

Mise en correspondance stéréoscopique d'images couleur en présence d'occultations

Thèse présentée par

Sylvie CHAMBON

pour l'obtention du doctorat de l'Université Paul Sabatier – Toulouse III

Directeur de thèse : Alain CROUZIL

Institut de Recherche en Informatique de Toulouse

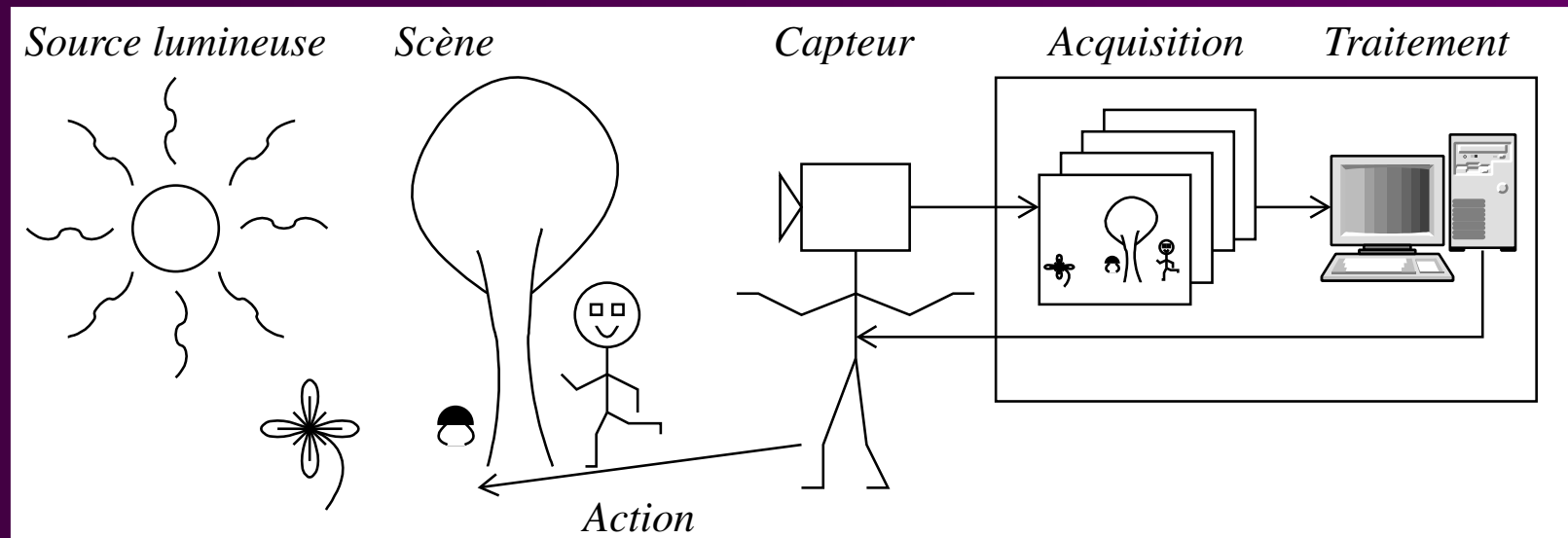
Équipe TCI – Traitement et Compréhension d'Images



Introduction

Vision par ordinateur

- Objectif : tenter de reproduire le système visuel humain



- Trois aspects
 - Reconnaissance des formes
 - Analyse du mouvement
 - Reconstruction du relief
- Reconstruction du relief : **stéréovision binoculaire**

Introduction

Stéréovision binoculaire

- Trois étapes : calibrage, **mise en correspondance** et triangulation
- Primitives considérées : pixels
- Cas particulier : images rectifiées
- Mise en correspondance de pixels : estimation de la fonction de disparité



Introduction

Stéréovision binoculaire

- Trois étapes : calibrage, **mise en correspondance** et triangulation
- Primitives considérées : pixels
- Cas particulier : images rectifiées
- Mise en correspondance de pixels : estimation de la fonction de disparité



i



j

Introduction

Stéréovision binoculaire

- Trois étapes : calibrage, **mise en correspondance** et triangulation
- Primitives considérées : pixels
- Cas particulier : images rectifiées
- Mise en correspondance de pixels : estimation de la fonction de disparité



j



i

v

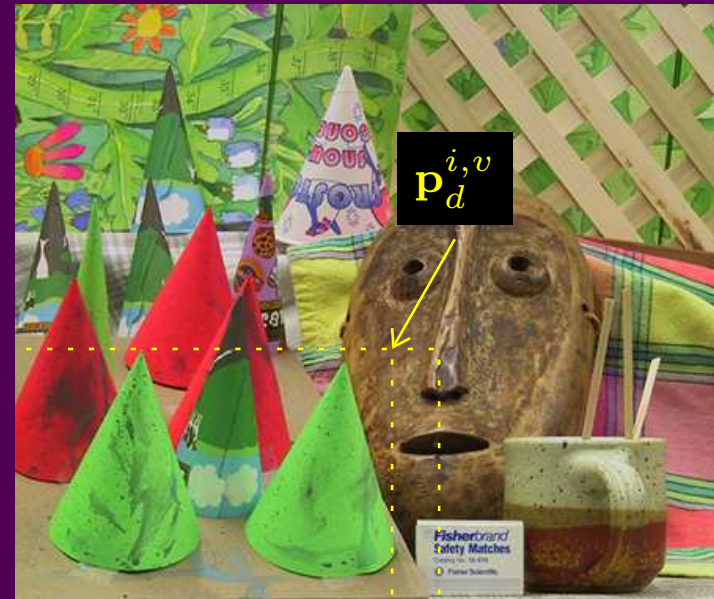
Introduction

Stéréovision binoculaire

- Trois étapes : calibrage, **mise en correspondance** et triangulation
- Primitives considérées : pixels
- Cas particulier : images rectifiées
- Mise en correspondance de pixels : estimation de la fonction de disparité



