



Quelques applications des mathématiques ...

Christophe Saint-Jean

Visite Lycée Fénélon





"Inpainting" = Remplacement d'objets détournés

- **Problématique :**
 - Reconstruction de données manquantes ou endommagées
 - Interpolation ou extrapolation des valeurs de pixels
- **Exemples d'application:**
 - Restauration d'images/vidéos dégradées
 - Suppression d'objets dans des images/vidéos



"Inpainting" = Remplacement d'objets détournés

Exemple :



Source : [Bernard Besserer](#)



"Inpainting" = Remplacement d'objets détournés

Exemple :





"Inpainting" = Remplacement d'objets détournés

Exemple :





"Inpainting" = Remplacement d'objets détournés

- Un exemple de méthode:

"Copier-Coller" !!!!

- quoi : des morceaux d'images valides
- où : dans les trous à combler



"Inpainting" = Suppression d'objets détournés




Trouver des imageries "similaires"

"Inpainting" = Suppression d'objets détournés

- Problèmes à résoudre:
 - Choix de l'ordre des images à copier (Isophote)
 - Préserver les structures de l'image (Visuellement acceptable)
 - Rapidité de calcul
- Démonstrations :
 - Vidéo Island
 - Vidéo cabriolet


"Inpainting" = Suppression d'objets détournés

- Mots clefs :
 - Distance entre images
 - Modélisation physique des images
 - Equations aux dérivées partielles
 - Algorithmique



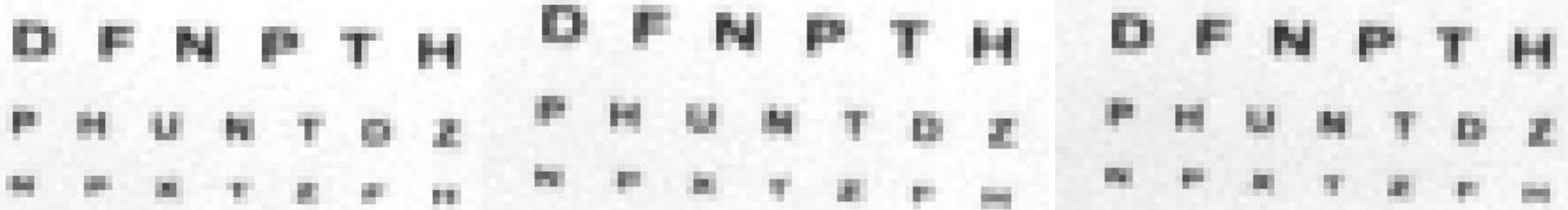
"Super-Résolution" = Amélioration de résolution des images

- **Problématique :**
 - Reconstruction de données manquantes
 - Interpolation ou extrapolation des valeurs de pixels
- **Exemples d'application:**
 - Conversion SD -> HD
 - Lecture de plaques minéralogiques




"Super-Résolution" = Amélioration de résolution des images

Exemple :

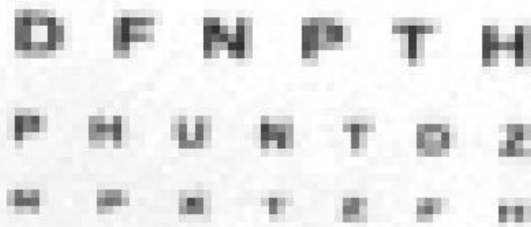


Séquences d'images

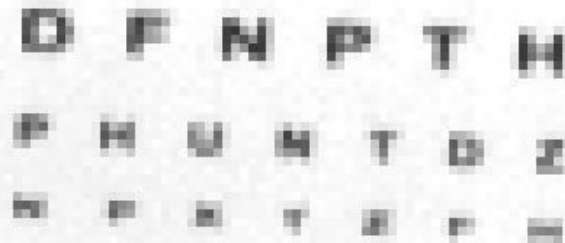


"Super-Résolution" = Amélioration de résolution des images

Exemple :



