

# Edition d'images de Poisson

Sébastien Boisgérault, MINES ParisTech

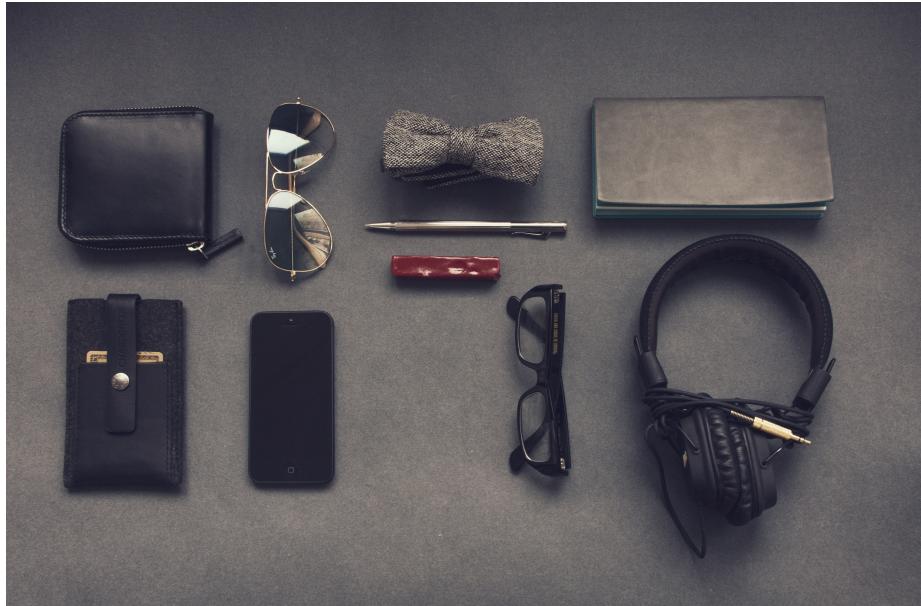


Figure 1: La photo ci-dessus a subi une retouche significative. Mais laquelle ? (Réponse dans la suite)

## Contexte

Restaurer des portions d'images inconnues ou endommagées de façon crédible est un problème important en édition d'images. Avec ce type de fonctionnalité de base disponible, d'autres en découlent ; ainsi pour dissimuler un bouton disgracieux dans un portrait, il suffit de désigner volontairement cette petite zone comme endommagée puis de laisser l'algorithme "réparer"<sup>1</sup> la région en utilisant le reste de l'image.

La solution dite "de Poisson" à ce problème consiste au final<sup>2</sup> à attribuer à chaque pixel dont la couleur est inconnue une couleur qui soit la moyenne des couleurs de ses voisins immédiats. Comme ces couleurs peuvent également être

---

<sup>1</sup>Dans le programme d'édition d'image GIMP, la fonctionnalité s'appelle le *correcteur* dans le documentation française. Il est désigné par un sparadrap et sous le nom *heal tool* dans la version anglaise.

<sup>2</sup>La présentation théorique de la technique décrit le plus souvent les images comme des fonctions  $u$  de variables continues  $x, y \in \mathbb{R}$ . On cherche alors à résoudre l'équation de Poisson  $\Delta u(x, y) = 0$  avec des conditions au bord de type Dirichlet, un problème bien connu des physiciens.

inconnues, la résolution du problème passe par l'inversion d'un (potentiellement gros) système d'équations linéaires.



Figure 2: L'image originale ci-dessus comportait un objet supplémentaire : une montre. Elle a été recouverte dans l'image retouchée par des greffons prélevés dans une zone sans objet, de même texture que le reste de l'arrière plan. La technique de Poisson utilisée ne laisse aucune trace de “couture” sur les bords de la greffe, ce qui rend la retouche assez crédible. (Photographie originale par Vadim Sherbakov, licence Unsplash Creative Commons Zero)

## Objectifs

Ce projet implémentera la méthode dite “de Poisson” pour l'édition d'image.

Le projet se prête à un développement très progressif. La réalisation d'un prototype qui interprète dans une image tous les points (purement) rouge comme des zones abîmées et les remplace par la solution de l'équation de Poisson associée est relativement simple. Mais il existe ensuite de très nombreuses façons potentielles d'améliorer cette version initiale et de relever le niveau de difficulté de l'exercice ; notamment (indicatif) :

- En rajoutant des fonctionnalités. Par exemple en supportant l'utilisation de greffons spécifiques pour la réparation des zones endommagées plutôt qu'en utilisant uniquement les valeurs de l'image en bord de cette zone (support de l'interpolation guidée ; cf exemple d'usage dans les fig. 1 et 2).
- En améliorant la performance de l'application. Le prototype initial sera

vraisemblablement (très) lent, et ce d'autant plus que les zones endommagées seront grandes. Ce problème peut être attaqué de deux façons complémentaires : d'une part mathématiquement, en substituant aux méthodes d'inversion exactes de systèmes linéaires des méthodes approchées et itératives. Et d'autre part informatiquement, en profitant le code existant pour identifier les goulots d'étranglements, puis en adoptant des constructions Python/NumPy plus efficaces et/ou en introduisant avec Cython du code à la performance comparable au langage C.

## Technologies

(indicatif)

- Python,
- NumPy,
- Python Imaging Library (PIL/Pillow),
- Cython.

## Références

- **Poisson image editing.** P. Pérez, M. Gangnet, A. Blake. ACM Transactions on Graphics (SIGGRAPH'03), 22(3):313-318, 2003.
- **The GIMP Documentation.** Paint Tools : Heal.
- **De la photographie numérique à la photographie computationnelle.** F. Sur. Mines Nancy & Loria, Séance 11. “Édition d’images par l’équation de Poisson”.
- **Complex Analysis and Applications.** S. Boisgérault. MINES Paris-Tech. Atelier “Poisson Image Editing”.