

Recalage direct d'images sans région d'intérêt

F. Brunet^{1,2}, A. Bartoli¹, R. Malgouyres¹, N. Navab²

¹Université d'Auvergne [LAIC/ERIM], Clermont-Ferrand

²CAMPAR, Munich, Allemagne

Journée scientifique de l'école doctorale SPI, 4 juin 2010

Introduction

- Recalage (alignement) d'images
- Modèle paramétrique
- Rigide / déformable
- Approche directe (photométrie)

Contribution : résolution des problèmes posés par le « chevauchement » et la « région d'intérêt »

Plan

- Qu'est-ce que le recalage ?
 - Principe général
 - Quelques applications
 - Grandes approches
- Problème : chevauchement et région d'intérêt
- Solution proposée
- Résultats

Qu'est-ce que le recalage ?

Déterminer une transformation géométrique qui aligne une image source et une image cible



Image source S

En paramétrique
trouver $\mathbf{p}$ tel que :

$$\mathcal{W}(\cdot; \mathbf{p})$$

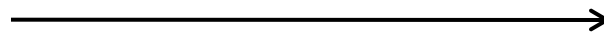


Image cible T



Applications

Mosaïques d'images



[Source : R. Szeliski. Image alignment and stitching: A tutorial. *Foundations and Trends in Computer Graphics and Vision*, 2006.]

Applications

Rectification d'images

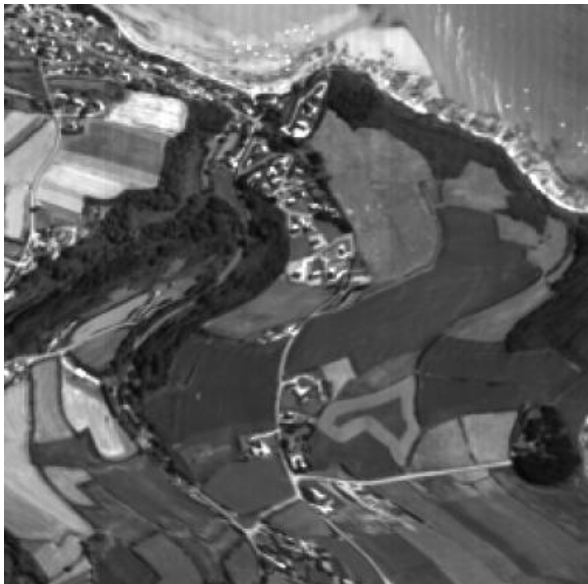


Image source CASI



Ortho-image cible IGN

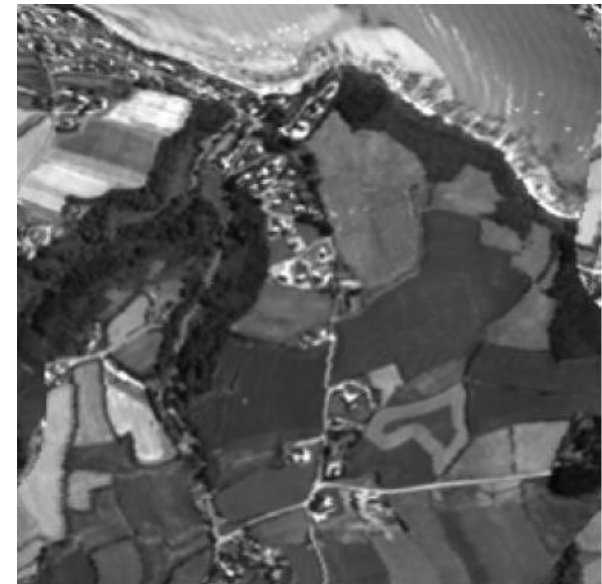


Image source rectifiée

[Source : C. Cariou, K. Chedhi. Recalage semi-rigide d'images de scanner aéroporté. *Colloque sur le traitement du signal et des images*, 2005.]

Applications

Asservissement visuel



Image « désirée » (source)



Image « vue » (cible)

[Source : C. Collewet, E. Marchand. Colorimetry-based visual servoing. *IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems*, 2009.]

Applications

Et cætera

- Imagerie médicale
- Super-résolution
- Reconstruction 3D à partir d'images

Deux grandes approches

- L'approche géométrique
- L'approche directe (ou photométrique)