DEPTH
PHUNTDZ
NPTZFH




DEPTH
PHUNTDZ
NPTZFH



DEPTH
PHUNTDZ
NPTZFH




DEPTH
PHUNTDZ
NPTZFH



"Super-Résolution" = Amélioration de résolution des images

- Problèmes à résoudre :
 - Estimer le déplacement des objets entre deux images
 - recaler les images = faire comme si elles se superposaient parfaitement sans mouvement
 - mélanger les images correctement.
- Démonstration:

Vidéo Livre



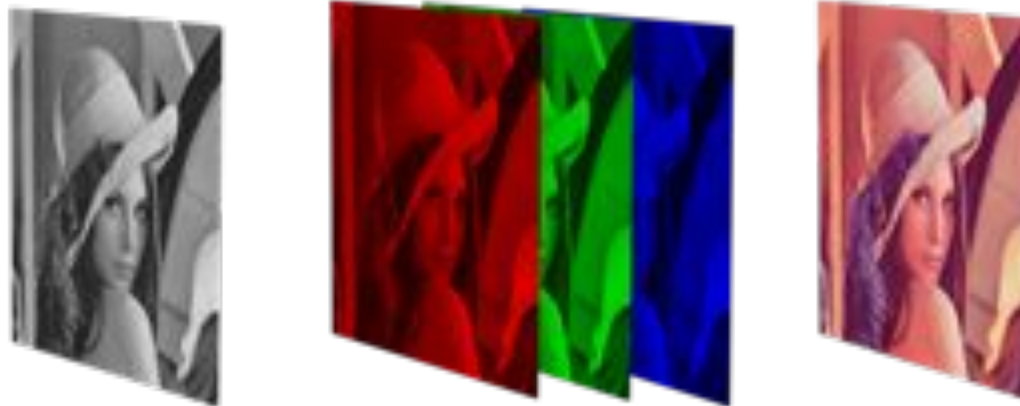
"Super-Résolution" = Amélioration de résolution des images

- Mots clefs :
 - Interpolation/Extrapolation
 - Fonctions d'approximation
 - Modèles Statistiques / Probabilistes
 - Modèle de diffusion
 - Recalage d'images

Colorisation semi-automatique de vidéos

- **Problématique :**

- Transformation d'une image/vidéo "noir et blanc" en couleur



- Limiter l'intervention d'un opérateur humain

- **Exemple d'application: Restauration de films**



Colorisation semi-automatique de vidéos

Exemple de résolution :

- Mise en forme d'un système d'équations à 3 inconnues Y, U, V (Infinité de solutions)
- Ajout de contraintes:
 - Des pixels voisins ont probablement la même couleur U

$$J(U) = \sum_{\mathbf{r}} \left(U(\mathbf{r}) - \sum_{\mathbf{s} \in N(\mathbf{r})} w_{\mathbf{rs}} U(\mathbf{s}) \right)^2$$

- Si la valeur du "gris" est proche

$$w_{\mathbf{rs}} \propto e^{-\frac{(Y(\mathbf{r}) - Y(\mathbf{s}))^2}{2\sigma_{\mathbf{r}}^2}}$$

Colorisation semi-automatique de vidéos

Exemples de résultats :



Source : Colorization Using Optimization [Anat Levin](#), [Dani Lischinski](#), [Yair Weiss](#)



Colorisation semi-automatique de vidéos

Exemples de résultats :



Vidéo Crater

Colorisation semi-automatique de vidéos

On peut aussi recoloriser une image :





Colorisation semi-automatique de vidéos


On peut aussi recoloriser une image :





Colorisation semi-automatique de vidéos

Mots clefs :

- Systèmes d'équations à plusieurs inconnues
 - Contraintes (Régularisation)
 - Optimisation
-
- 