j



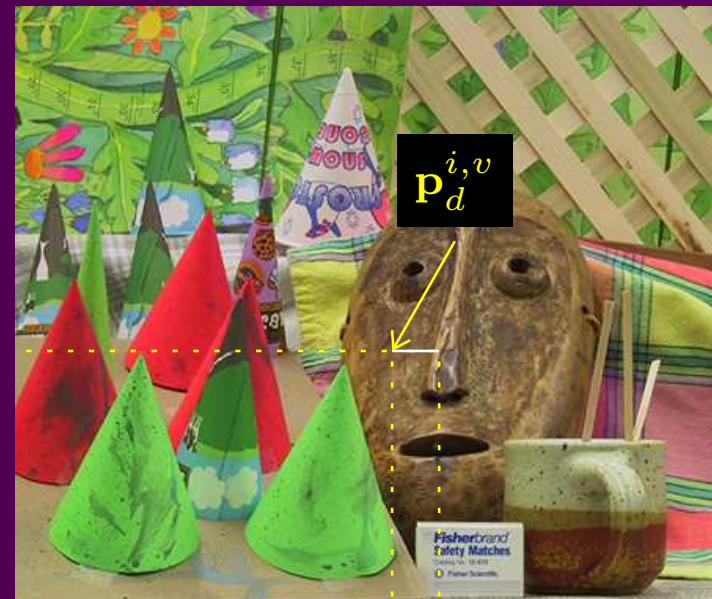
i

$v j$

Introduction

Stéréovision binoculaire

- Trois étapes : calibrage, **mise en correspondance** et triangulation
- Primitives considérées : pixels
- Cas particulier : images rectifiées
- Mise en correspondance de pixels : estimation de la fonction de disparité



$$j \quad d = (0 \quad v - j)^T \quad v \quad j$$

Introduction

Problématique

- Méthodes de mise en correspondance : très nombreuses
- Problème de l'évaluation et de la comparaison : protocole
- Mise en correspondance par corrélation : nombreuses mesures de corrélation
- Images couleur : prise en compte dans les méthodes par corrélation
- Difficultés : discontinuités de profondeur/occultations

Introduction

Problématique

- Méthodes de mise en correspondance : très nombreuses
- Problème de l'évaluation et de la comparaison : protocole
- Mise en correspondance par corrélation : nombreuses mesures de corrélation
- Images couleur : prise en compte dans les méthodes par corrélation
- Difficultés : discontinuités de profondeur/occultations



Introduction

Problématique

- Méthodes de mise en correspondance : très nombreuses
- Problème de l'évaluation et de la comparaison : protocole
- Mise en correspondance par corrélation : nombreuses mesures de corrélation
- Images couleur : prise en compte dans les méthodes par corrélation
- Difficultés : discontinuités de profondeur/occultations



Introduction

Problématique

- Méthodes de mise en correspondance : très nombreuses
- Problème de l'évaluation et de la comparaison : protocole
- Mise en correspondance par corrélation : nombreuses mesures de corrélation
- Images couleur : prise en compte dans les méthodes par corrélation
- Difficultés : discontinuités de profondeur/occultations



Introduction

Problématique

- Méthodes de mise en correspondance : très nombreuses
- Problème de l'évaluation et de la comparaison : protocole
- Mise en correspondance par corrélation : nombreuses mesures de corrélation
- Images couleur : prise en compte dans les méthodes par corrélation
- Difficultés : discontinuités de profondeur/occultations



Introduction

Problématique

- Méthodes de mise en correspondance : très nombreuses
- Problème de l'évaluation et de la comparaison : protocole
- Mise en correspondance par corrélation : nombreuses mesures de corrélation
- Images couleur : prise en compte dans les méthodes par corrélation
- Difficultés : discontinuités de profondeur/occultations



Introduction

Problématique

- Méthodes de mise en correspondance : très nombreuses
- Problème de l'évaluation et de la comparaison : protocole
- Mise en correspondance par corrélation : nombreuses mesures de corrélation
- Images couleur : prise en compte dans les méthodes par corrélation
- Difficultés : discontinuités de profondeur/occultations



Introduction

Problématique

- Méthodes de mise en correspondance : très nombreuses
- Problème de l'évaluation et de la comparaison : protocole
- Mise en correspondance par corrélation : nombreuses mesures de corrélation
- Images couleur : prise en compte dans les méthodes par corrélation
- Difficultés : discontinuités de profondeur/occultations



Introduction

Problématique

- Méthodes de mise en correspondance : très nombreuses
- Problème de l'évaluation et de la comparaison : protocole
- Mise en correspondance par corrélation : nombreuses mesures de corrélation
- Images couleur : prise en compte dans les méthodes par corrélation
- Difficultés : discontinuités de profondeur/occultations



Introduction

Problématique

- Méthodes de mise en correspondance : très nombreuses
- Problème de l'évaluation et de la comparaison : protocole
- Mise en correspondance par corrélation : nombreuses mesures de corrélation
- Images couleur : prise en compte dans les méthodes par corrélation
- Difficultés : discontinuités de profondeur/occultations