L'approche géométrique

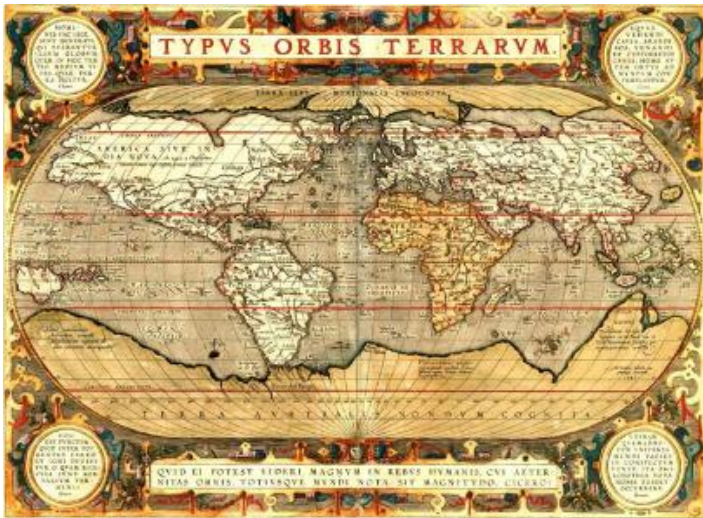


Image source S

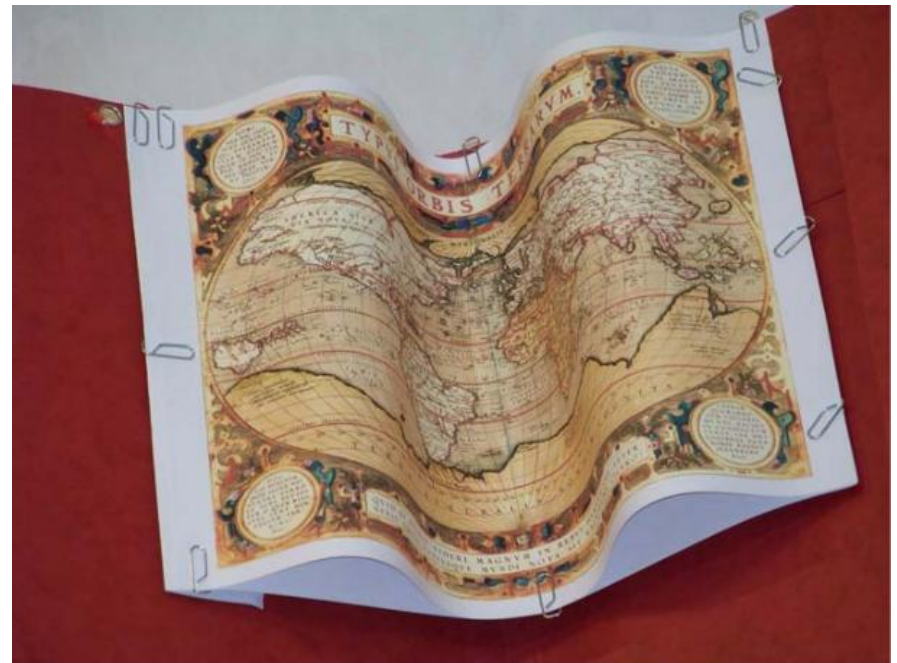
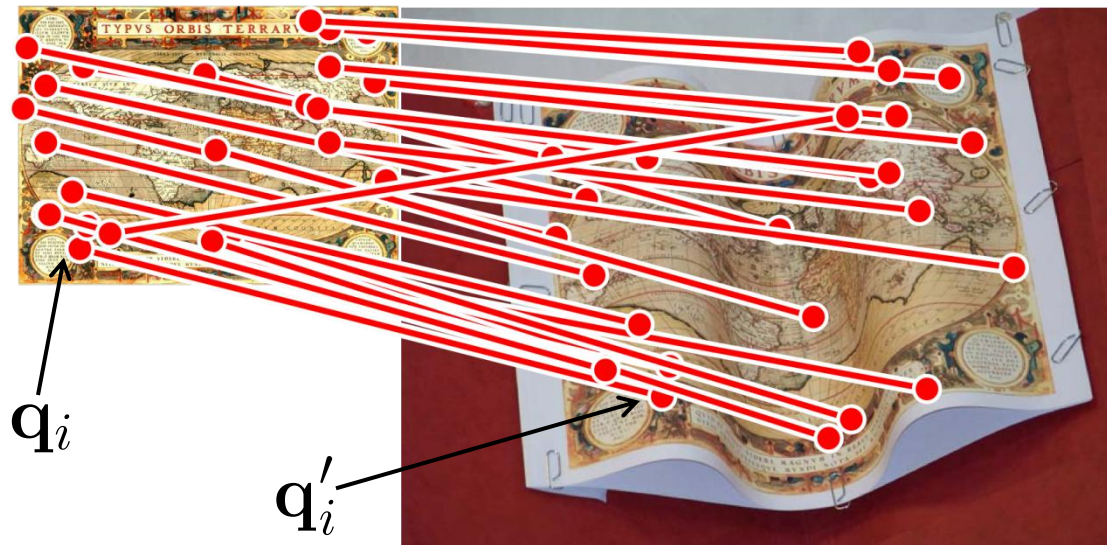


Image cible T

L'approche géométrique

Extraction de correspondances de points

$$\{\mathbf{q}_i \leftrightarrow \mathbf{q}'_i\}_{i=1}^n$$



[Méthode : SIFT, SURF, ...]

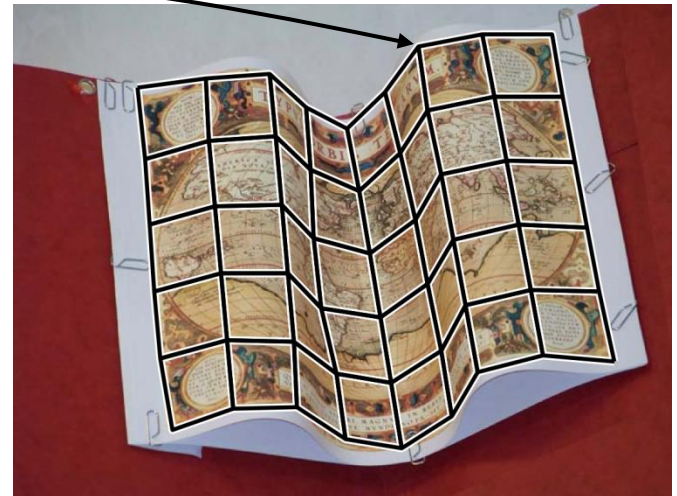
L'approche géométrique

Calcul des paramètres $\mathbf{p}^*$ de la transformation à partir des correspondances de points

$$\mathbf{p}^* = \arg \min_{\mathbf{p}} \sum_{i=1}^n \|\mathcal{W}(\mathbf{q}_i; \mathbf{p}) - \mathbf{q}'_i\|^2$$

