

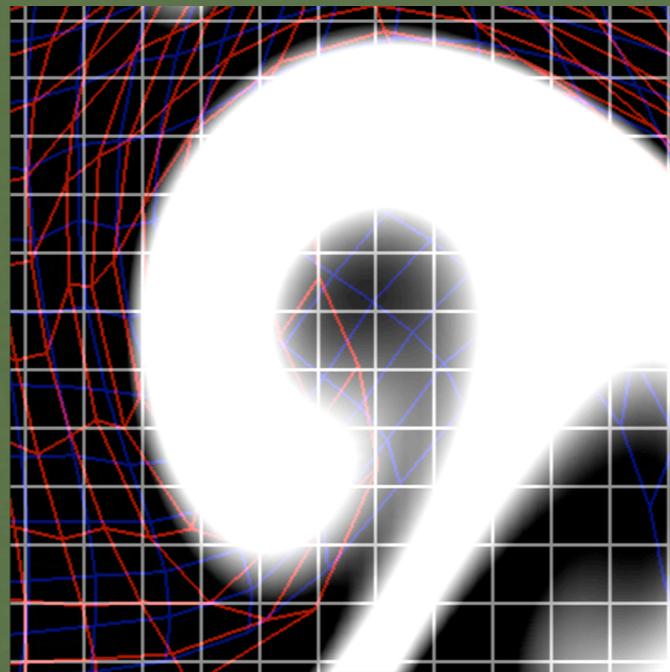
Flow-noise en temps réel

Aymeric Augustin

**Soutenance de stage d'option scientifique
Ecole polytechnique - lundi 3 juillet 2006**

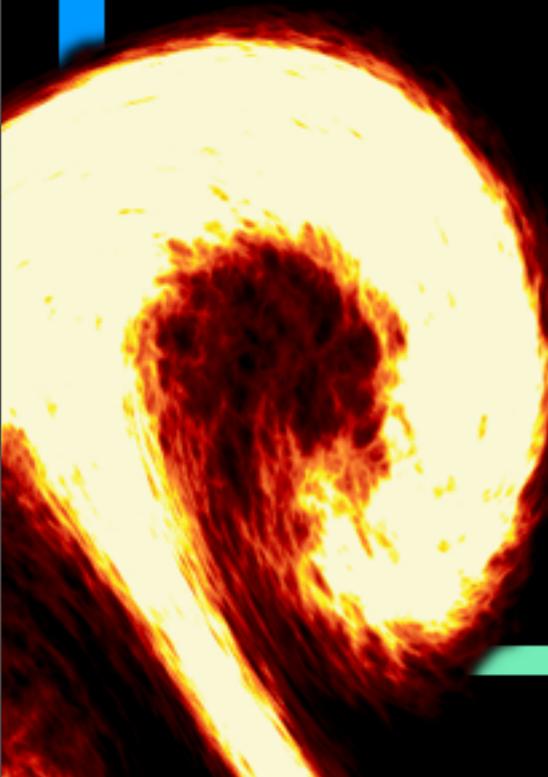
Flow-noise en temps réel

- **Motivation : amplifier le mouvement d'un fluide simulé à basse résolution**
- **Méthode : ajouter une texture**



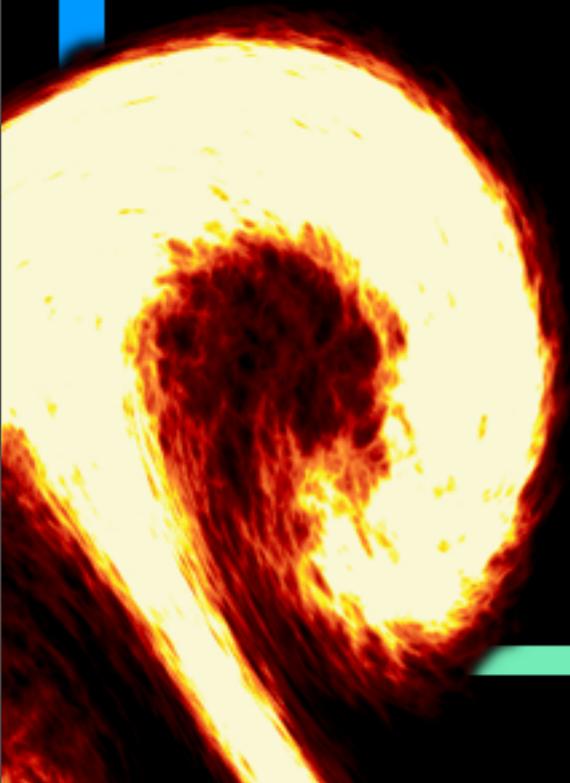
Flow-noise en temps réel

- **Etat de l'art**
- **Animation améliorée du bruit de Perlin**
- **Implémentation sur carte graphique**



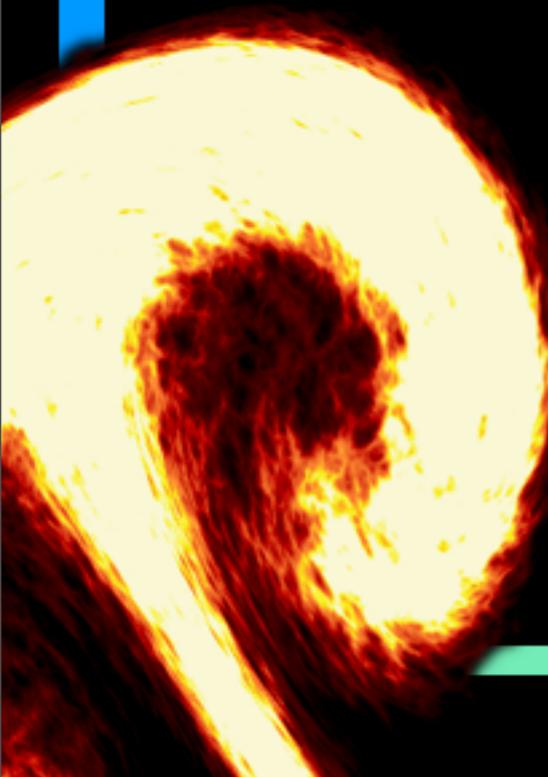
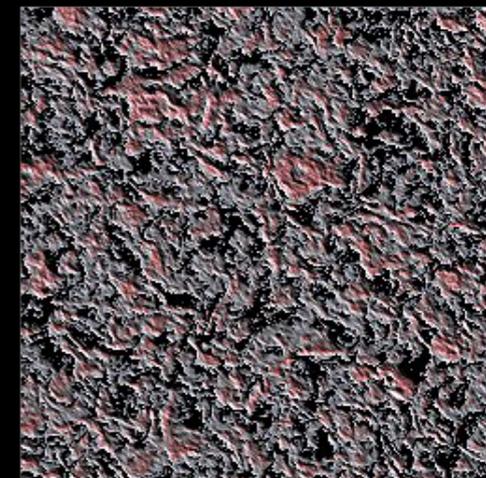
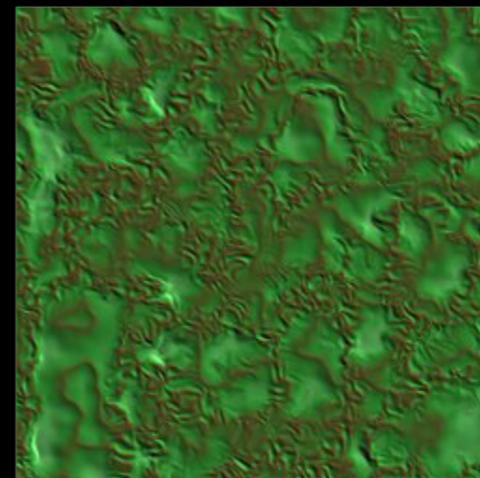
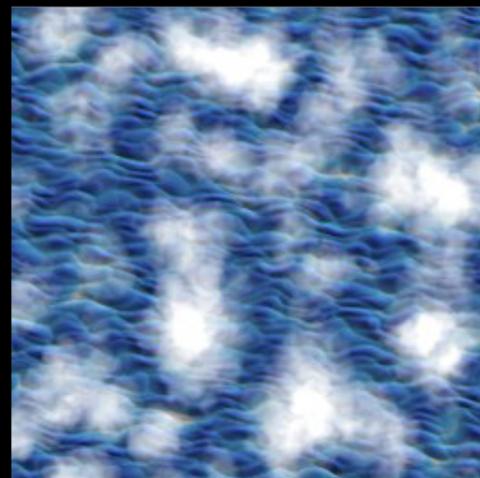
Flow-noise en temps réel

- **Etat de l'art**
- **Animation améliorée du bruit de Perlin**
- **Implémentation sur carte graphique**