Introduction

Problématique

- Méthodes de mise en correspondance : très nombreuses
- Problème de l'évaluation et de la comparaison : protocole
- Mise en correspondance par corrélation : nombreuses mesures de corrélation
- Images couleur : prise en compte dans les méthodes par corrélation
- Difficultés : discontinuités de profondeur/occultations



Plan

- Mise en correspondance stéréoscopique de pixels
- Protocole d'évaluation et de comparaison
- Mise en correspondance par corrélation des niveaux de gris : corrélation 1D
- Mise en correspondance par corrélation couleur : corrélation 3D
- Prise en compte des occultations : méthodes hybrides
- Conclusion et perspectives

Plan

- Mise en correspondance stéréoscopique de pixels
 - Introduction
 - Éléments constitutants
 - Algorithme générique complet
 - Classification
 - Conclusion
- Protocole d'évaluation et de comparaison
- Mise en correspondance par corrélation des niveaux de gris : corrélation 1D
- Mise en correspondance par corrélation couleur : corrélation 3D
- Prise en compte des occultations : méthodes hybrides
- Conclusion et perspectives

Mise en correspondance de pixels

Introduction

- Principaux états de l'art
 - [Scharstein 02]
 - Décomposition en 4 éléments constituants
 - Classification en 4 familles
 - [Brown 03]
 - Méthodes locales/méthodes globales
 - Méthodes d'optimisation
- Objectifs : compléter ces travaux
 - Décomposition en éléments constituants
 - Algorithme générique complet
 - Nouvelle classification

Mise en correspondance de pixels

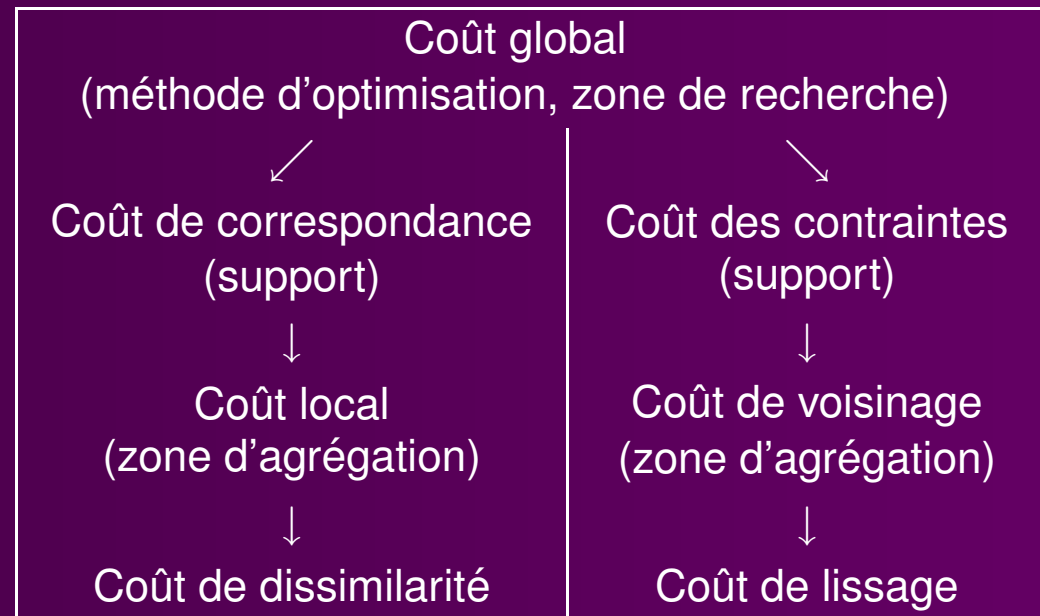
Éléments constitutants

- Primitives et attributs *
- Prétraitement des images
- Coût global de mise en correspondance *
- Méthode d'optimisation *
- Zone de recherche *
- Support *
- Zones d'agrégation *
- Affinement des résultats
- Passages multiples
- Multirésolution

Mise en correspondance de pixels

Éléments constitutants

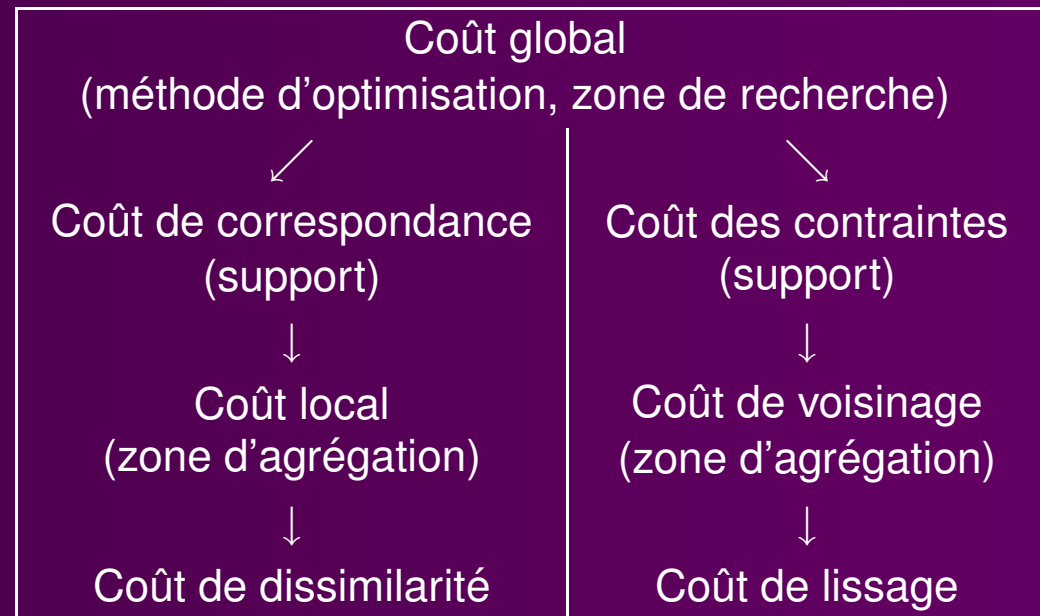
- Primitives et attributs *
- Prétraitement des images
- Coût global de mise en correspondance *
- Méthode d'optimisation *
- Zone de recherche *
- Support *
- Zones d'agrégation *
- Affinement des résultats
- Passages multiples
- Multirésolution