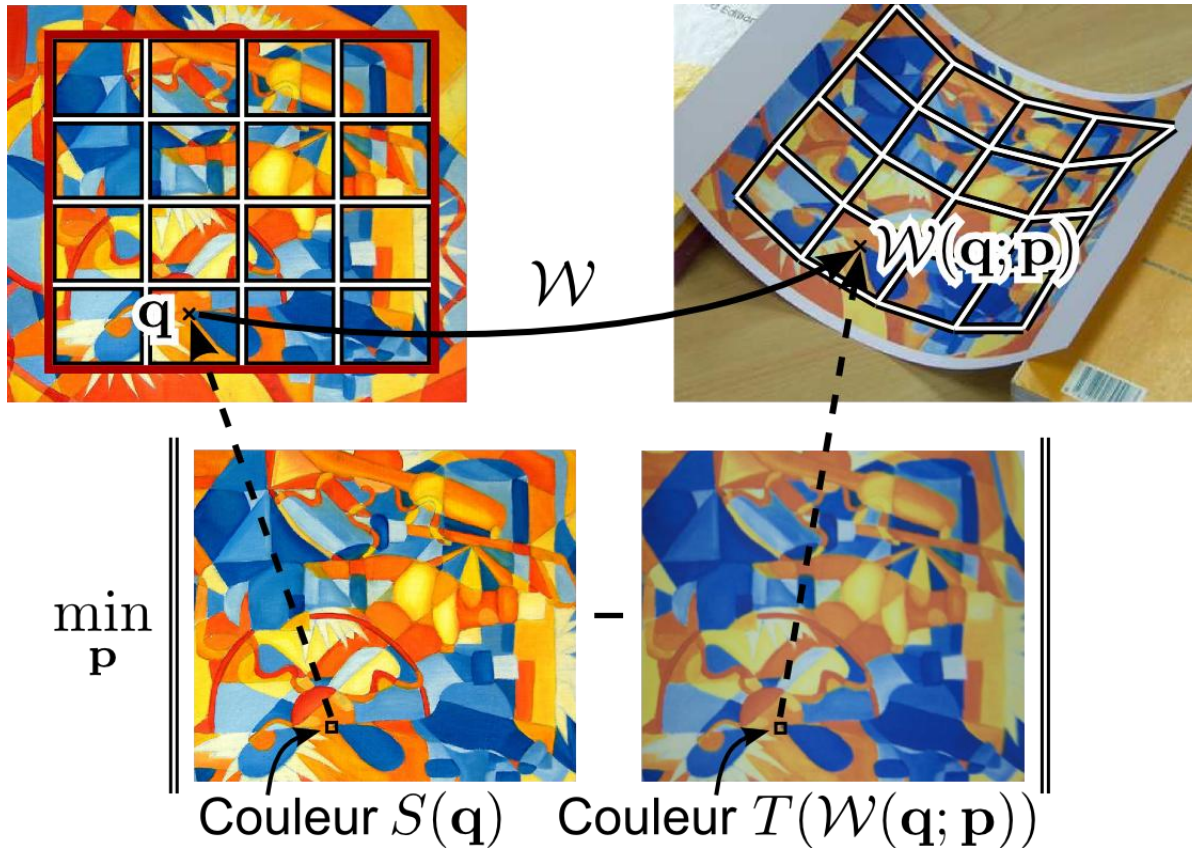


$\mathcal{W}(\cdot; \mathbf{p}^*)$



L'approche directe

$$\mathbf{p}^* = \arg \min_{\mathbf{p}} \sum_{\mathbf{q} \in \mathcal{R}} \|S(\mathbf{q}) - T(\mathcal{W}(\mathbf{q}; \mathbf{p}))\|^2$$



Robustesse



Image source S



Occultation

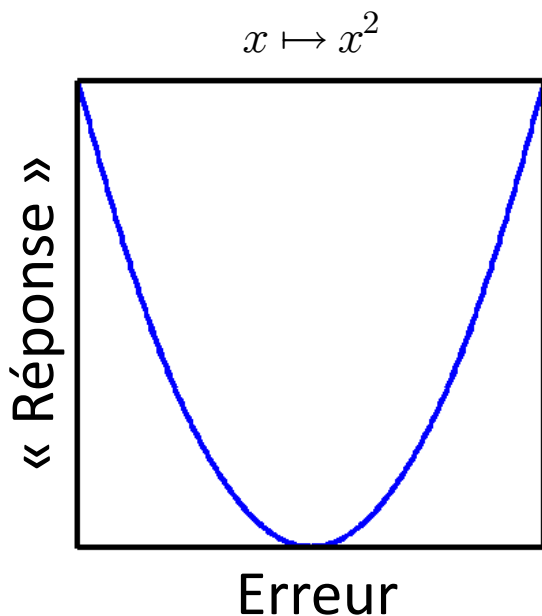


Spécularité

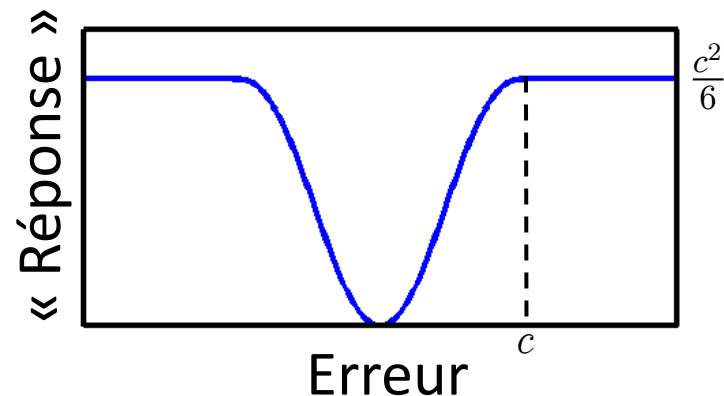
Images cibles T

M-estimateur

Fonction bicarrée de Tukey

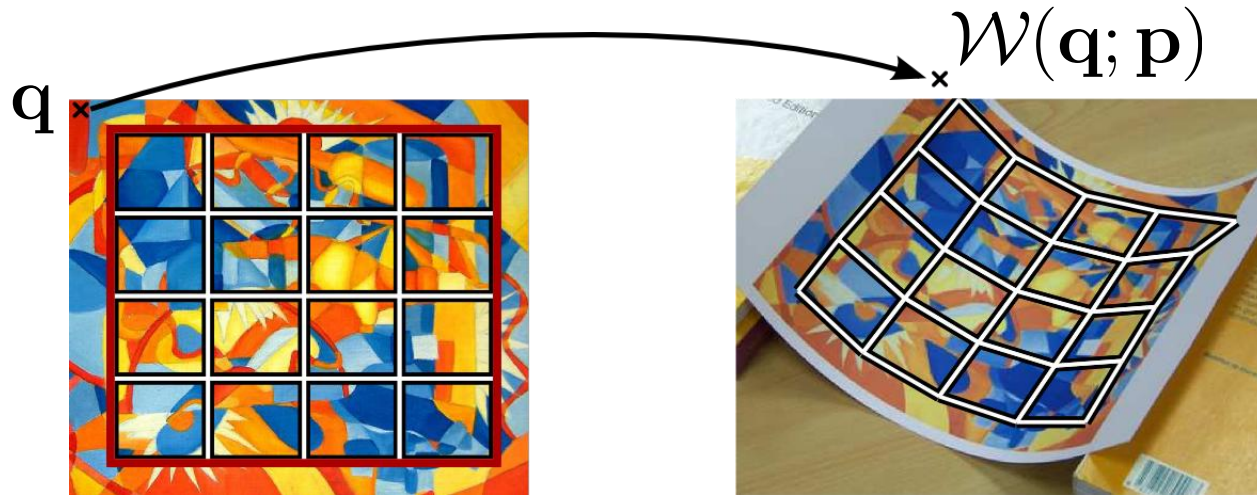


$$x \mapsto \rho(x) = \begin{cases} \frac{c^2}{6} \left(1 - \left(1 - \frac{x^2}{c^2} \right)^3 \right) & \text{si } |x| \leq c \\ \frac{c^2}{6} & \text{sinon} \end{cases}$$



$$\mathbf{p}^* = \arg \min_{\mathbf{p}} \sum_{\mathbf{q} \in \mathcal{R}} \rho(\|S(\mathbf{q}) - T(\mathcal{W}(\mathbf{q}; \mathbf{p}))\|)$$