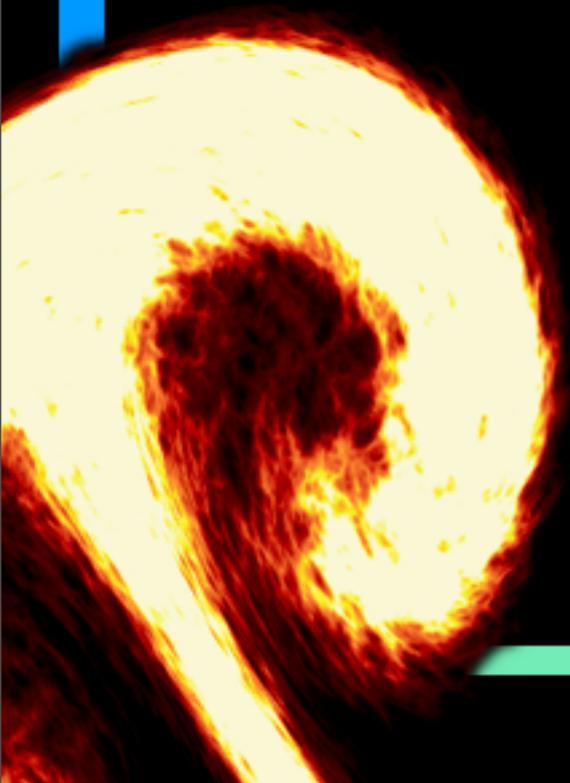
Etat de l'art

- Textures procédurales
 - définition
 - exemples



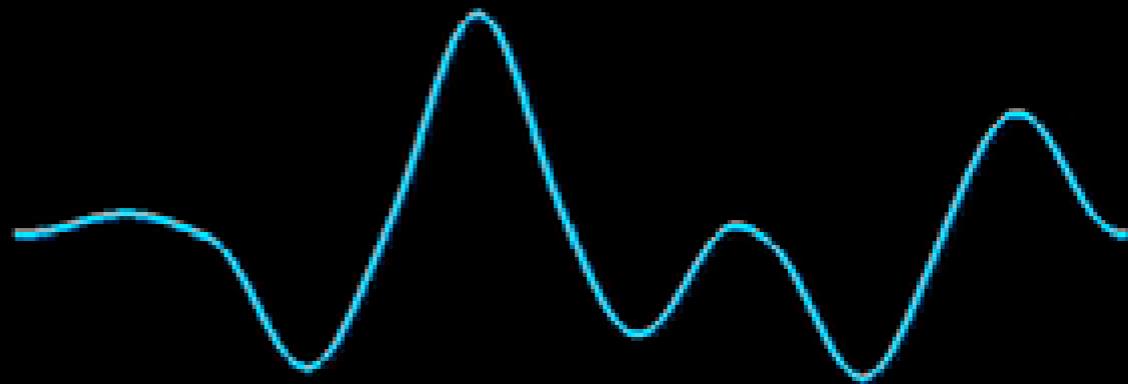
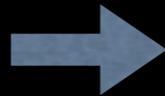
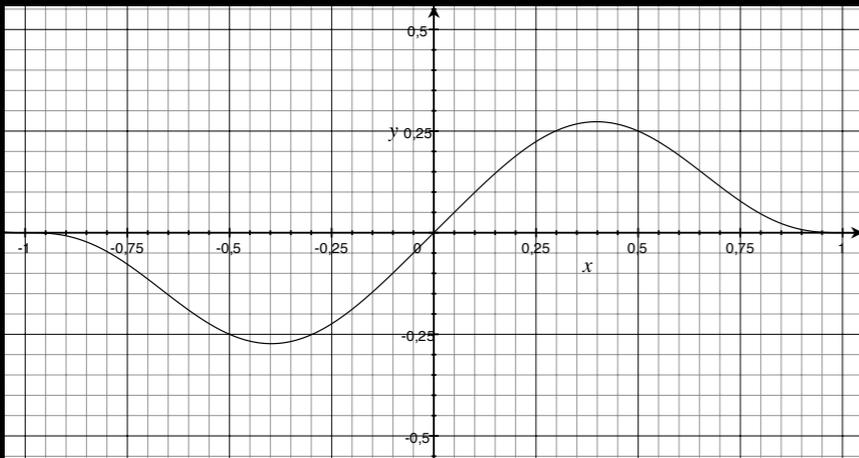
Etat de l'art

- **Problématiques d'animation**
 - **stochastique temporelle**
 - **déformation continue**
 - **en temps : "popping"**
 - **en espace : "cracking"**

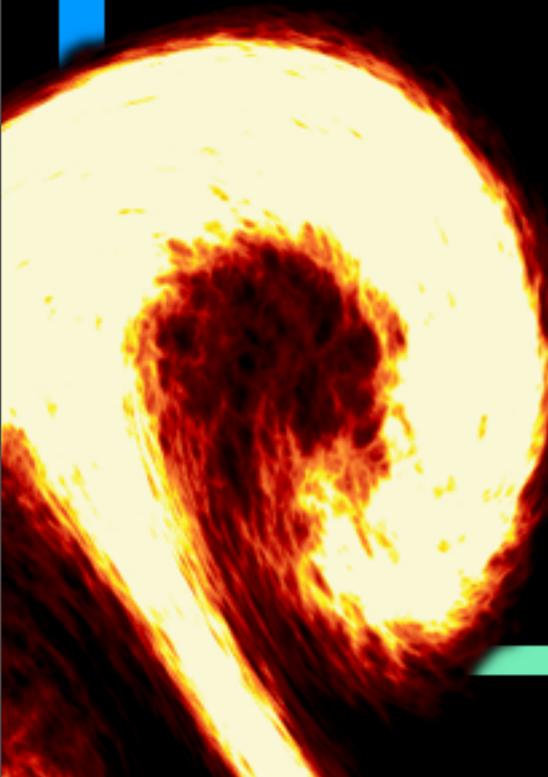


Etat de l'art

- Exemple : le bruit de Perlin (1D)
- interpolation de gradients

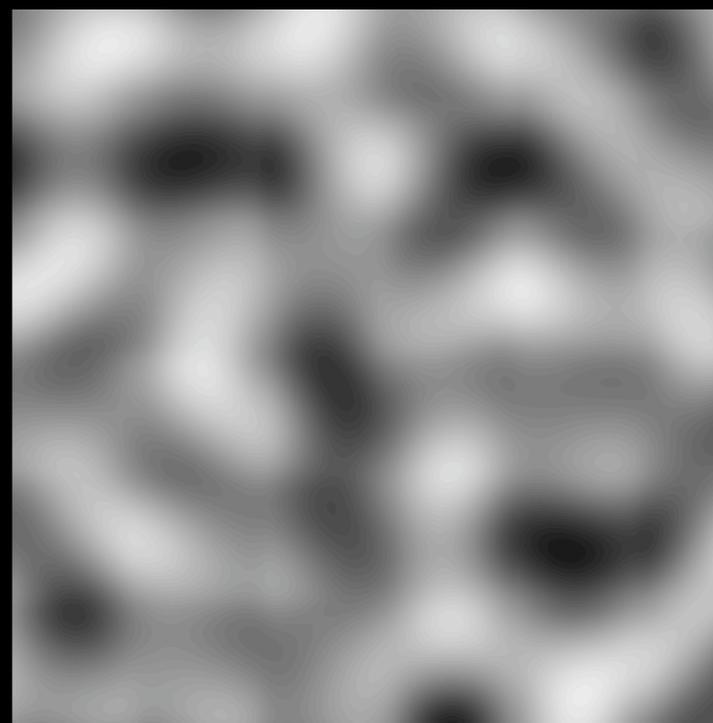
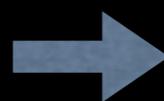
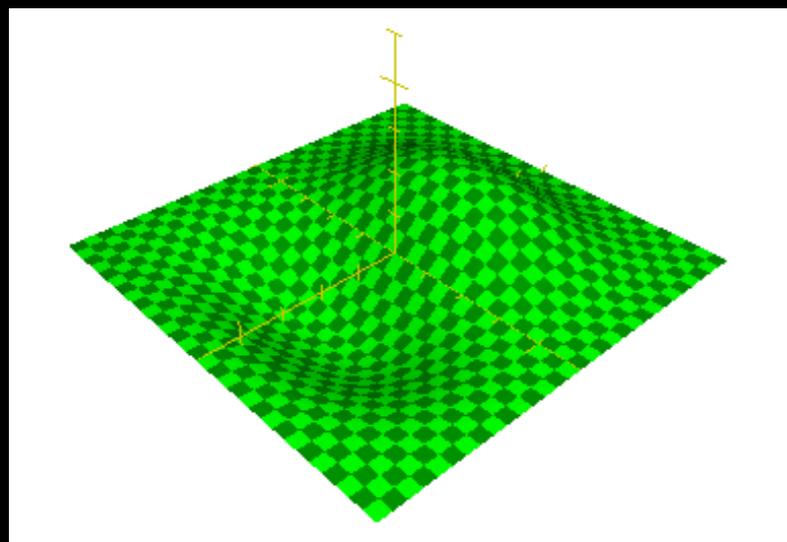


- construction par générateurs

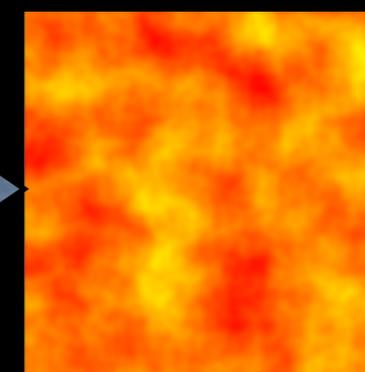
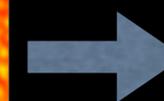
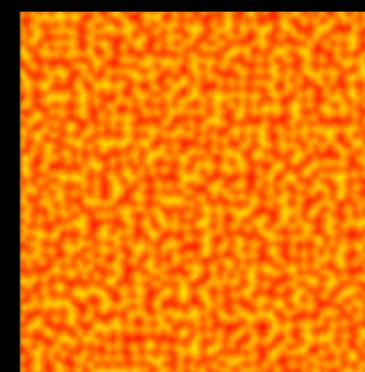
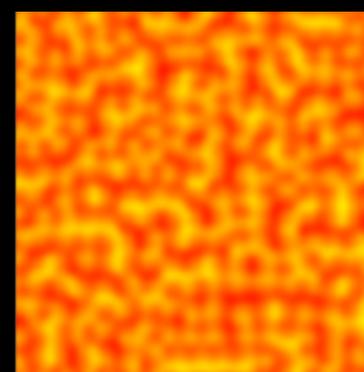
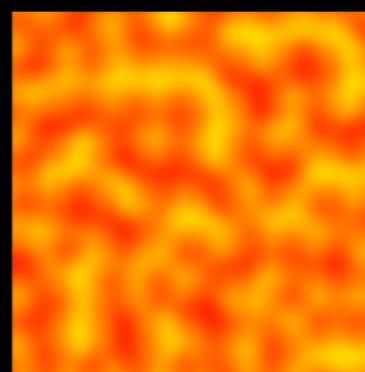
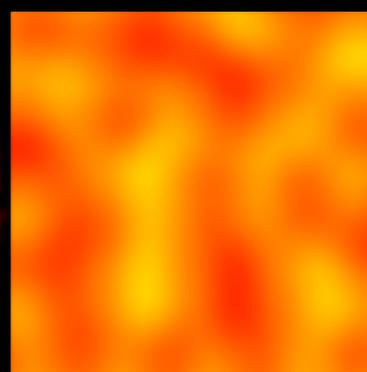


Etat de l'art

- Exemple : le bruit de Perlin (2D)