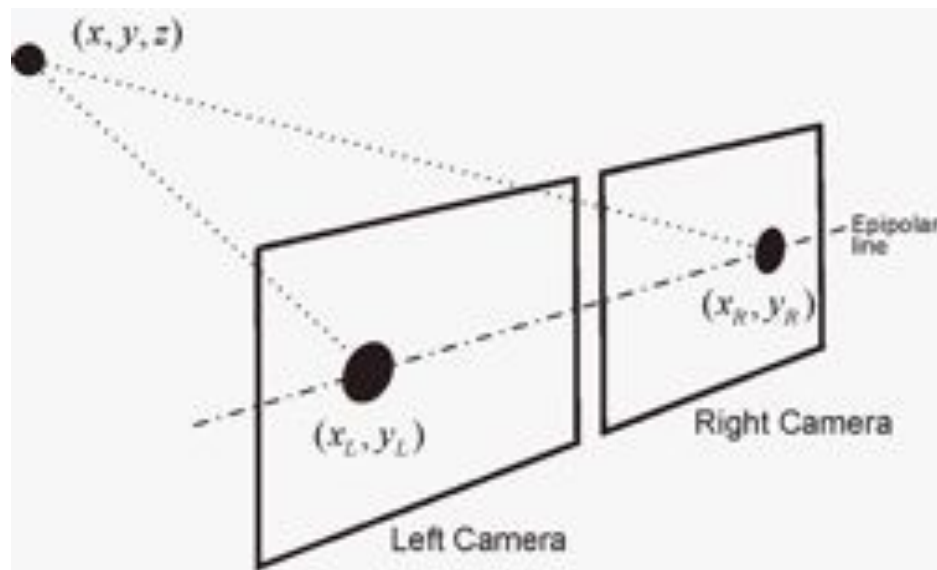
Conversion 2D -> 3D

- Problématique :
Construction une scène "3D" à partir d'une seule image
- Exemples d'application:
 - Métrologie
 - Visites virtuelles



Conversion 2D -> 3D

Méthode classique : Triangulation pour obtenir (x,y,z) à partir de deux images.

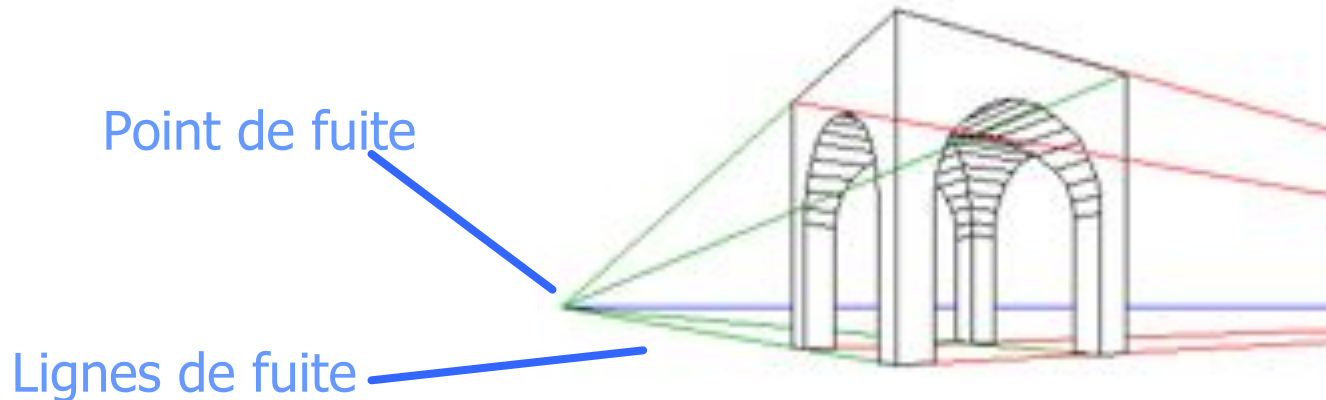


Correspondance de 7 points:
= Paramètres de la projection

Conversion 2D -> 3D

Problématique :

- 3D à partir d'une seule image ??
- A priori **impossible**... mais, si l'on connaît



On peut deviner les paramètres de la projection

Conversion 2D -> 3D

Un exemple de méthode:

- Extraction des lignes (automatique)
 - Définition (manuelle) :
 - de lignes parallèles
 - de points coplanaires
- pour trouver les lignes de fuites
- Déterminer les paramètres de projection

=> Reconstruire, Mesurer ...



Conversion 2D -> 3D



Image originale

Source : Single view metrology, [Antonio Crimisi](#).