Chevauchement & région d'intérêt



La fonction de coût

$$\rho(\|S(q) - T(\mathcal{W}(q; p))\|)$$

n'est pas définie

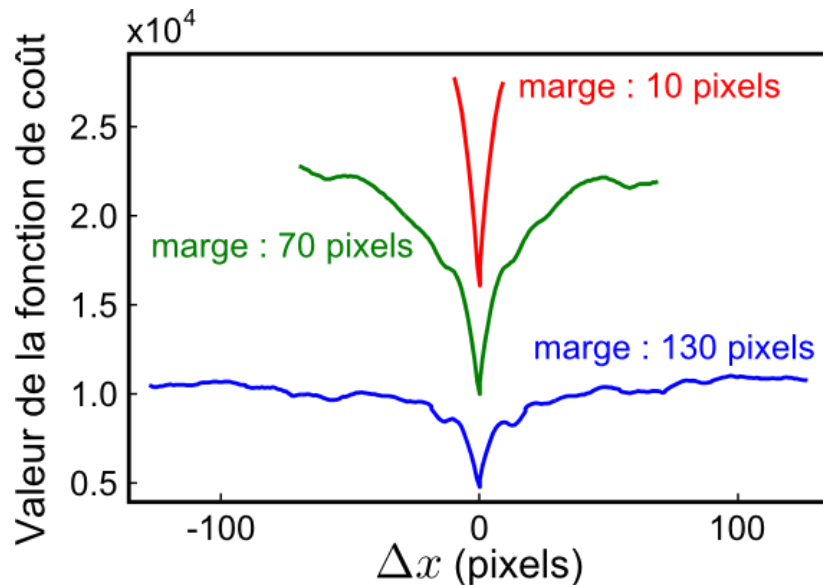
Chevauchement & région d'intérêt

- Il faut donc une région d'intérêt correcte
- Une région d'intérêt est correcte si elle complètement incluse dans le chevauchement
- Mais le chevauchement réel est inconnu avant recalage



Région d'intérêt polygonale

- Approche classique : supprimer une marge dans l'image source
- Problème : taille de la marge ?



	Grande marge (petite RdI)	Petite margin (grande RdI)
Amplitude maximale de la transformation	+	-
Quantité d'information disponible pour estimer la transformation	-	+

Région d'intérêt adaptative

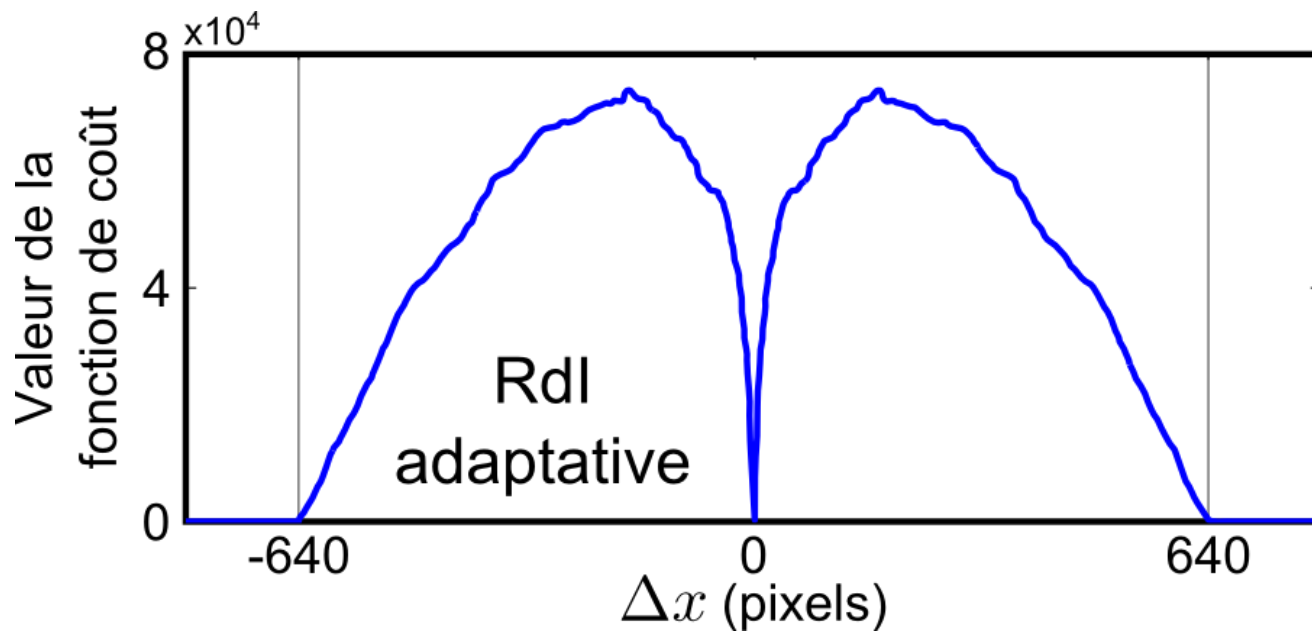
- Approche proposée par Pires & Aguiar*
- Principe : on oublie les points qui « gênent »

$$\min_{\mathbf{p}} \sum_{\mathbf{q} \in \mathcal{R}_A(\mathbf{p})} \|S(\mathbf{q}) - T(\mathcal{W}(\mathbf{q}; \mathbf{p}))\|^2$$

- De nombreux problèmes
 - Fonction de coût mal posée
 - Comment optimise-t-on cette fonction ?