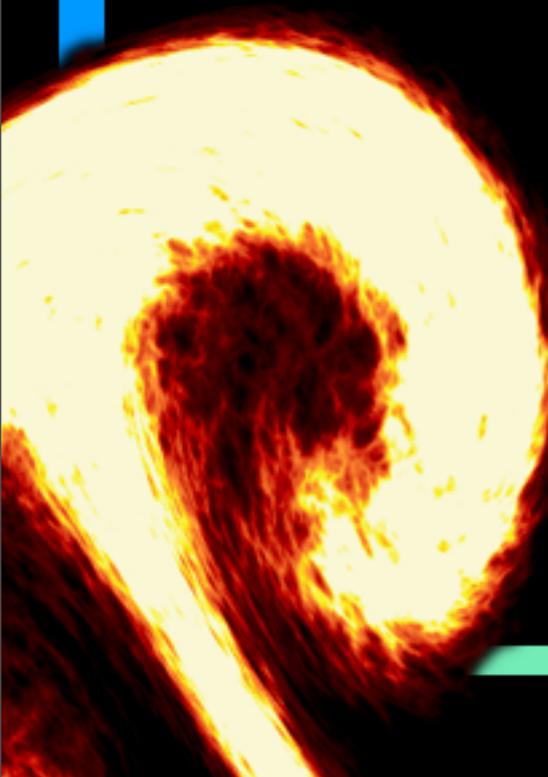
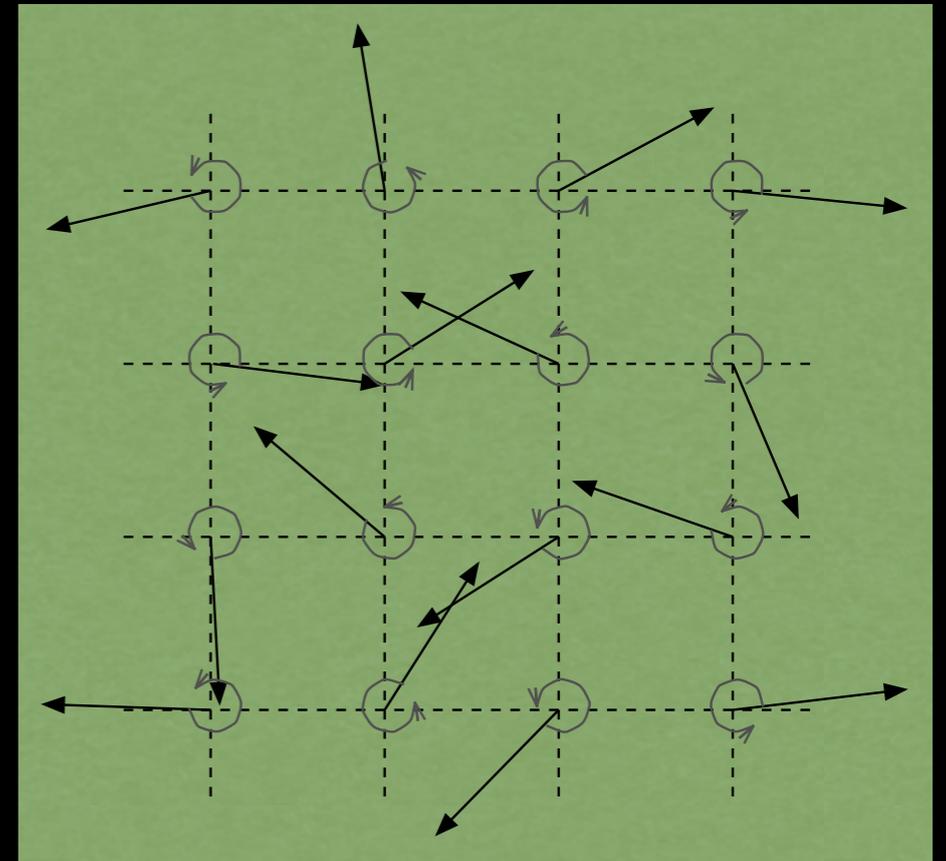


- transformation : somme fractale



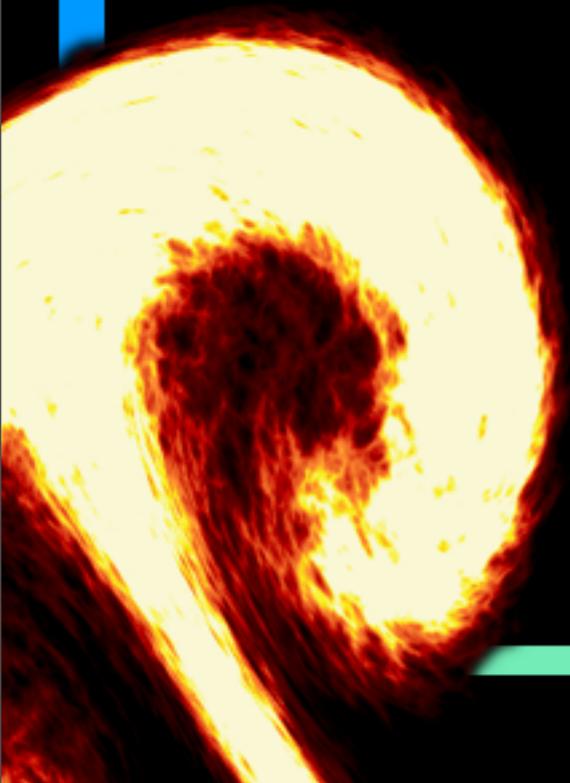
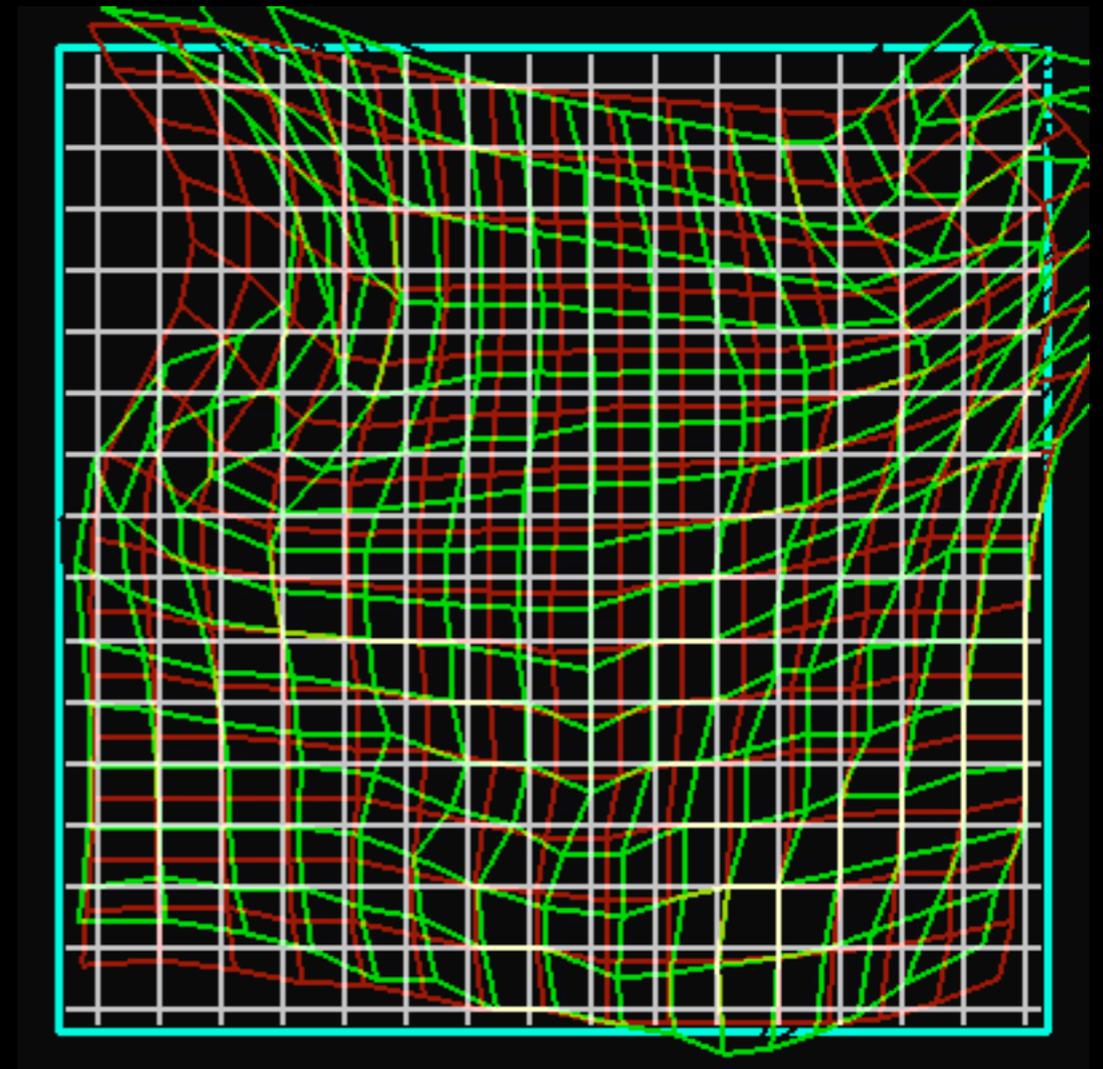
Etat de l'art

- Textures pour les fluides
 - écoulement, tourbillons : turbulence
- Flow-noise (Perlin, Neyret, 2001)
 - gradients rotatifs
 - pseudo-advection