Mise en correspondance de pixels

Éléments constitutants

- Primitives et attributs *
- Prétraitement des images
- Coût global de mise en correspondance *
- Méthode d'optimisation *
- Zone de recherche *
- Support *
- Zones d'agrégation *
- Affinement des résultats
- Passages multiples
- Multirésolution



Mise en correspondance de pixels

Algorithme générique complet

Pour chaque passage faire

1. Construire la pyramide d'images
2. Pour chaque niveau de la pyramide faire
 - 2.1. Prétraiter les images
 - 2.2. Partitionner l'ensemble des **pixels** en supports
 - 2.3. Pour chaque support faire
 - 2.3.1. Pour chaque itération faire
 - A. Calculer les coûts locaux
 - B. Calculer le coût de correspondance
 - C. Calculer les coûts de voisinage
 - D. Calculer le coût des contraintes
 - E. Calculer le coût global
 - F. Déterminer les correspondances sur le support selon la méthode d'optimisation
 - 2.4. Affiner les résultats
 - 2.5. Propager les résultats

- Primitives et attributs *
- Prétraitement des images
- Coût global de mise en correspondance *
- Méthode d'optimisation *
- Zone de recherche *
- Support *
- Zones d'agrégation *
- Affinement des résultats
- Passages multiples
- Multirésolution

Mise en correspondance de pixels

Algorithme générique complet

Pour chaque passage faire

1. Construire la pyramide d'images
2. Pour chaque niveau de la pyramide faire
 - 2.1. Prétraiter les images
 - 2.2. Partitionner l'ensemble des pixels en supports
 - 2.3. Pour chaque support faire
 - 2.3.1. Pour chaque itération faire
 - A. Calculer les coûts locaux
 - B. Calculer le coût de correspondance
 - C. Calculer les coûts de voisinage
 - D. Calculer le coût des contraintes
 - E. Calculer le coût global
 - F. Déterminer les correspondances sur le support selon la méthode d'optimisation
 - 2.4. Affiner les résultats
 - 2.5. Propager les résultats

- Primitives et attributs *
- Prétraitement des images
- Coût global de mise en correspondance *
- Méthode d'optimisation *
- Zone de recherche *
- Support *
- Zones d'agrégation *
- Affinement des résultats
- Passages multiples
- Multirésolution

Mise en correspondance de pixels

Algorithme générique complet

Pour chaque passage faire

1. **Construire la pyramide d'images**
2. **Pour chaque niveau de la pyramide faire**
 - 2.1. Prétraiter les images
 - 2.2. Partitionner l'ensemble des pixels en supports
 - 2.3. Pour chaque support faire
 - 2.3.1. Pour chaque itération faire
 - A. Calculer les coûts locaux
 - B. Calculer le coût de correspondance
 - C. Calculer les coûts de voisinage
 - D. Calculer le coût des contraintes
 - E. Calculer le coût global
 - F. Déterminer les correspondances sur le support selon la méthode d'optimisation
 - 2.4. Affiner les résultats
 - 2.5. **Propager les résultats**

- Primitives et attributs *
- Prétraitement des images
- Coût global de mise en correspondance *
- Méthode d'optimisation *
- Zone de recherche *
- Support *
- Zones d'agrégation *
- Affinement des résultats
- Passages multiples
- Multirésolution

Mise en correspondance de pixels

Algorithme générique complet

Pour chaque passage faire

1. Construire la pyramide d'images
2. Pour chaque niveau de la pyramide faire
 - 2.1. **Prétraiter les images**
 - 2.2. Partitionner l'ensemble des pixels en supports
 - 2.3. Pour chaque support faire
 - 2.3.1. Pour chaque itération faire
 - A. Calculer les coûts locaux
 - B. Calculer le coût de correspondance
 - C. Calculer les coûts de voisinage
 - D. Calculer le coût des contraintes
 - E. Calculer le coût global
 - F. Déterminer les correspondances sur le support selon la méthode d'optimisation
 - 2.4. Affiner les résultats
 - 2.5. Propager les résultats

- Primitives et attributs *
- Prétraitement des images
- Coût global de mise en correspondance *
- Méthode d'optimisation *
- Zone de recherche *
- Support *
- Zones d'agrégation *
- Affinement des résultats
- Passages multiples
- Multirésolution

Mise en correspondance de pixels

Algorithme générique complet

Pour chaque passage faire

1. Construire la pyramide d'images
2. Pour chaque niveau de la pyramide faire
 - 2.1. Prétraiter les images
 - 2.2. **Partitionner l'ensemble des pixels en supports**
 - 2.3. **Pour chaque support faire**
 - 2.3.1. Pour chaque itération faire
 - A. Calculer les coûts locaux
 - B. Calculer le coût de correspondance
 - C. Calculer les coûts de voisinage
 - D. Calculer le coût des contraintes
 - E. Calculer le coût global
 - F. Déterminer les correspondances sur le support selon la méthode d'optimisation
 - 2.4. Affiner les résultats
 - 2.5. Propager les résultats