* B. Pires, P. Aguiar. Registration of images with small overlap. *IEEE Workshop on Multimedia Signal Processing*, 2004

Région d'intérêt adaptative

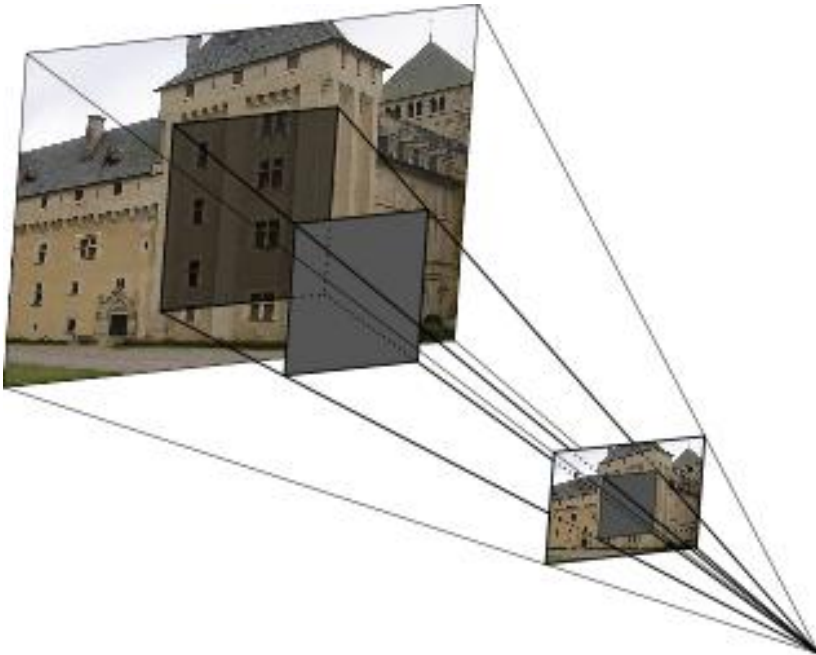


Notre approche

- Nouvelle approche sans région d'intérêt
- Principe :
 - On utilise tous les pixels de l'image source
 - On pénalise ceux qui sortent de l'image cible
- Maximisation de la taille du chevauchement
- Pénalité fixe égale à celle d'un pixel erroné

Notre approche

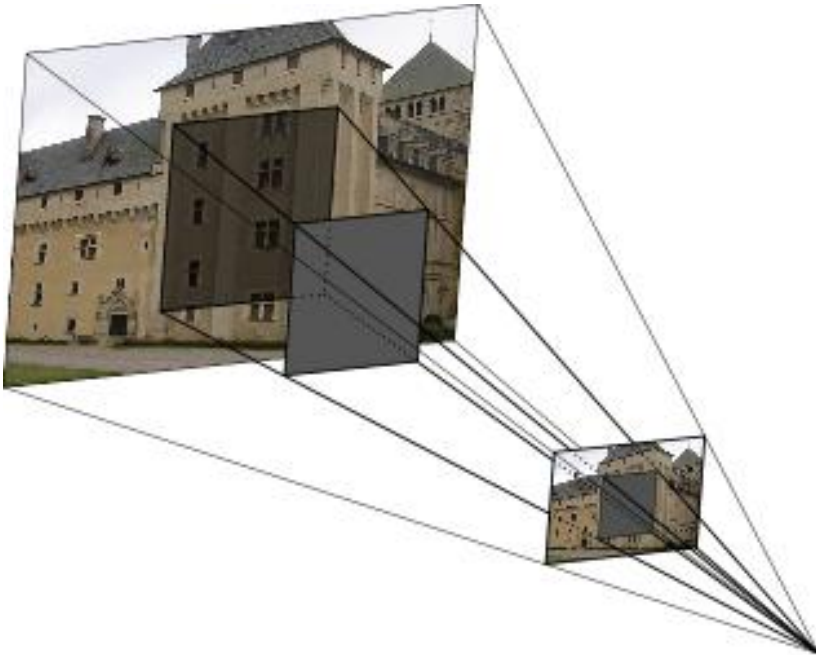
Justification intuitive



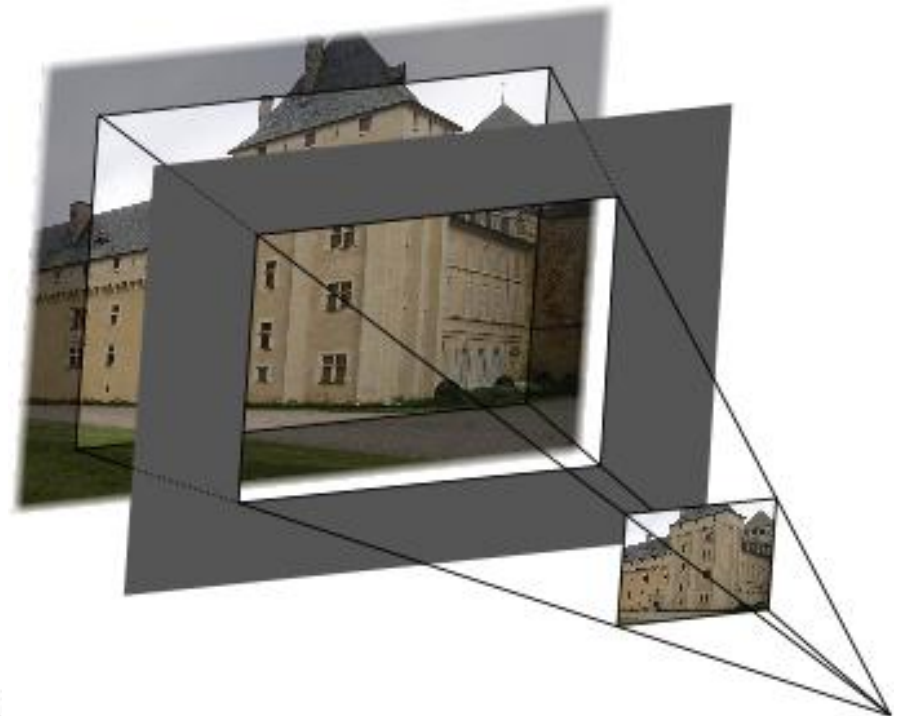
Données erronées classiques
(occultations, spécularités)

Notre approche

Justification intuitive



Données erronées classiques
(occultations, spécularités)

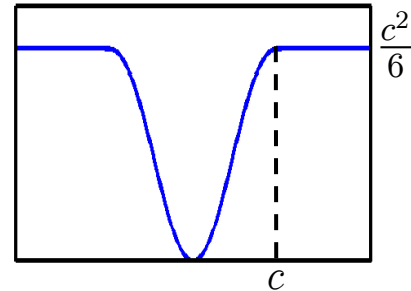


Pixels hors-cibles

Notre approche

Mise en équation (1/2)

$$\min_{\mathbf{p}} \sum_{\substack{\mathbf{q} \in \Omega_S \\ \mathbf{q}' \in \Omega_T}} \rho(\|S(\mathbf{q}) - T(\mathbf{q}')\|) + \sum_{\substack{\mathbf{q} \in \Omega_S \\ \mathbf{q}' \notin \Omega_T}} \frac{c^2}{6}$$



$$\min_{\mathbf{p}} \sum_{\substack{\mathbf{q} \in \Omega_S \\ \mathbf{q}' \in \Omega_T}} \rho(\|S(\mathbf{q}) - T(\mathbf{q}')\|) + \sum_{\substack{\mathbf{q} \in \Omega_S \\ \mathbf{q}' \notin \Omega_T}} \rho(x_0)$$

$$\min_{\mathbf{p}} \sum_{\mathbf{q} \in \Omega_S} \rho\left([\mathbf{q} \in \Omega_S] \|S(\mathbf{q}) - T(\mathbf{q}')\| + [\mathbf{q} \notin \Omega_S] x_0\right)$$