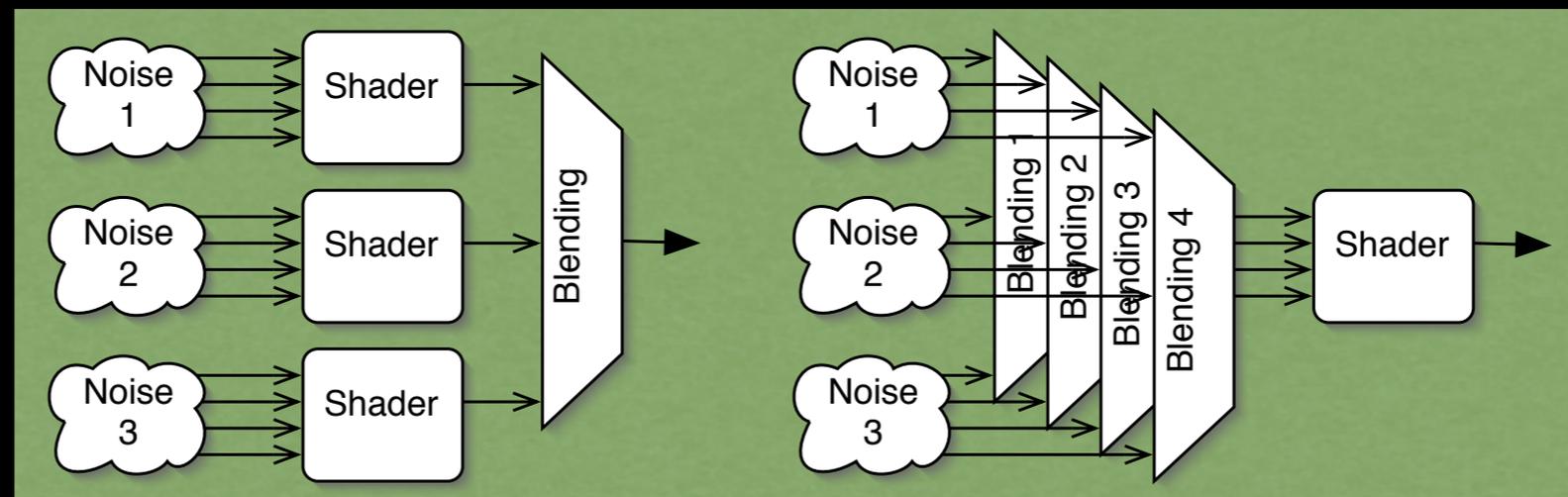
Etat de l'art

- **Textures advectées (Neyret, 2003)**
 - **lier les coordonnées texture au fluide**
 - **déformation**
 - **régénération et latence**
 - **trois couches textures**



Etat de l'art

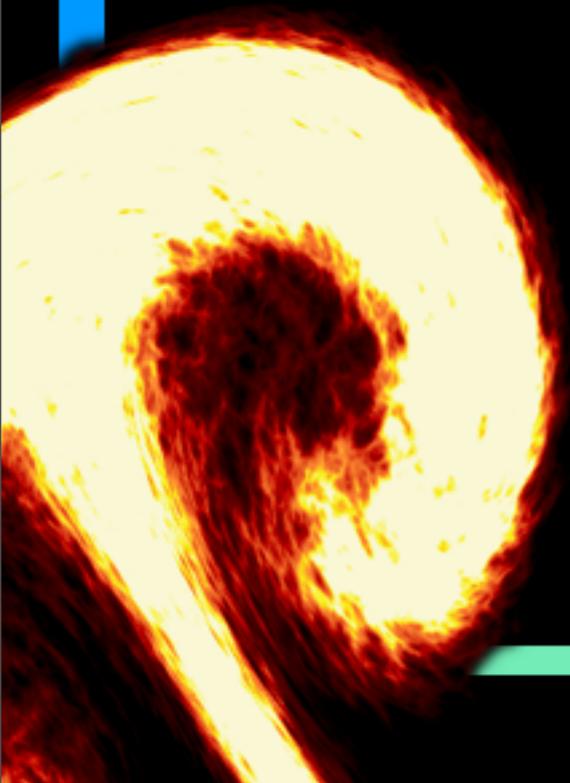
- Textures advectées (Neyret, 2003)
 - latence adaptative
 - mélange procédural des couches



- flow-noise

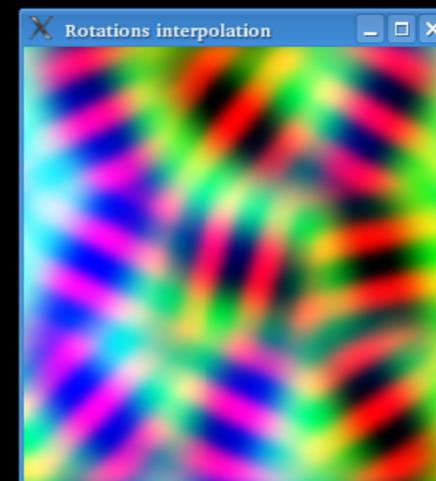
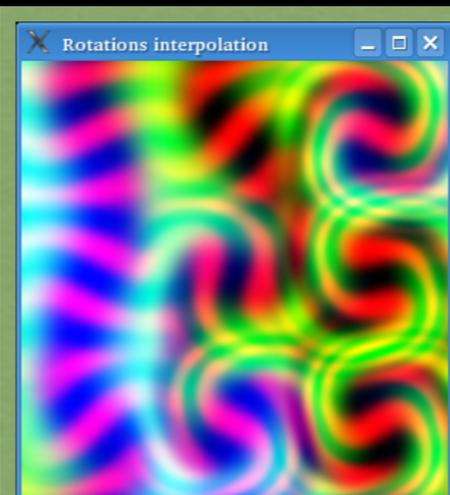
Flow-noise en temps réel

- **Etat de l'art**
- **Animation améliorée du bruit de Perlin**
- **Implémentation sur carte graphique**

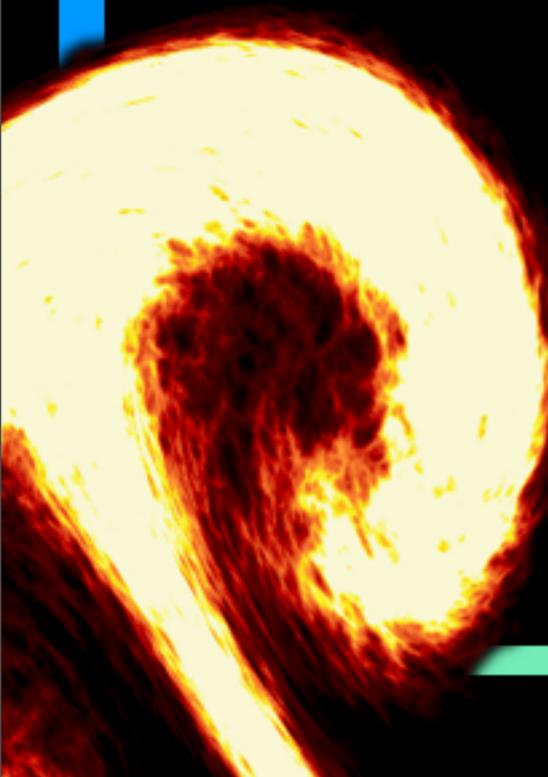
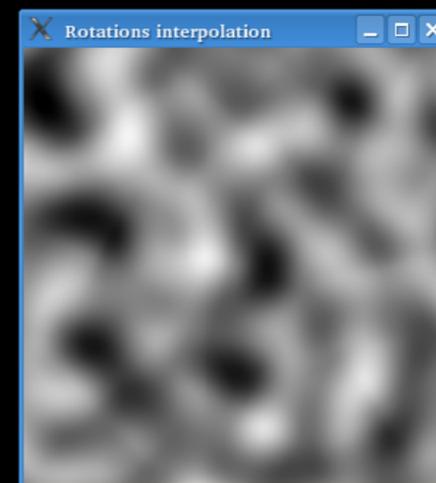
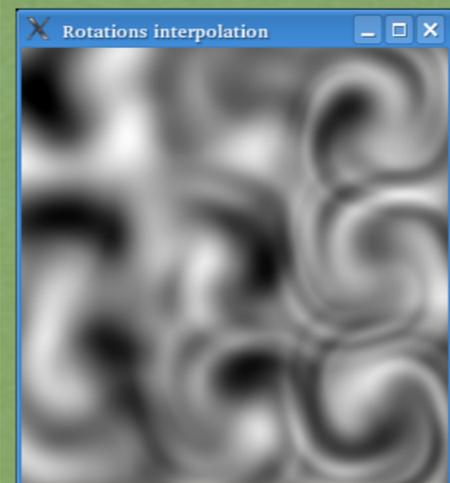
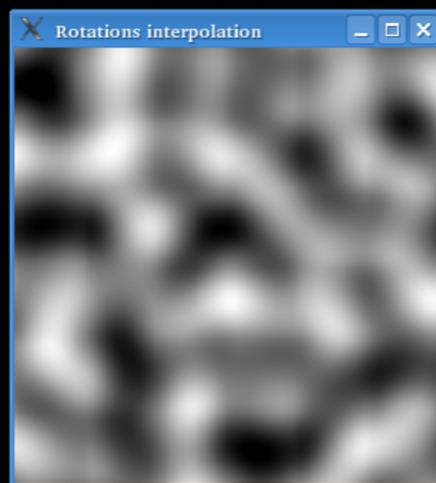


Animation améliorée du bruit de Perlin

- Toute déformation continue respectant un champ de rotations crée des enroulements

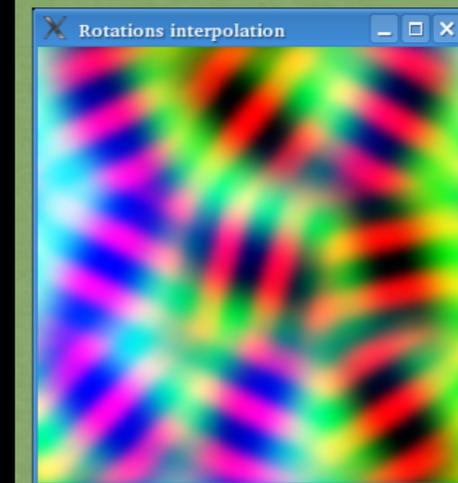
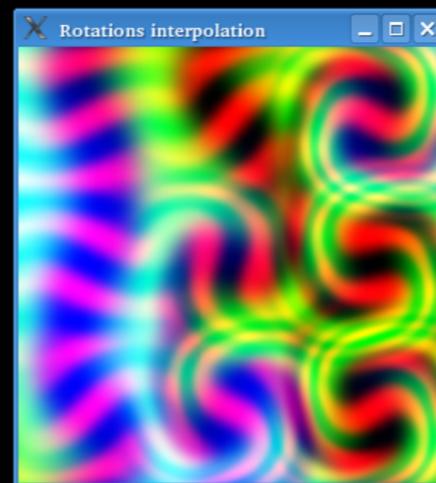


