

# Contrôler l'apparence des textures stochastiques procédurales

Sujet de thèse 2017-2020

Candidat : [Vincent Tavernier](#)

Encadrants : [Fabrice NEYRET](#) ( HDR, DR CNRS, Maverick – LJK / INRIA )

[Joelle THOLLOT](#) ( HDR, Pr G-INP, Maverick – LJK / INRIA )

[Romain VERGNE](#) ( Mdc UGA, Maverick – LJK / INRIA )

En synthèse d'image, le réalisme des scènes et matériaux réside en partie dans la richesse en détails, obtenus par habillage textuel de surfaces plus simples. Comme celles ci sont généralement courbes, le contenu doit être soit pré-"peint" sur mesure par des artistes éventuellement aidés d'algorithmes de génération (imitant des exemples ou simulant des phénomènes physiques), soit synthétisé "à la volée" à l'aide d'algorithmes dit "[procéduraux](#)". En produisant un "signal textuel" à partir d'une poignée de paramètres de contrôle, ces derniers permettent de gérer des étendues arbitrairement vastes, ou des vues d'arbitrairement près, situations où la quantité de stockage et de travail d'artiste seraient difficilement gérables. En outre, cette famille d'approches revient à sculpter l'apparence de façon contrôlée, y compris éventuellement ses variations spatiales, voire temporelles.

En pratique la situation n'est pas si idéale:

- Si elles sont presque aussi anciennes que le domaine du graphique par ordinateur, il n'existe cependant que peu d'approches ([Perlin](#), [Worley](#), [Gabor](#), [Sparse convolution](#)...), lesquelles correspondent à des familles d'aspect très différentes. Les paramètres de contrôle sont très liés à la méthode, et il n'est pas facile d'interpoler entre les styles d'apparence, ni d'imposer des contraintes externes (conditions aux bords, points de passage...).

- Ce "signal textuel" initial traverse généralement une cascade d'autres traitements (arbre de shading) pour transformer ou affiner ses propriétés avant de produire les attributs finaux de l'apparence. Cependant ces traitements correspondent à des descripteurs mathématiques appartenant à des espaces très différents (valeurs, spatial, voire temporel, Fourier, ...), totalement étrangers entre eux voire contradictoires (e.g., Fourier vs histogramme), ce qui fait que régler une propriété peut casser la précédente.

- Le contrôle est moins intuitif qu'il n'y paraît: l'idée qu'un utilisateur se fait par exemple du lien entre propriété spectrale et textuelle est facilement prise en défaut (même sans basses fréquences dans le spectre il peut y avoir des [oscillations de contraste](#) de basses fréquences, toute contrainte sur les valeurs induit des corrélations dans les phases, etc), et la [perception](#) diffère souvent des mesures objectives (e.g., histogrammes objectifs vs perçus), ou est parfois bien plus ou bien moins sensible qu'attendu (e.g. certaines corrélations et artefacts sautent aux yeux alors que nous sommes aveugles à d'autres). En outre, toute variation continue d'un paramètre peut entraîner des effets inattendus par interférence entre les paramétrisations (cf  $\sin(f(x).x)$  pour  $f(x)$  oscillant entre deux fréquences).

Notons que ces problèmes concernent aussi les approches non procédurales, dès qu'on y effectue des combinaisons et interpolations ([triplanar mapping](#), layering) ou des post-traitements.

Les nombreux artefacts qui résultent de ces problèmes sont actuellement laissés à la charge des graphistes, qui s'arrangent comme ils peuvent pour les rendre moins visibles.

De fait, la question du contrôle de l'apparence textuelle n'a jamais été posée en tant que telle, alors que les briques mathématiques interfèrent, que le lien entre propriétés abstraites et visuelles ne va pas de soi, et que l'espace des apparences imaginable est bien plus que l'adjonction d'algorithmes disparates. Même les notions de base que sont l'interpolation et le mélange ([blending](#)) ne vont pas de soi: il y a plus d'une façon de faire (interpoler les paramètres ou le résultat ? exprimés dans quelle base ?), et il faut d'abord poser une métrique exprimant le cahier des charges. Et arriver à faire se parler des contrôles s'exprimant dans des espaces étrangers (Fourier, spatial, histogrammes, etc).

L'objectif de cette thèse est de revisiter ces questions afin de mieux poser le problème, dans le but de permettre un bien meilleur contrôle de l'apparence des textures procédurales, éliminer les artefacts endémiques, et élargir l'espace des apparences accessible.

**Bibliographie sommaire:** (voir aussi liens dans le texte)

- Ken Perlin, 1985, "An Image Synthesizer", Computer Graphics (SIGGRAPH Proceedings)
- Gilet, Sauvage, Vanhoey, Dischler, Ghazanfarpour, 2014, "Local random-phase noise for procedural texturing", ACM Trans. Graph. (Siggraph Asia)

- Lagae, Lefebvre, Drettakis, Dutré, 2009, "*Procedural noise using sparse gabor convolution*", ACM Trans. Graph., (Siggraph Proceeding)
- Yu, Neyret, Bruneton, Holzschuch, 2011, "*Lagrangian Texture Advection: Preserving both Spectrum and Velocity Field*", IEEE TVCG
- Lagae, Lefebvre, Cook, Derose, Drettakis, Ebert, Lewis, Perlin, Zwicker, 2010, "*State of the art in procedural noise functions*", EG - State of the Art Reports.
- Ebert, Musgrave, Peachey, Perlin, Worley, 1994, "*Texturing and Modeling: A Procedural Approach*", Academic Press
- Ferwerda, Shirley, Pattanaik, Greenberg, 1997, "*A model of visual masking for computer graphics*", ACM Siggraph
- Neyret, Heitz, 2016, "*Understanding and controlling contrast oscillations in stochastic texture algorithms using Spectrum of Variance*", Tech Report hal-01349134