Notre approche

Mise en équation (2/2)

$$\min_{\mathbf{p}} \sum_{\mathbf{q} \in \Omega_S} \rho \left([\mathbf{q} \in \Omega_S] \|S(\mathbf{q}) - T(\mathbf{q}')\| + [\mathbf{q} \notin \Omega_S] x_0 \right)$$

$$\min_{\mathbf{p}} \sum_{\mathbf{q} \in \Omega_S} \rho (\|S(\mathbf{q}) - T_{\infty}(\mathbf{q}')\|)$$

$$\text{avec } T_{\infty}(\mathbf{q}) = \begin{cases} T(\mathbf{q}) & \text{si } \mathbf{q} \in \Omega_S \\ \alpha & \text{sinon} \end{cases} \quad \text{et } \Omega_{T_{\infty}} = \mathbb{R}^2$$

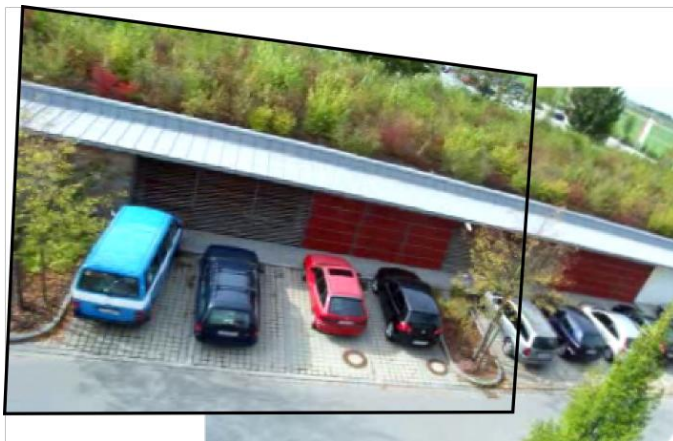
Résultats

Panorama maximal

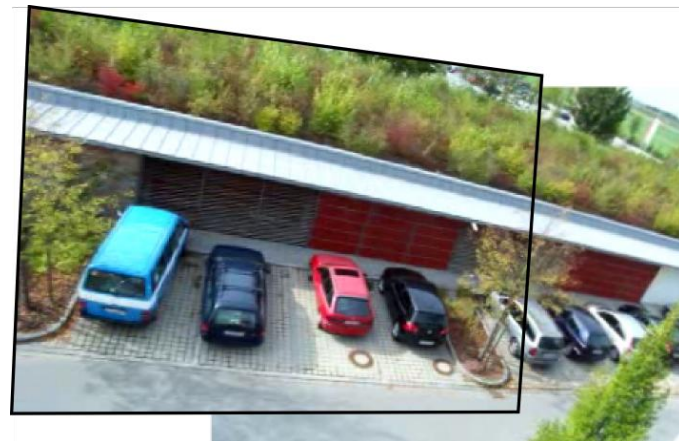
Rdl rectangulaire (petite marge)



Rdl rectangulaire (grande marge)