Interpolation du déplacement

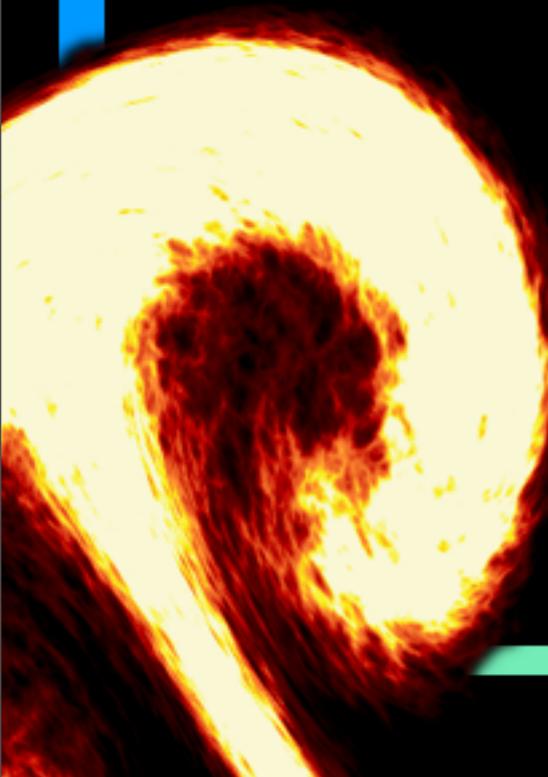
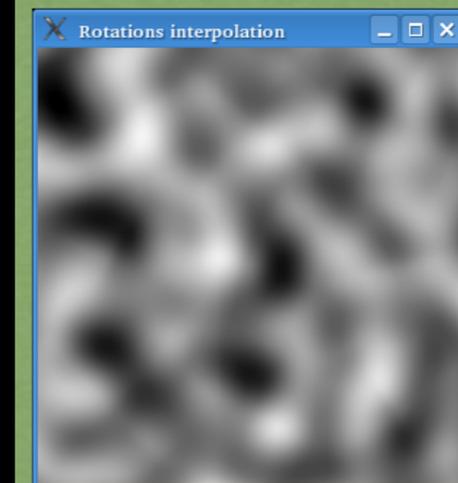
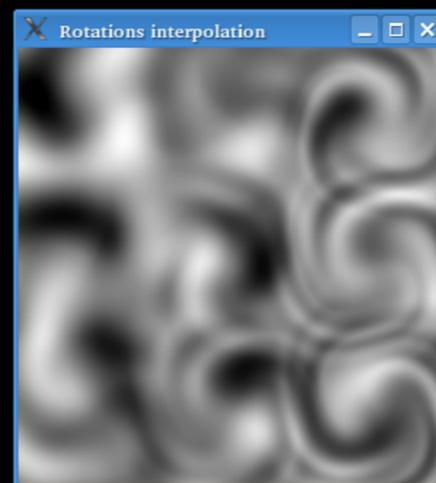
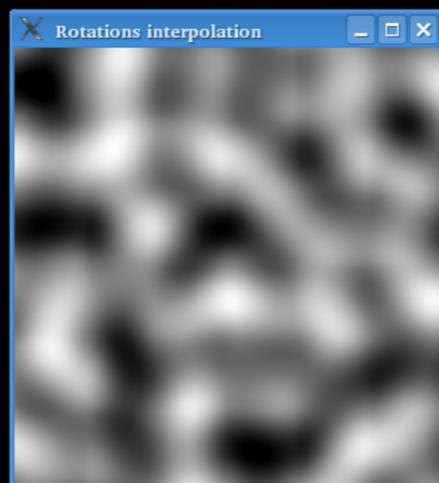


Animation améliorée du bruit de Perlin

- Notre déformation non continue ne crée pas de discontinuité spatiale grâce aux propriétés du bruit

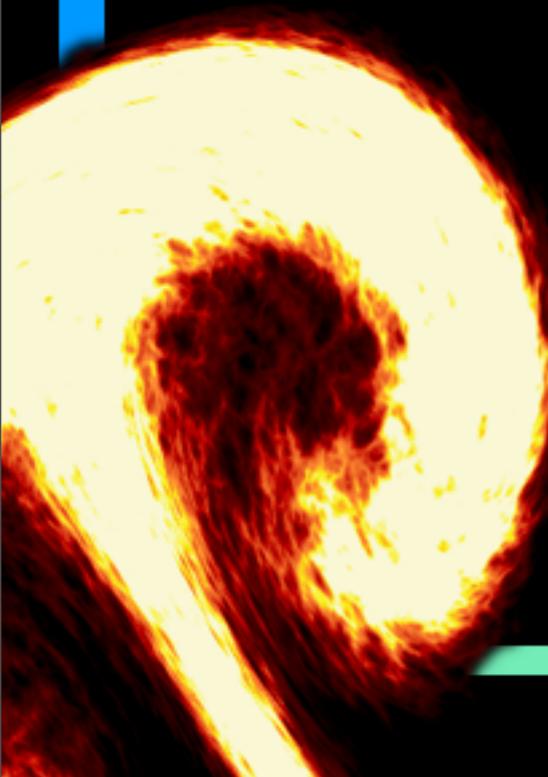
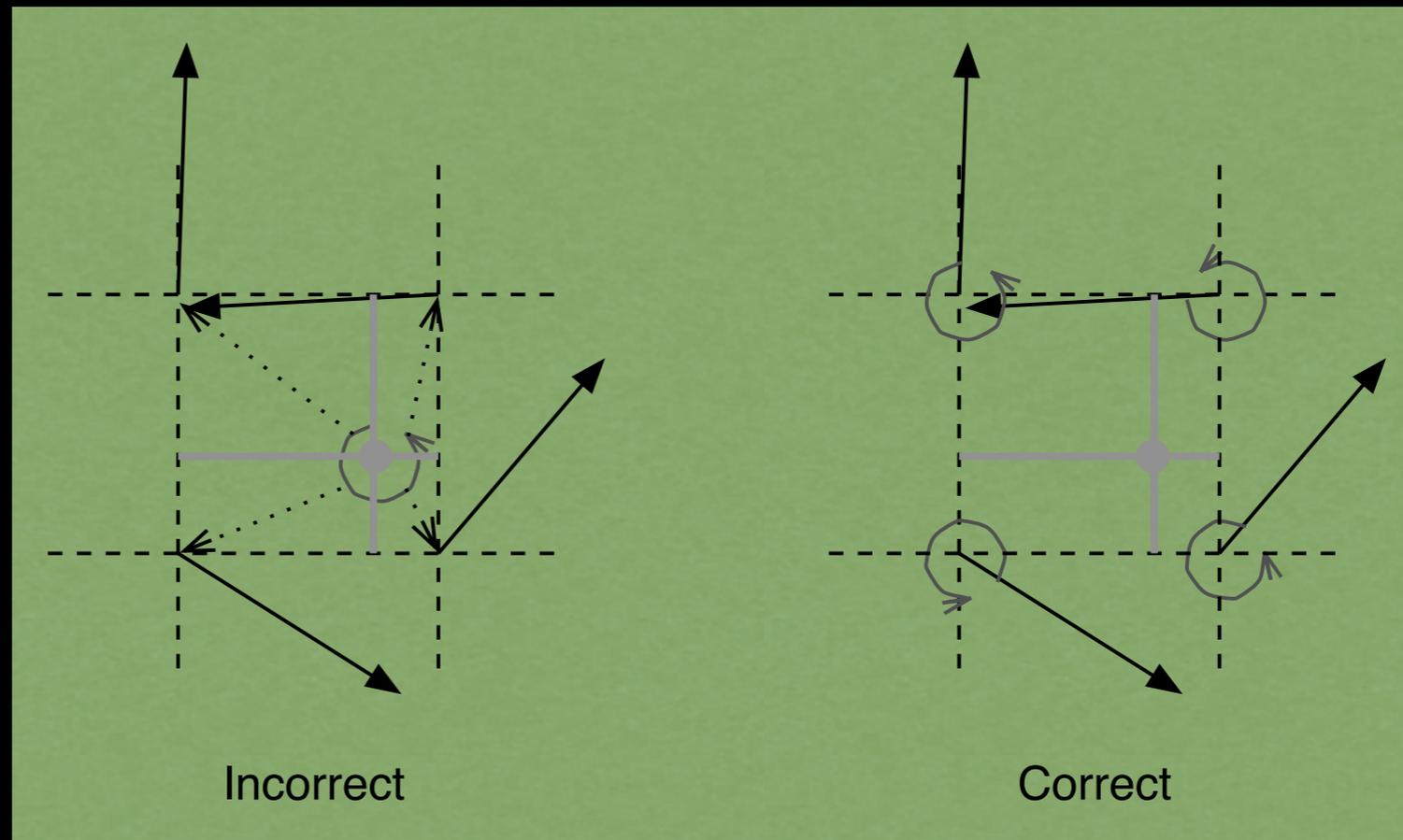