Conversion 2D -> 3D



Extraction segments de droite



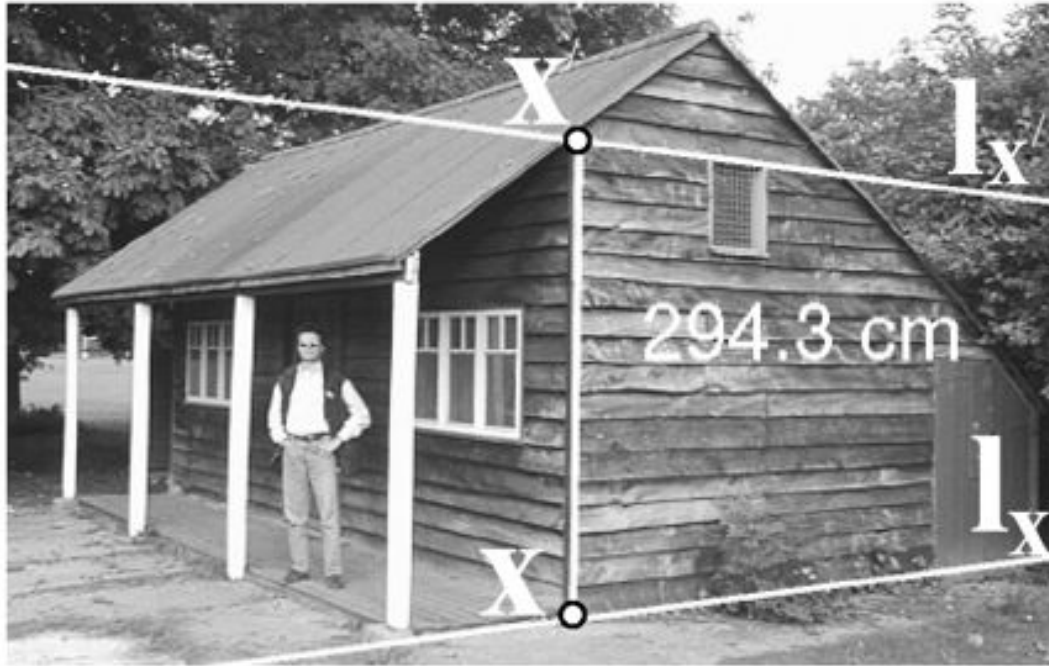
Conversion 2D -> 3D



Lignes de fuite



Conversion 2D -> 3D



Métrologie

Conversion 2D -> 3D

Exemples de reconstruction :

Vidéo Bûcheron Vidéo Musée

Mots clefs :

- Géométrie projective
- Triangulation
- Théorème de Thalès
- Calcul matriciel (Projection)

Kinect 3D

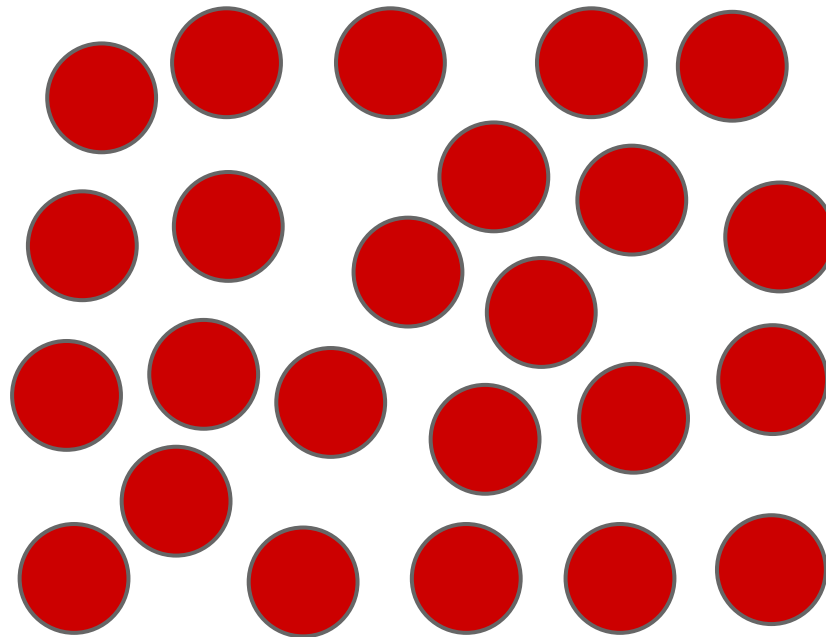
- Périphérique d'acquisition 3D de la console XBOX 360