- Primitives et attributs *
- Prétraitement des images
- Coût global de mise en correspondance *
- Méthode d'optimisation *
- Zone de recherche *
- Support *
- Zones d'agrégation *
- Affinement des résultats
- Passages multiples
- Multirésolution

Mise en correspondance de pixels

Algorithme générique complet

Pour chaque passage faire

1. Construire la pyramide d'images
2. Pour chaque niveau de la pyramide faire
 - 2.1. Prétraiter les images
 - 2.2. Partitionner l'ensemble des pixels en supports
 - 2.3. Pour chaque support faire
 - 2.3.1. **Pour** chaque itération **faire**
 - A. Calculer les coûts locaux
 - B. Calculer le coût de correspondance
 - C. Calculer les coûts de voisinage
 - D. Calculer le coût des contraintes
 - E. Calculer le coût global
 - F. Déterminer les correspondances sur le support selon la méthode d'optimisation
 - 2.4. Affiner les résultats
 - 2.5. Propager les résultats

- Primitives et attributs *
- Prétraitement des images
- Coût global de mise en correspondance *
- Méthode d'optimisation *
- Zone de recherche *
- Support *
- Zones d'agrégation *
- Affinement des résultats
- Passages multiples
- Multirésolution

Mise en correspondance de pixels

Algorithme générique complet

Pour chaque passage faire

1. Construire la pyramide d'images
2. Pour chaque niveau de la pyramide faire
 - 2.1. Prétraiter les images
 - 2.2. Partitionner l'ensemble des pixels en supports
 - 2.3. Pour chaque support faire
 - 2.3.1. Pour chaque itération faire
 - A. **Calculer les coûts locaux**
 - B. Calculer le coût de correspondance
 - C. Calculer les coûts de voisinage
 - D. Calculer le coût des contraintes
 - E. Calculer le coût global
 - F. Déterminer les correspondances sur le support selon la méthode d'optimisation
 - 2.4. Affiner les résultats
 - 2.5. Propager les résultats

- Primitives et attributs *
- Prétraitement des images
- Coût global de mise en correspondance *
- Méthode d'optimisation *
- Zone de recherche *
- Support *
- Zones d'agrégation *
- Affinement des résultats
- Passages multiples
- Multirésolution

Mise en correspondance de pixels

Algorithme générique complet

Pour chaque passage faire

1. Construire la pyramide d'images
2. Pour chaque niveau de la pyramide faire
 - 2.1. Prétraiter les images
 - 2.2. Partitionner l'ensemble des pixels en supports
 - 2.3. Pour chaque support faire
 - 2.3.1. Pour chaque itération faire
 - A. Calculer les coûts locaux
 - B. **Calculer le coût de correspondance**
 - C. Calculer les coûts de voisinage
 - D. Calculer le coût des contraintes
 - E. Calculer le coût global
 - F. Déterminer les correspondances sur le support selon la méthode d'optimisation
 - 2.4. Affiner les résultats
 - 2.5. Propager les résultats

- Primitives et attributs *
- Prétraitement des images
- Coût global de mise en correspondance *
- Méthode d'optimisation *
- Zone de recherche *
- Support *
- Zones d'agrégation *
- Affinement des résultats
- Passages multiples
- Multirésolution

Mise en correspondance de pixels

Algorithme générique complet

Pour chaque passage faire

1. Construire la pyramide d'images
2. Pour chaque niveau de la pyramide faire
 - 2.1. Prétraiter les images
 - 2.2. Partitionner l'ensemble des pixels en supports
 - 2.3. Pour chaque support faire
 - 2.3.1. Pour chaque itération faire
 - A. Calculer les coûts locaux
 - B. Calculer le coût de correspondance
 - C. **Calculer les coûts de voisinage**
 - D. Calculer le coût des contraintes
 - E. Calculer le coût global
 - F. Déterminer les correspondances sur le support selon la méthode d'optimisation
 - 2.4. Affiner les résultats
 - 2.5. Propager les résultats

- Primitives et attributs *
- Prétraitement des images
- Coût global de mise en correspondance *
- Méthode d'optimisation *
- Zone de recherche *
- Support *
- Zones d'agrégation *
- Affinement des résultats
- Passages multiples
- Multirésolution

Mise en correspondance de pixels

Algorithme générique complet

Pour chaque passage faire

1. Construire la pyramide d'images
2. Pour chaque niveau de la pyramide faire
 - 2.1. Prétraiter les images
 - 2.2. Partitionner l'ensemble des pixels en supports
 - 2.3. Pour chaque support faire
 - 2.3.1. Pour chaque itération faire
 - A. Calculer les coûts locaux
 - B. Calculer le coût de correspondance
 - C. Calculer les coûts de voisinage
 - D. **Calculer le coût des contraintes**
 - E. Calculer le coût global
 - F. Déterminer les correspondances sur le support selon la méthode d'optimisation
 - 2.4. Affiner les résultats
 - 2.5. Propager les résultats

- Primitives et attributs *
- Prétraitement des images
- Coût global de mise en correspondance *
- Méthode d'optimisation *
- Zone de recherche *
- Support *
- Zones d'agrégation *
- Affinement des résultats
- Passages multiples
- Multirésolution