Interpolation du résultat



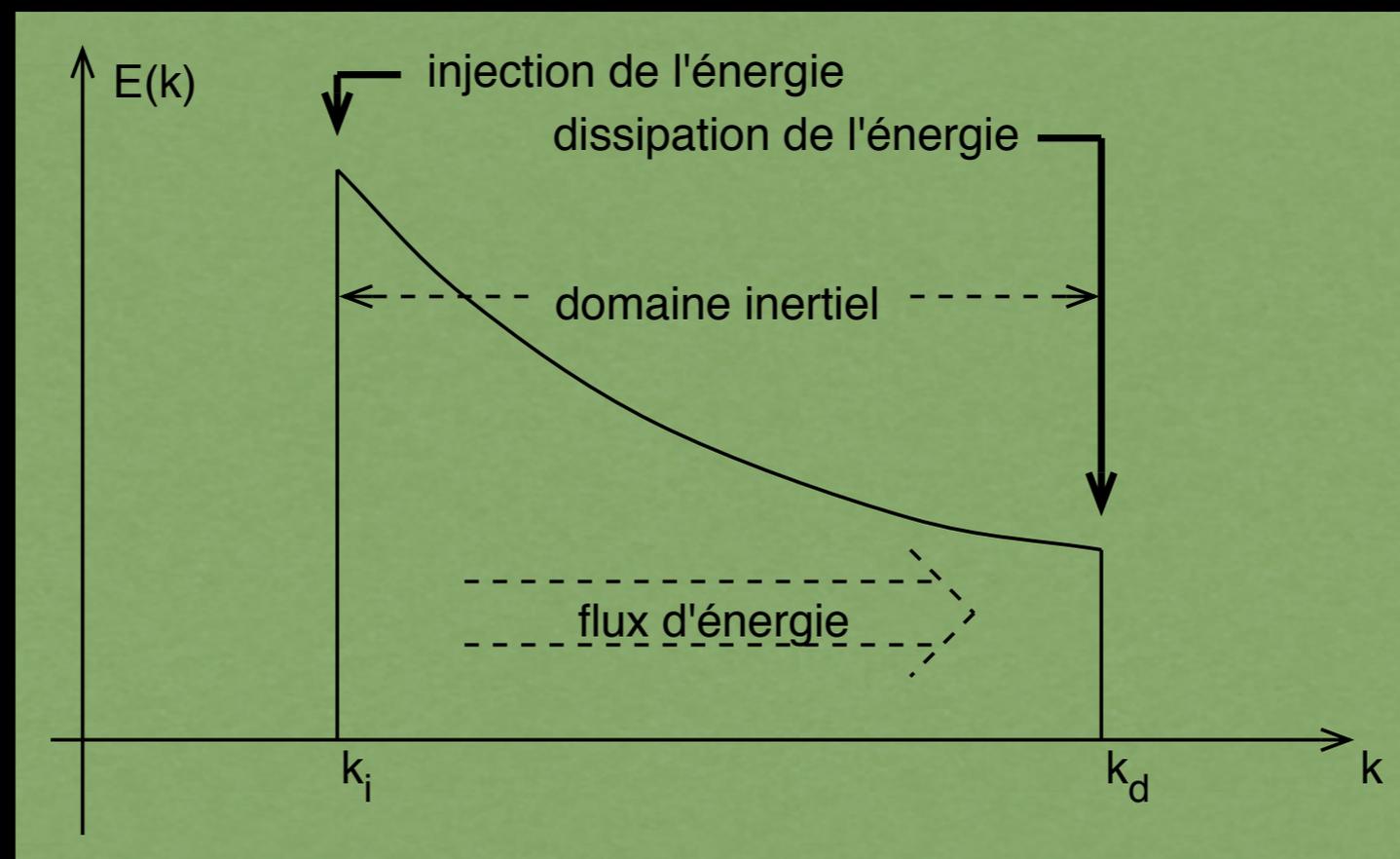
Animation améliorée du bruit de Perlin

- Animation des gradients : prendre la valeur de rotation au bon point !



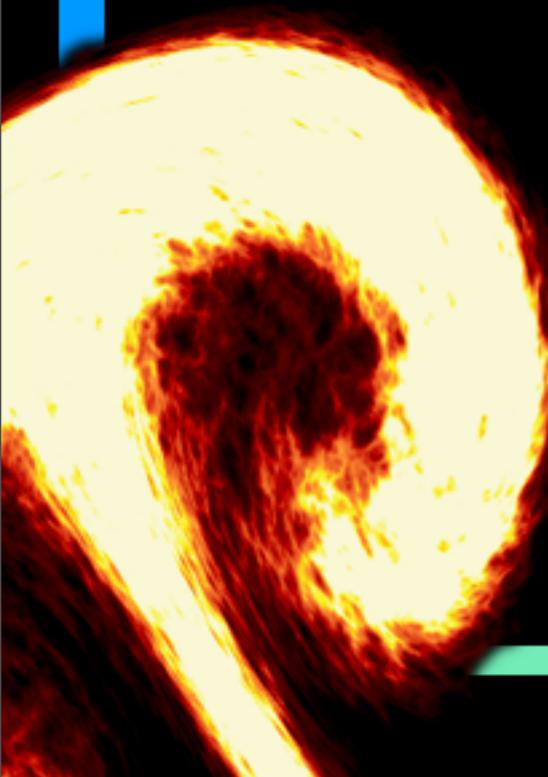
Animation améliorée du bruit de Perlin

- Contrôle du spectre de rotation
- cascade d'énergie de Kolmogorov :
$$E(k) = C_k e^{-2/3} k^{4/3} \quad (k = 2\pi/l)$$



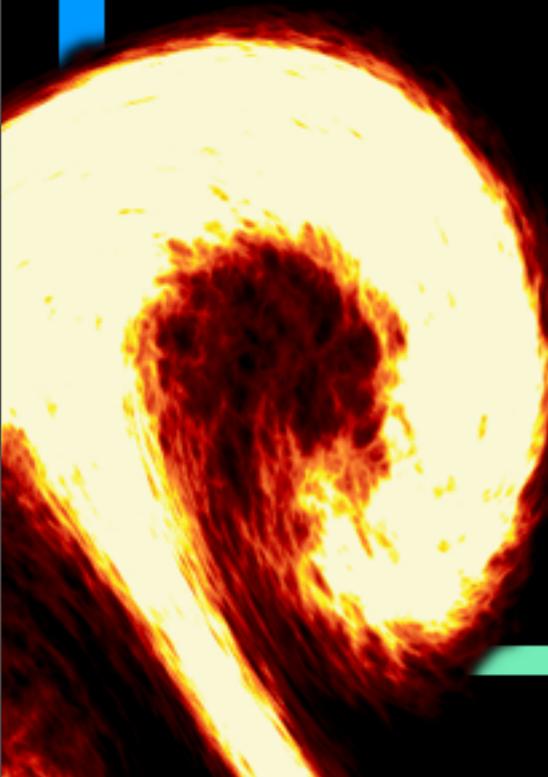
Animation améliorée du bruit de Perlin

- Contrôle du spectre de rotation
 - version discrète : $W_j \Omega_j^2 \sim k_j^{4/3}$
 - proportionnalité entre le poids (contraste), la vitesse de rotation et l'échelle
 - restent des degrés de liberté :
 - liberté pour l'artiste
 - indication de la "réalité"



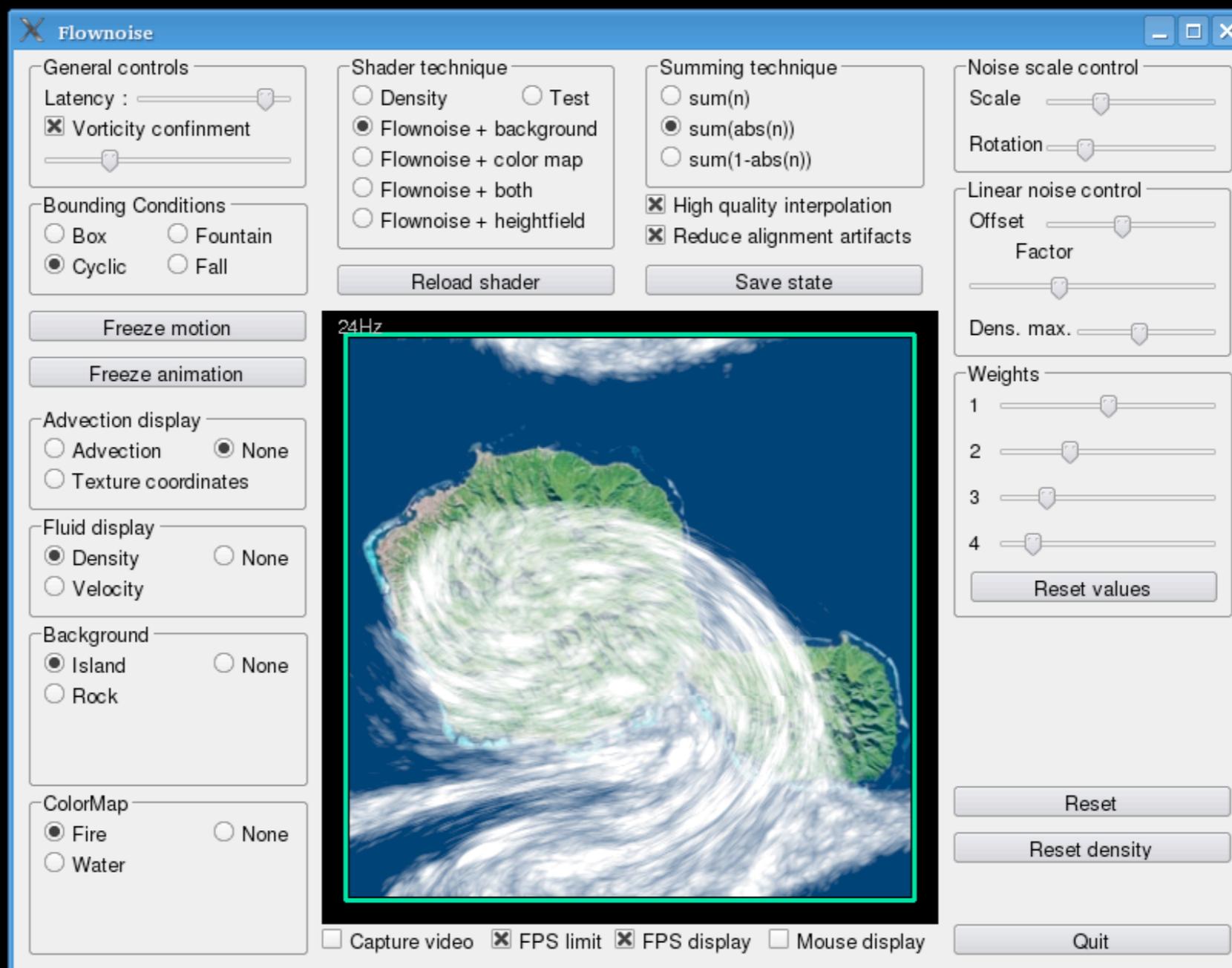
Flow-noise en temps réel

- **Etat de l'art**
- **Animation améliorée du bruit de Perlin**
- **Implémentation sur carte graphique**