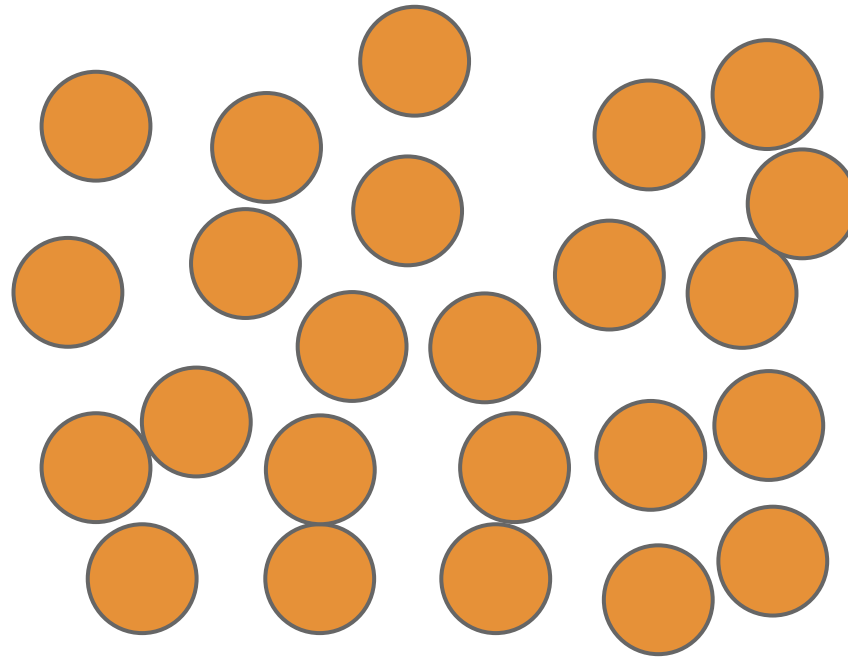
Kinect 3D

- Projection d'une lumière structurée IR



Kinect 3D

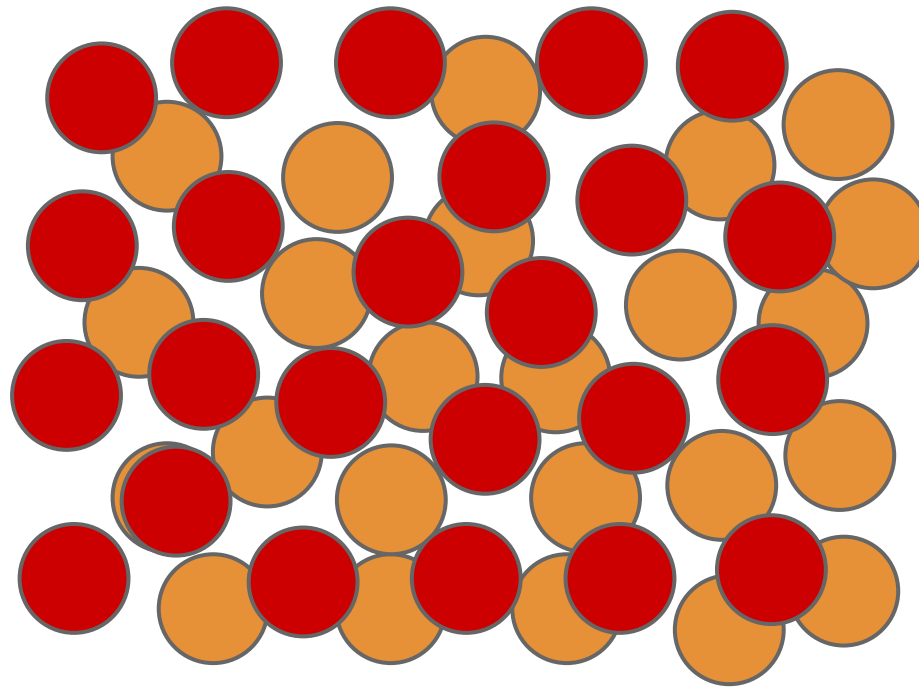
- On comble les trous par projection alternée du motif complémentaire