Mise en correspondance de pixels

Algorithme générique complet

Pour chaque passage faire

1. Construire la pyramide d'images
2. Pour chaque niveau de la pyramide faire
 - 2.1. Prétraiter les images
 - 2.2. Partitionner l'ensemble des pixels en supports
 - 2.3. Pour chaque support faire
 - 2.3.1. Pour chaque itération faire
 - A. Calculer les coûts locaux
 - B. Calculer le coût de correspondance
 - C. Calculer les coûts de voisinage
 - D. Calculer le coût des contraintes
 - E. **Calculer le coût global**
 - F. Déterminer les correspondances sur le support selon la méthode d'optimisation
 - 2.4. Affiner les résultats
 - 2.5. Propager les résultats

- Primitives et attributs *
- Prétraitement des images
- Coût global de mise en correspondance *
- Méthode d'optimisation *
- Zone de recherche *
- Support *
- Zones d'agrégation *
- Affinement des résultats
- Passages multiples
- Multirésolution

Mise en correspondance de pixels

Algorithme générique complet

Pour chaque passage faire

1. Construire la pyramide d'images
2. Pour chaque niveau de la pyramide faire
 - 2.1. Prétraiter les images
 - 2.2. Partitionner l'ensemble des pixels en supports
 - 2.3. Pour chaque support faire
 - 2.3.1. Pour chaque itération faire
 - A. Calculer les coûts locaux
 - B. Calculer le coût de correspondance
 - C. Calculer les coûts de voisinage
 - D. Calculer le coût des contraintes
 - E. Calculer le coût global
 - F. **Déterminer les correspondances sur le support selon la méthode d'optimisation**
 - 2.4. Affiner les résultats
 - 2.5. Propager les résultats

- Primitives et attributs *
- Prétraitement des images
- Coût global de mise en correspondance *
- Méthode d'optimisation *
- Zone de recherche *
- Support *
- Zones d'agrégation *
- Affinement des résultats
- Passages multiples
- Multirésolution

Mise en correspondance de pixels

Algorithme générique complet

Pour chaque passage faire

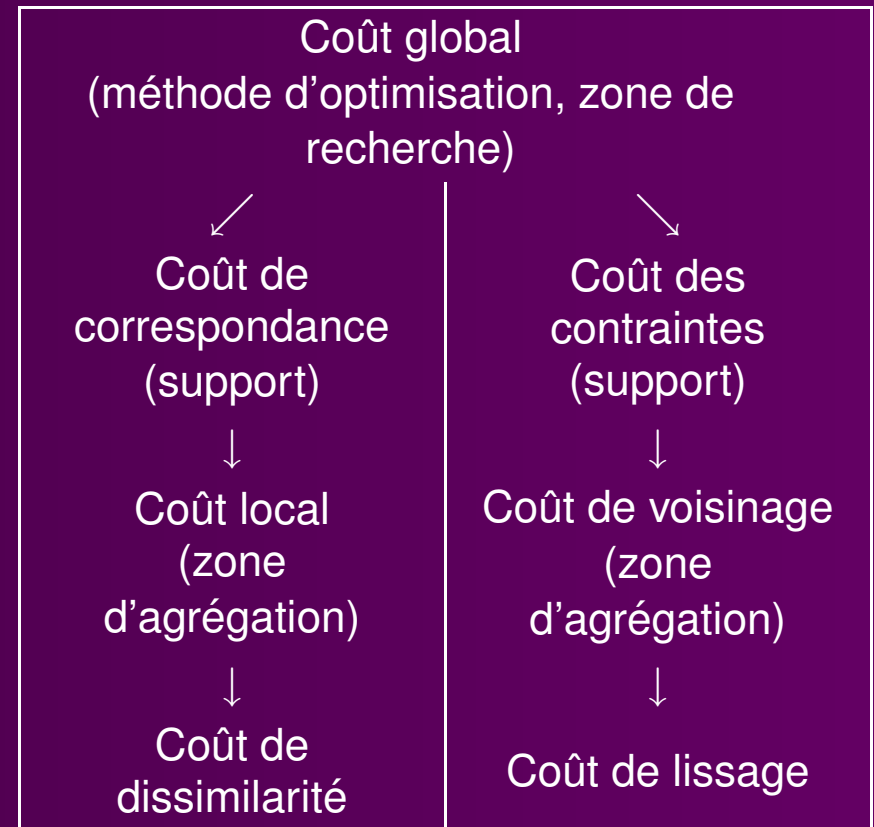
1. Construire la pyramide d'images
2. Pour chaque niveau de la pyramide faire
 - 2.1. Prétraiter les images
 - 2.2. Partitionner l'ensemble des pixels en supports
 - 2.3. Pour chaque support faire
 - 2.3.1. Pour chaque itération faire
 - A. Calculer les coûts locaux
 - B. Calculer le coût de correspondance
 - C. Calculer les coûts de voisinage
 - D. Calculer le coût des contraintes
 - E. Calculer le coût global
 - F. Déterminer les correspondances sur le support selon la méthode d'optimisation
 - 2.4. **Affiner les résultats**
 - 2.5. Propager les résultats

- Primitives et attributs *
- Prétraitement des images
- Coût global de mise en correspondance *
- Méthode d'optimisation *
- Zone de recherche *
- Support *
- Zones d'agrégation *
- Affinement des résultats
- Passages multiples
- Multirésolution