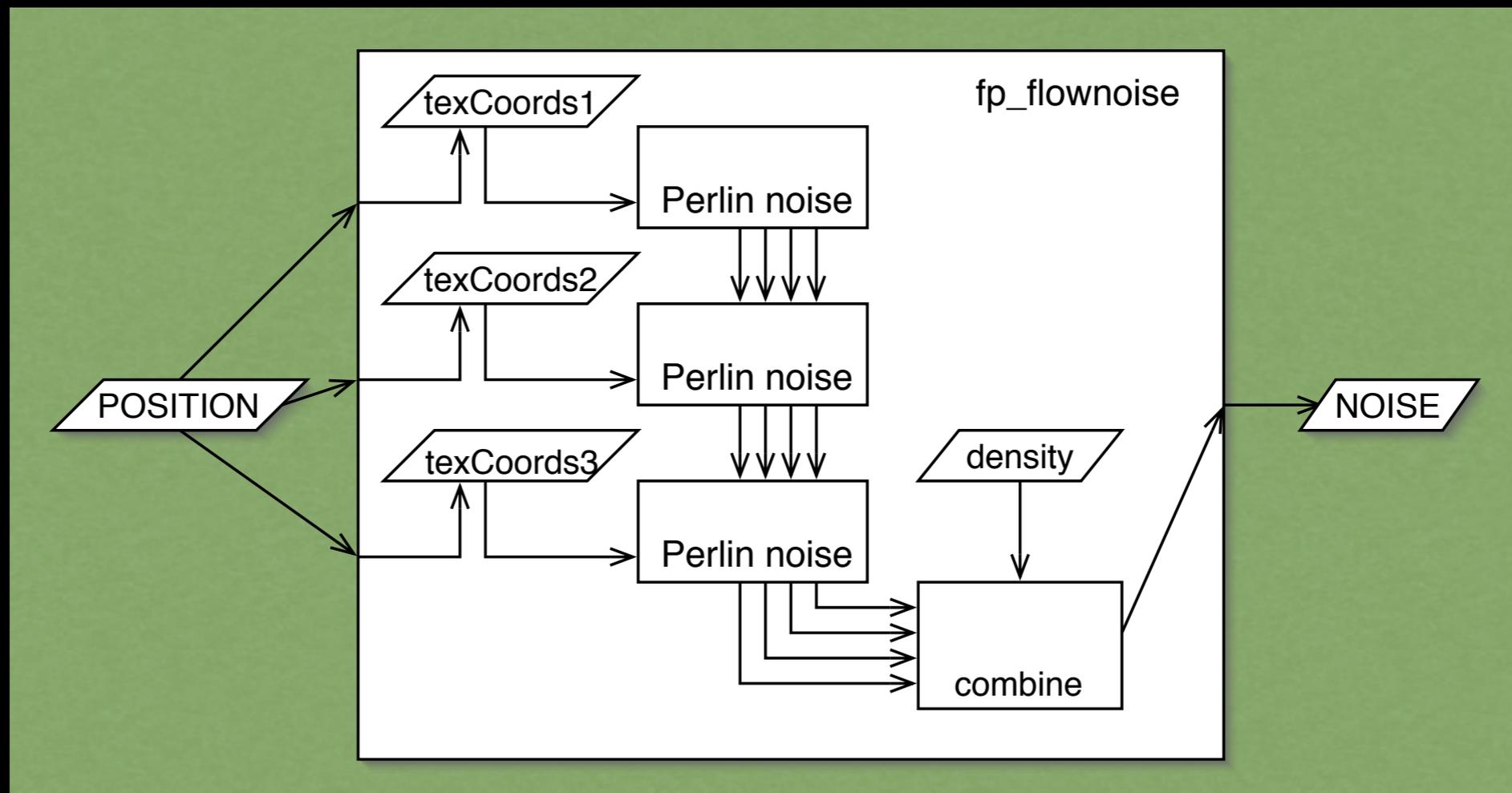
Implémentation sur carte graphique

- Interface



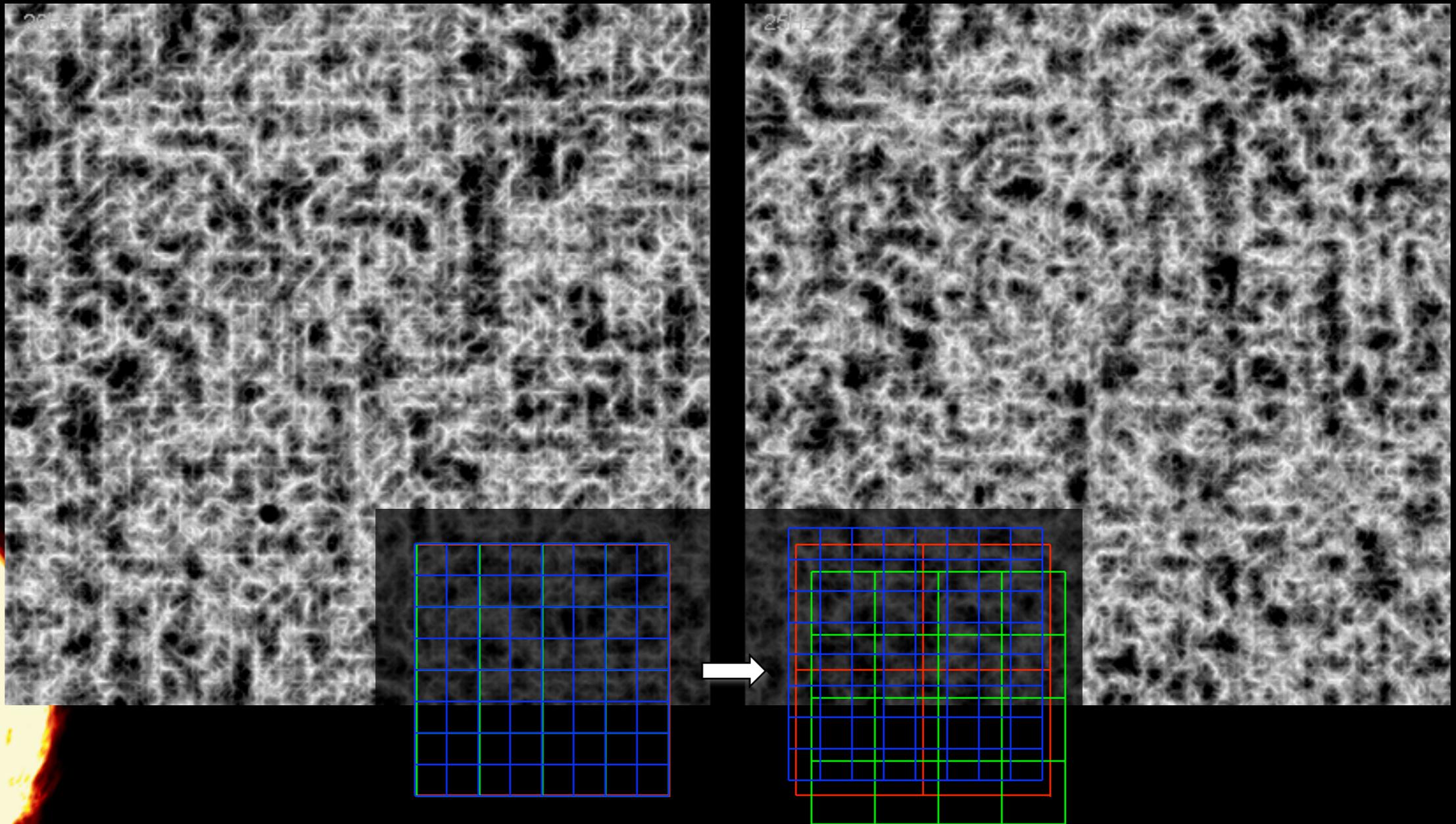
Implémentation sur carte graphique

- Schéma du "pixel shader"