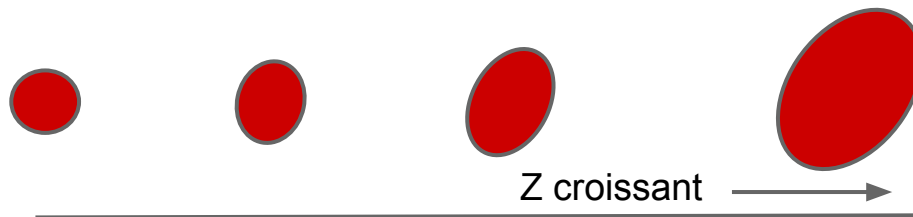
Kinect 3D

- Fréquence > temps d'intégration de l'oeil



Kinect 3D

- Problématique: Comment récupérer "Z" ?
- La Kinect utilise une lentille dont la distance focale est différente en "X" et en "Y"



- Le cercle projeté devient une ellipse dont l'orientation dépend de la profondeur !
- Le capteur IR permet de voir ces ellipses et ensuite d'estimer "Z"



Kinect 3D

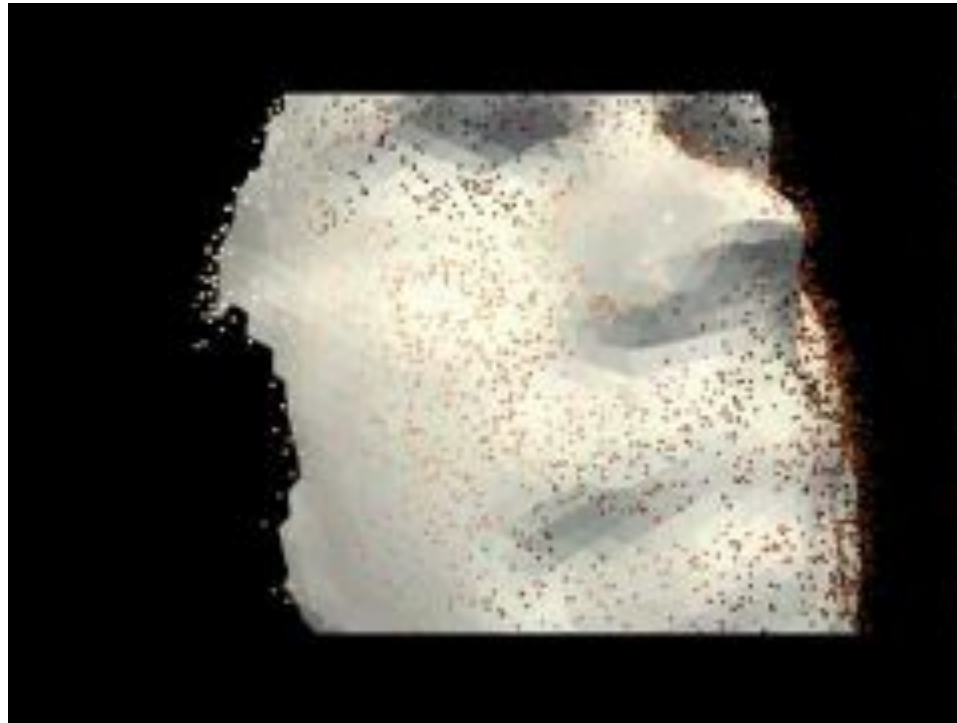
- Exemple de capture d'un nuage de points





Kinect 3D

- Reconstruction de la surface





Kinect 3D

- Plaquage de la texture





Kinect 3D

- Autres usages :
 - Rajout d'un moteur de calcul physique





Kinect 3D

- Autres usages :
 - Génération de modèles 3D.