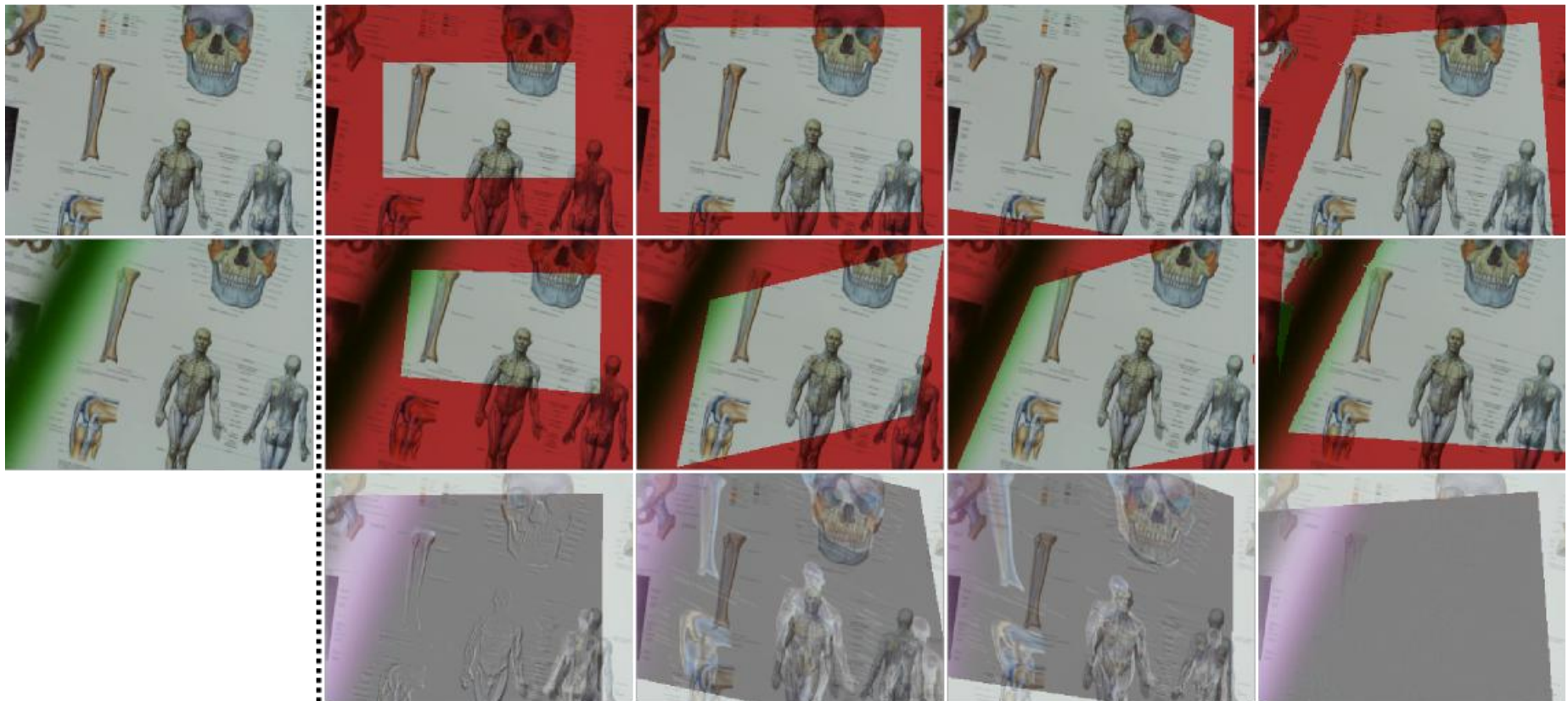
Rdl adaptative



Notre approche

Résultats

Exemple : homographie + occultation



Résultats

Exemple déformable

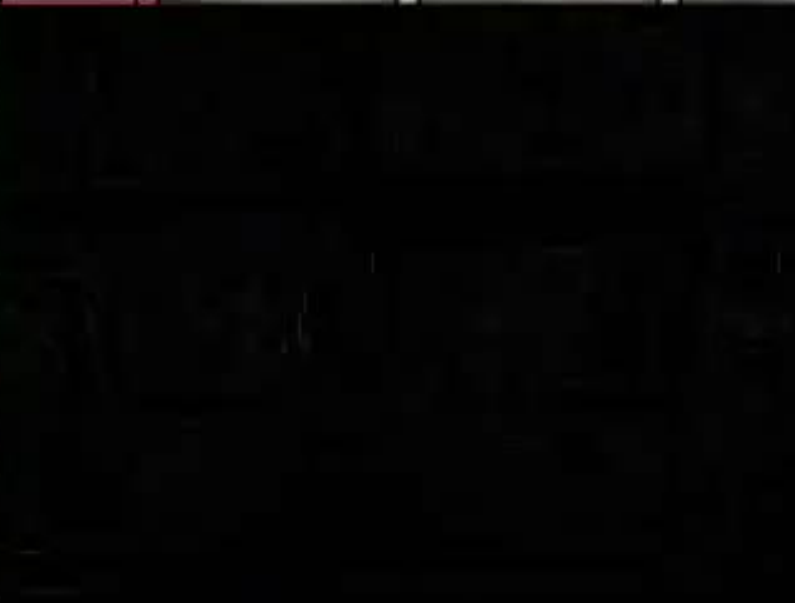


Source image

Target image



Warped target



Difference image

Source image
(pattern)

Target image

Warped target

Our approach



Rectangular RoI
(large margin)



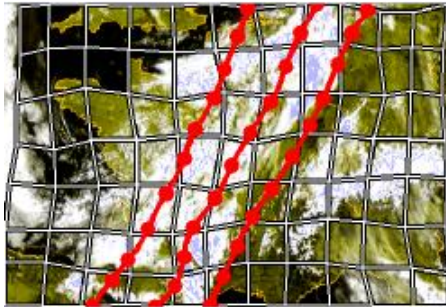
Rectangular RoI
(small margin)