Mise en correspondance de pixels

Classification des méthodes

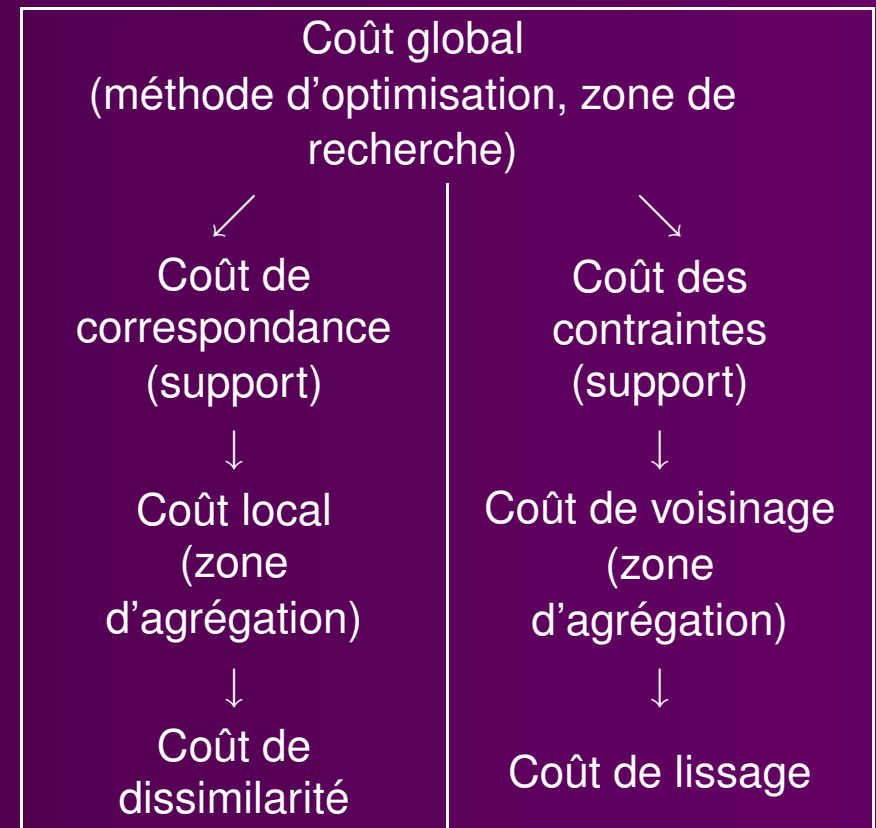
- Élément le plus discriminant : coût global de mise en correspondance
 - Globales
 - Locales
- Classification en 4 familles
 - Globales (51, 1976–2005)
 - Mixtes (16, 1989–2004)
 - Locales (40, 1975–2005)
 - Passages multiples (17, 1985–2005)



Mise en correspondance de pixels

Classification des méthodes

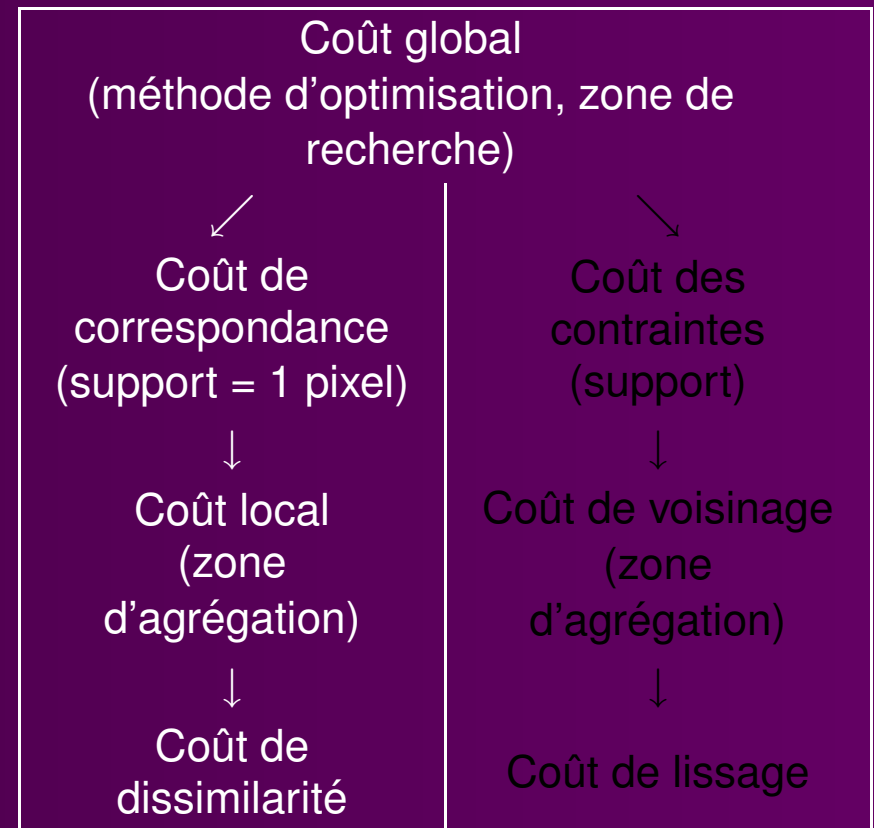
- Élément le plus discriminant : coût global de mise en correspondance
 - Globales
 - Locales
- Classification en 4 familles
 - Globales (51, 1976–2005)
 - Mixtes (16, 1989–2004)
 - Locales (40, 1975–2005)
 - Passages multiples (17, 1985–2005)



