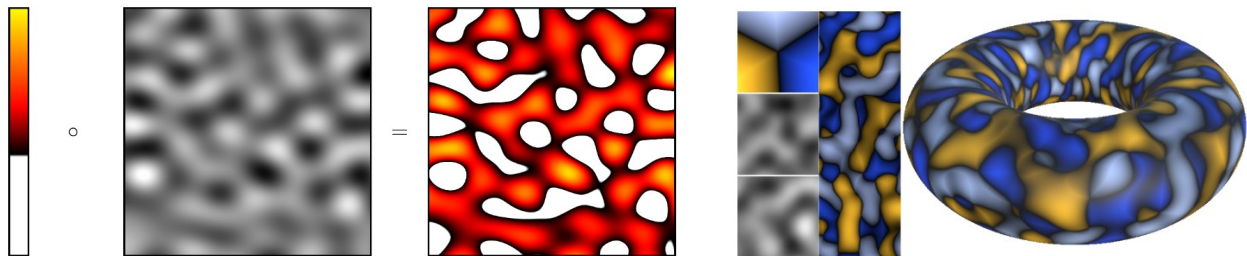


## Génération procédurale de textures : résolution de problèmes inverses à l'aide de graphes

Stage de Master 2 en informatique à l'Université de Strasbourg

2024



**Figure** : deux exemples de textures générées par la composition  $S = H \circ G$  d'une fonction de transfert H (carte de couleurs) par un champ gaussien G (en niveaux de gris). A gauche : H est 1D, G est scalaire. A droite : H est 2D, G est vectoriel.

### Objectifs scientifiques

En informatique graphique, les textures sont des signaux définis sur la surface des objets 3D. Elles sont abondamment utilisées pour représenter les propriétés lumineuses des objets, nécessaires aux simulations d'échanges lumineux permettant de calculer des images de synthèse. On supposera ici que les textures sont des images planes en couleur, c'est à dire qui associent une couleur  $S(x)$  à toute position  $x$  du plan 2D.

Le modèle qui nous intéresse s'écrit comme une composition de fonctions  $S(x) = H \circ G(x)$ , où G est un champ aléatoire Gaussien, et H est une fonction de transfert, aussi appelée «carte de couleurs». Ce modèle est utilisé pour générer des textures, c'est à dire calculer des instances de S arbitrairement grandes, à partir d'un petit nombre de paramètres : la carte de couleur H est fixe ; les propriétés du champ G sont connues dans le domaine spectral ; des algorithmes stochastiques génèrent des instances de G ; l'instance de S est obtenue par composition H o G. La figure ci-dessus illustre les travaux de Grenier et al. [2] en deux dimension, et de Heitz et al. [1] en une dimension.

Le problème que nous souhaitons résoudre est le problème inverse. Étant donné un exemple de résultat (une instance supposée de S), comment retrouver une carte H, et une caractérisation spectrale de G ?

La stratégie consiste à chercher H, puis G sera déduit automatiquement. L'idée est de se focaliser sur les voisinages de couleurs : comme G est une fonction continue, les couleurs voisines sont les mêmes dans H et dans S.

Ce problème est très utile en pratique, car il permet d'instancier le modèle à partir d'un exemple, et donc de générer des textures aussi grandes que l'on souhaite, similaires à l'exemple. On appelle cela la « génération procédurale de textures par l'exemple ».

## Travail demandé

Selon le profil du candidat ou de la candidate, les étapes suivantes seront réalisées :

1. Formaliser le problème en 1D, puis en 2D. On utilisera un graphe dont les nœuds sont des couleurs, et les arcs sont pondérés par la probabilité que ces couleurs soient voisines.
2. Mener une étude combinatoire. Au plan théorique, pour une reproduction exacte, nous conjecturons que la taille de la carte est exponentielle en 1D, mais pas en 2D.
3. Définir des algorithmes de résolution approchée en 1D.
4. Définir des algorithmes de résolution approchée en 2D.

Il n'est pas demandé de concevoir ni programmer des algorithmes de génération de textures, qui sont déjà présents dans des bibliothèques logicielles. Ceux-ci pourront être utilisés directement pour tester les résultats obtenus.

## Bibliographie

[1] Heitz, E.; Nowrouzezahrai, D.; Poulin, P. & Neyret, F.  
Filtering Non-Linear Transfer Functions on Surfaces.  
IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2014, 20, 996-1008.

[2] Grenier, C.; Sauvage, B.; Dischler, J.-M. & Thery, S.  
Color-mapped noise vector fields for generating procedural micro-patterns.  
Computer Graphics Forum (Proc. Pacific Graphics), 2022, 40.

## Accueil & encadrement

La personne recrutée sera accueillie dans l'équipe Informatique Géométrique et Graphique du laboratoire Icube, à l'université de Strasbourg. Elle sera co-encadrée par Basile Sauvage et Charline Grenier.

Au quotidien, le travail s'effectuera au sein d'une équipe de stagiaires et doctorants travaillant sur des thèmes proches.

Gratification de stage : environ 570€ par mois.

## Liens

- équipe IGG au laboratoire Icube [http://icube-igg.unistra.fr/en/index.php/Main\\_Page](http://icube-igg.unistra.fr/en/index.php/Main_Page)
- Basile Sauvage [http://icube-igg.unistra.fr/fr/index.php/Basile\\_Sauvage](http://icube-igg.unistra.fr/fr/index.php/Basile_Sauvage)

## Prérequis

- informatique, mathématiques, programmation.
- Des compétences spécifiques en informatique graphique, en théorie des graphes, et en optimisation numérique seront appréciées.

## Candidature

Envoyer un CV et une lettre de motivation à [sauvage@unistra.fr](mailto:sauvage@unistra.fr)