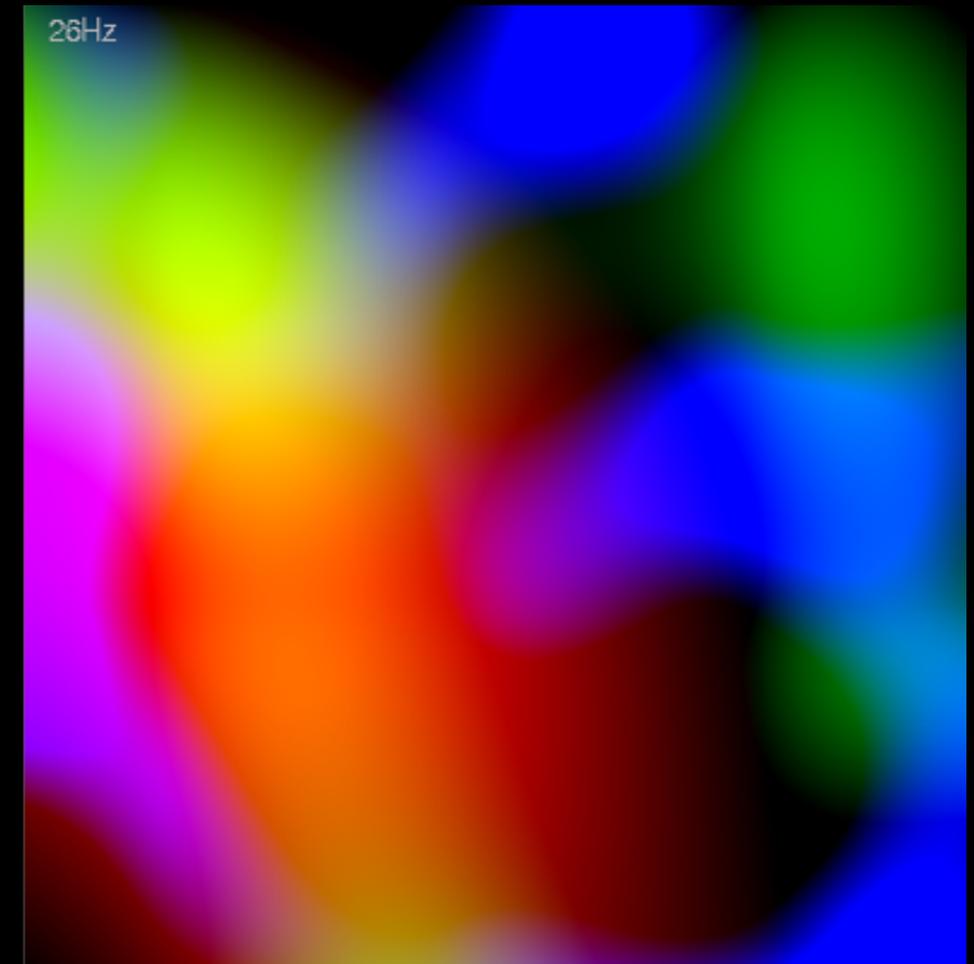
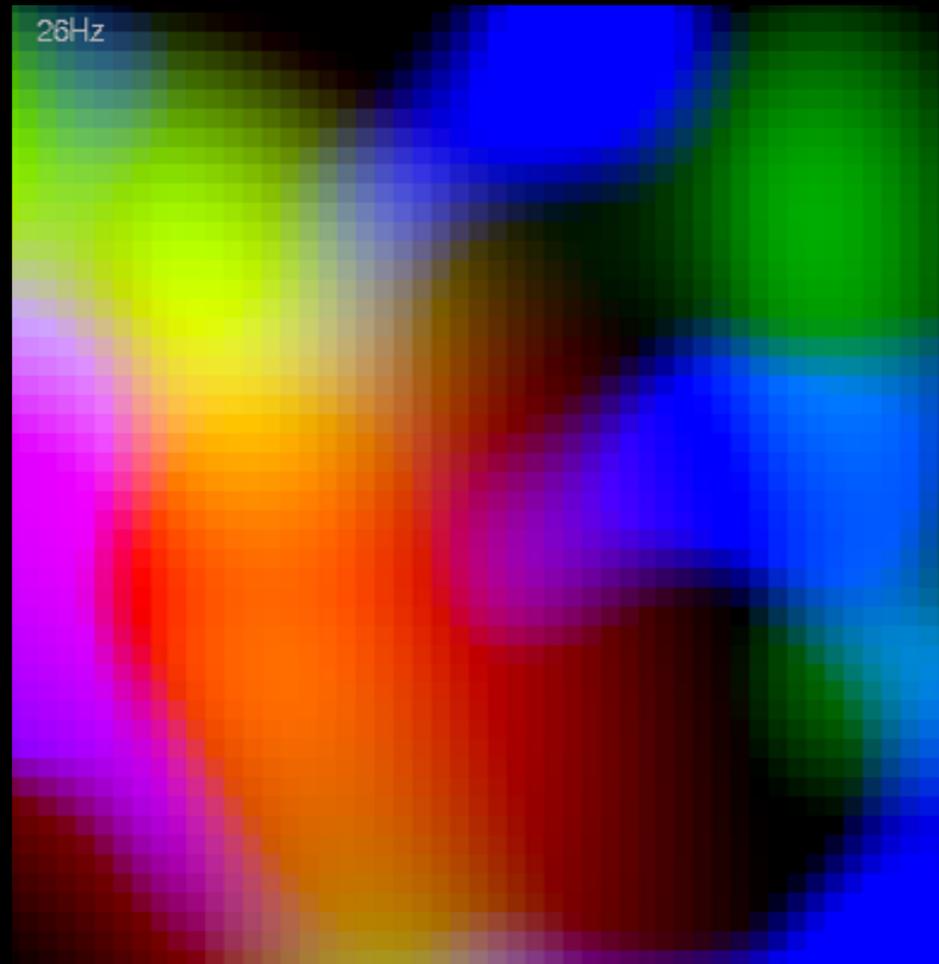
Implémentation sur carte graphique

- Artefacts liés à la structure du bruit



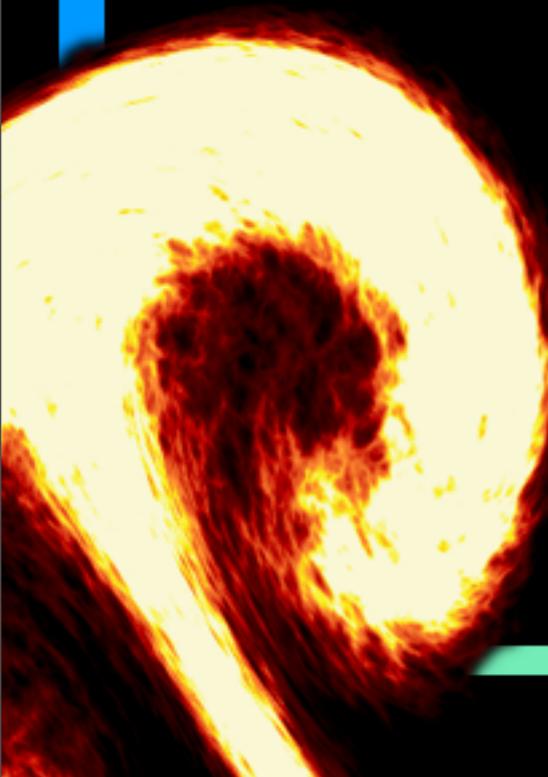
Implémentation sur carte graphique

- Problèmes de précision des coordonnées texture : flottants 16 bits vs. 32 bits



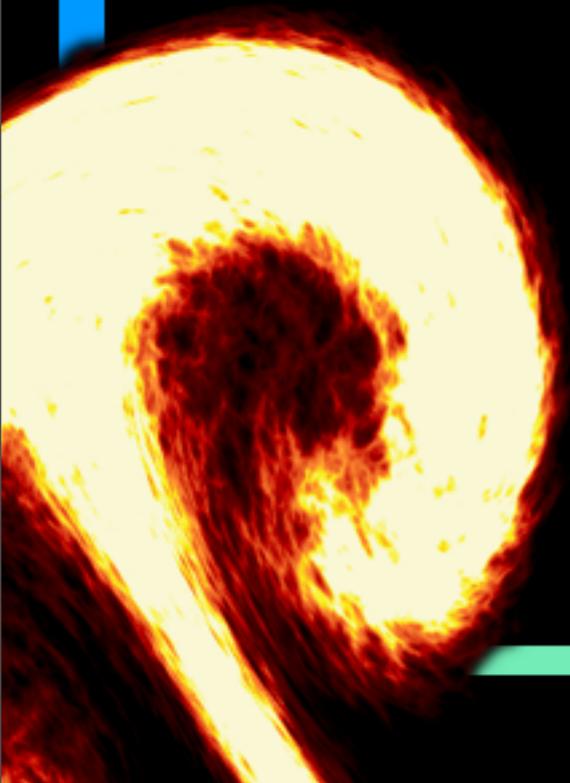
Implémentation sur carte graphique

- **Statistiques sur le “pixel shader” :**
 - **20 R-regs, 14 H-regs**
 - **771 instructions**
 - **48 COSH, 48 SINH, 74 TEX**
- **Résultats**
 - **>25Hz, 400x400 (QuadroFX 1400)**



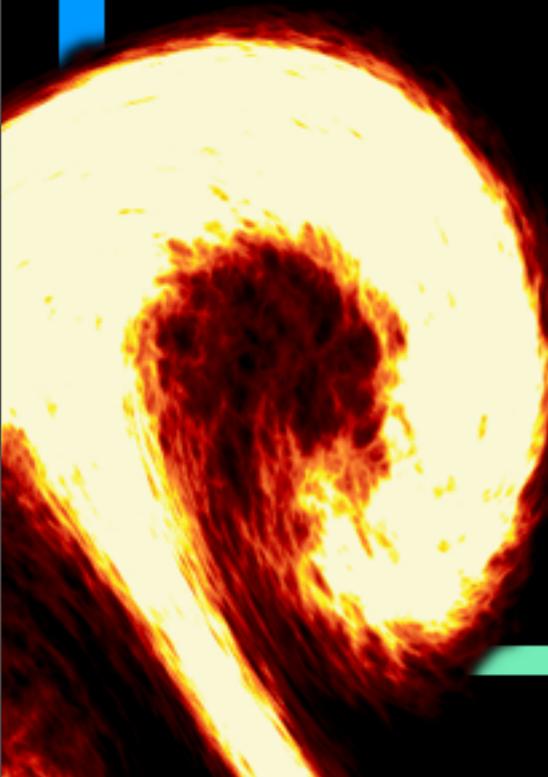
Implémentation sur carte graphique

- Video



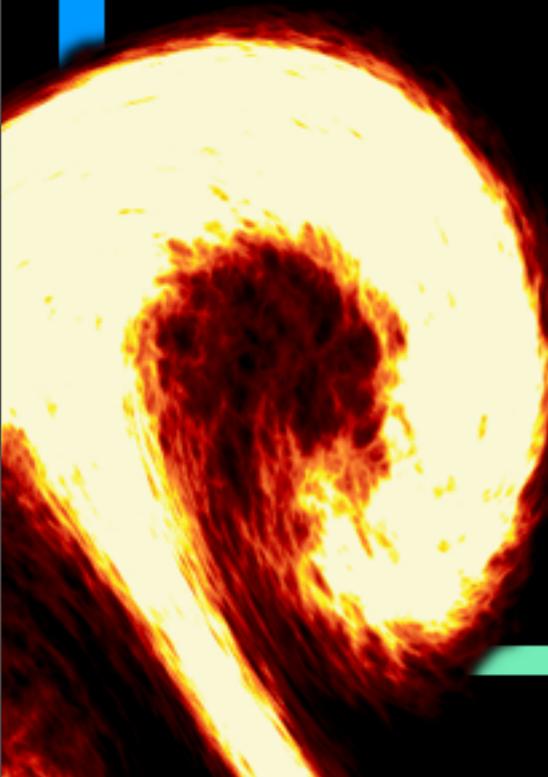
Flow-noise en temps réel

- **Conclusion**
 - **algorithme amélioré**
 - **complexité acceptable**
 - **très peu d'artefacts**
 - **temps réel sur processeur graphique**
 - **utilisable dans un jeu vidéo**



Flow-noise en temps réel

- **Perspectives**
 - coordonnées texture et valeurs de rotation procédurales
 - création de “heightfields” pour les nuages, avec niveaux de détail
 - calcul progressif de texture pour les mouvements lents



Flow-noise en temps réel

- Questions ?