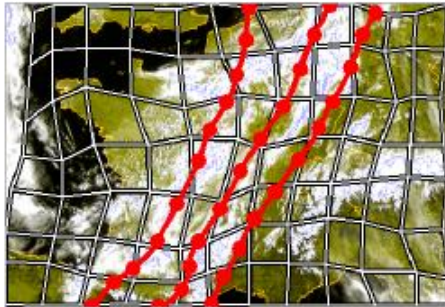
Résultats

Suivi de nuages

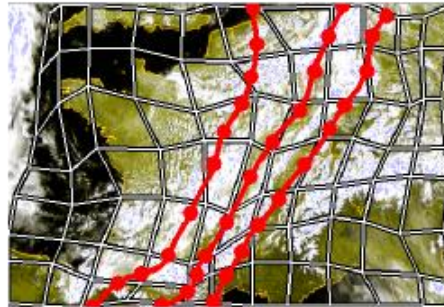
9 h 00



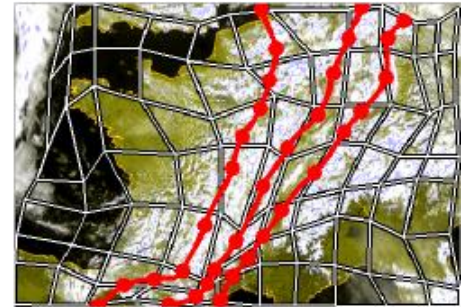
10 h 30



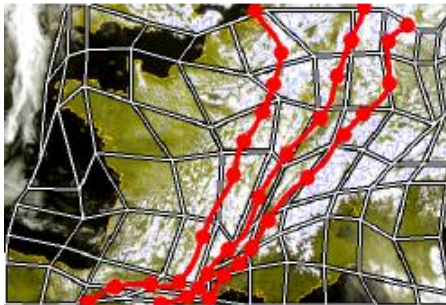
12 h 00



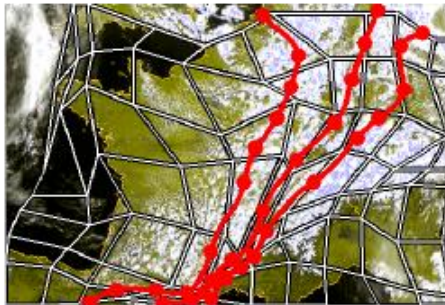
13 h 30



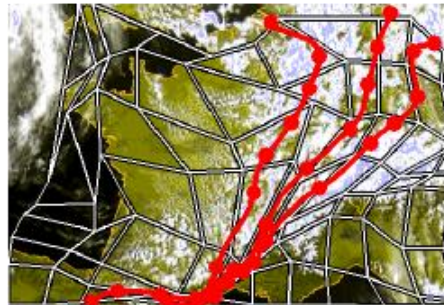
15 h 00



16 h 30

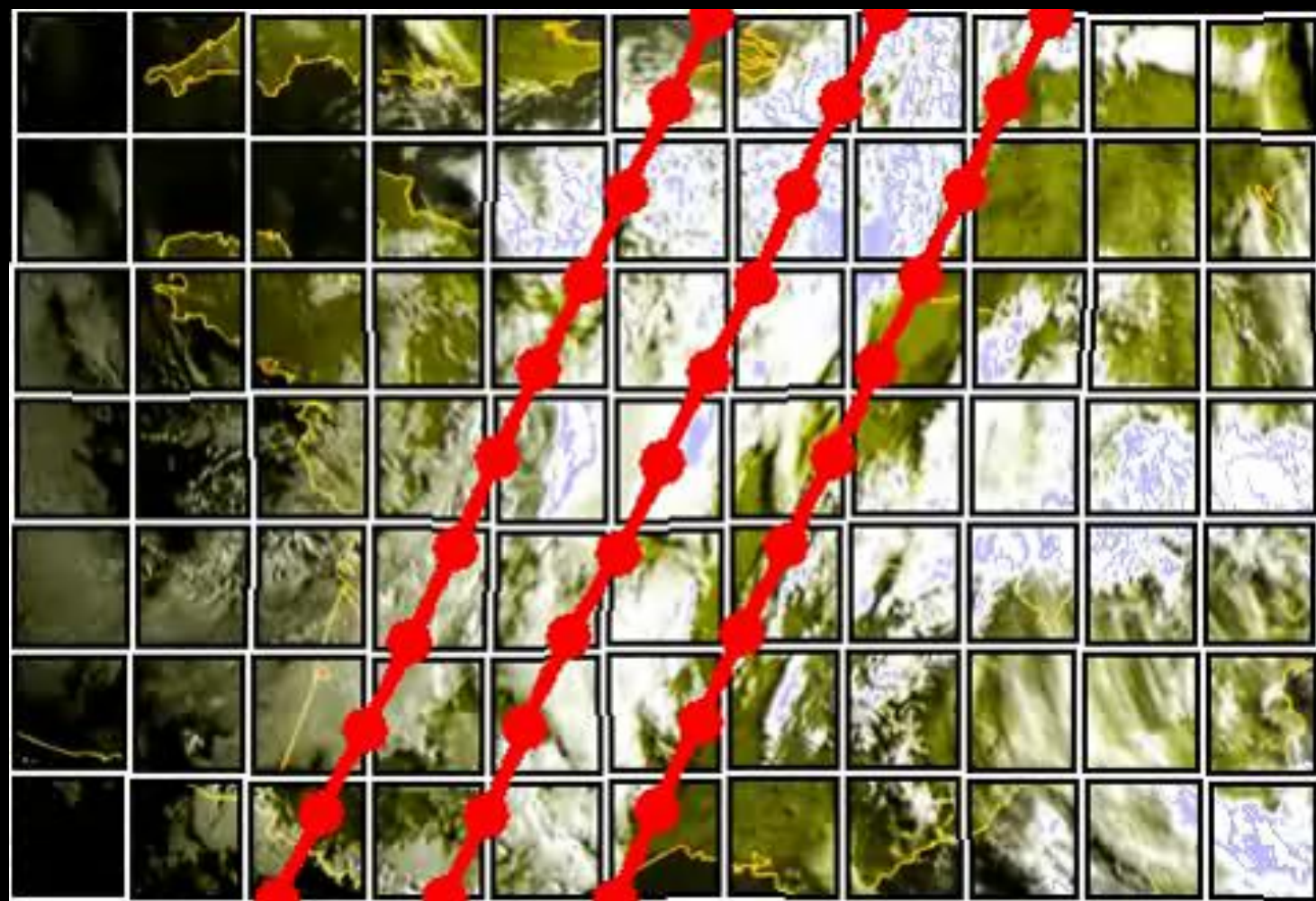


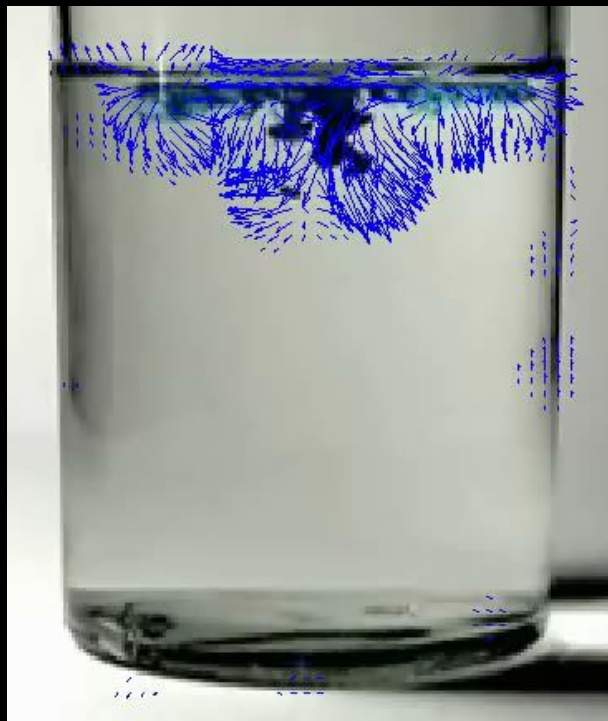
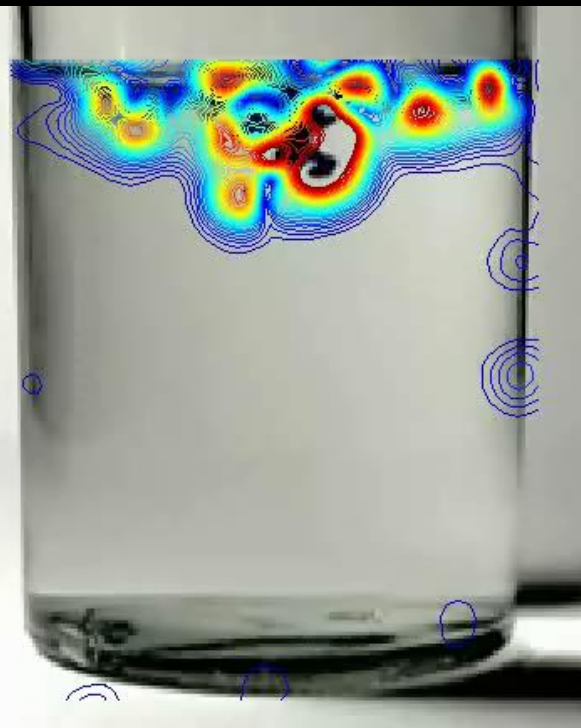
18 h 00



19 h 30







Conclusion

- Nouvelle approche pour le recalage direct d'images
- Résout de manière élégante les problèmes liés à la région d'intérêt
- Repose sur l'unification des pixels erronés et des pixels hors-cible