Mise en correspondance de pixels

Classification des méthodes

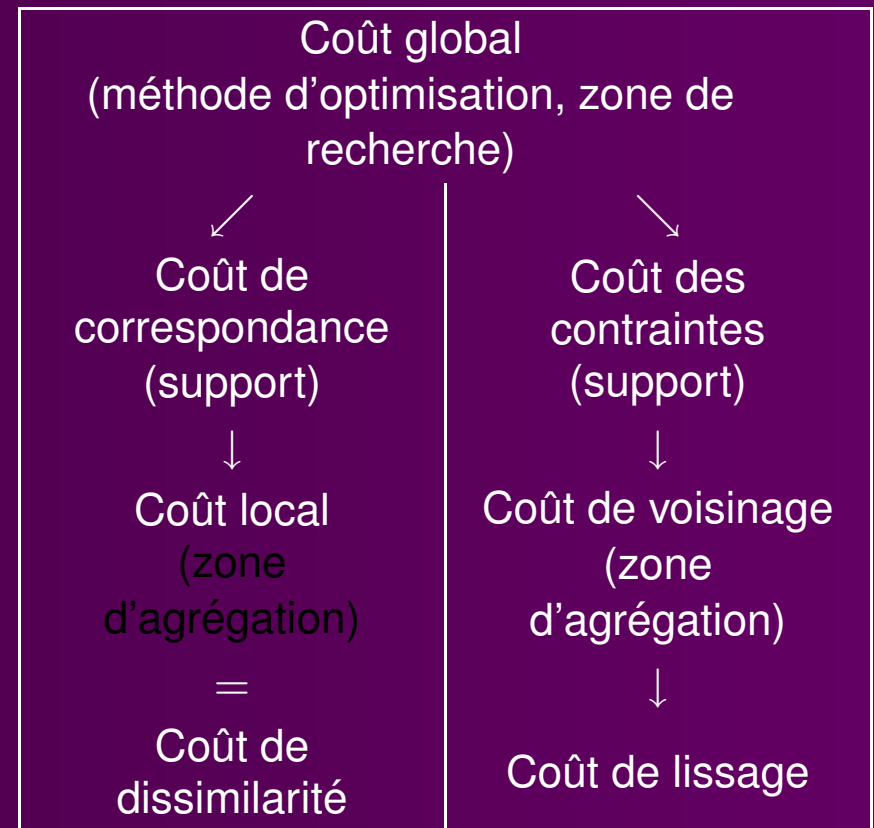
- Élément le plus discriminant : coût global de mise en correspondance
 - Globales
 - Locales
- Classification en 4 familles
 - Globales (51, 1976–2005)
 - Mixtes (16, 1989–2004)
 - Locales (40, 1975–2005)
 - Passages multiples (17, 1985–2005)



Mise en correspondance de pixels

Classification des méthodes

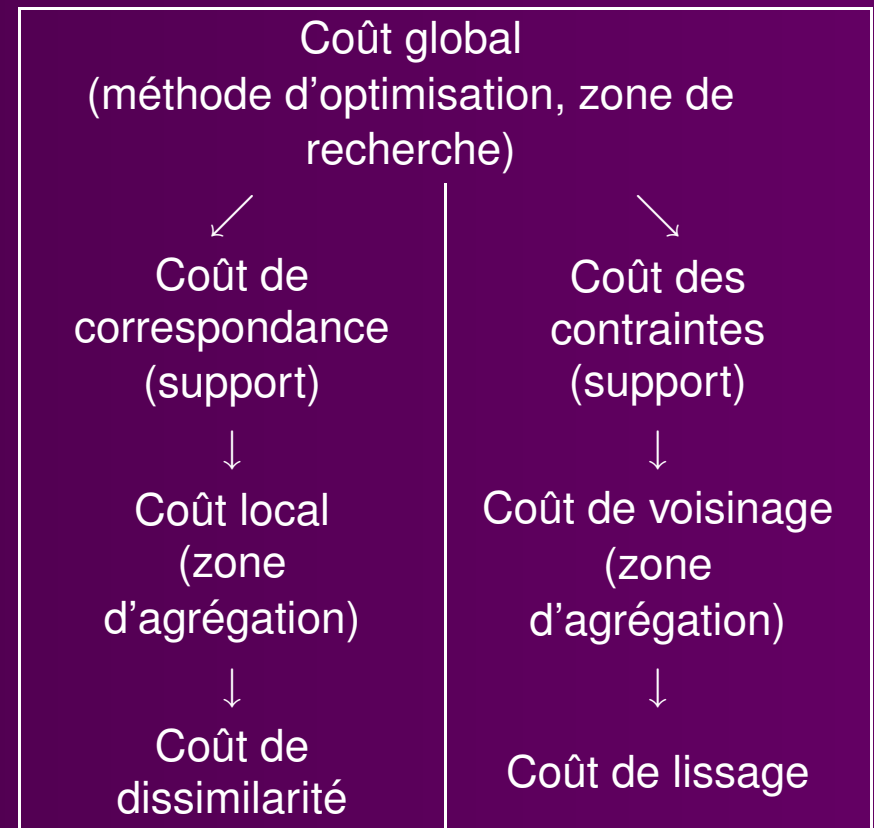
- Élément le plus discriminant : coût global de mise en correspondance
 - Globales
 - Locales
- Classification en 4 familles
 - Globales (51, 1976–2005)
 - Mixtes (16, 1989–2004)
 - Locales (40, 1975–2005)
 - Passages multiples (17, 1985–2005)



Mise en correspondance de pixels

Classification des méthodes

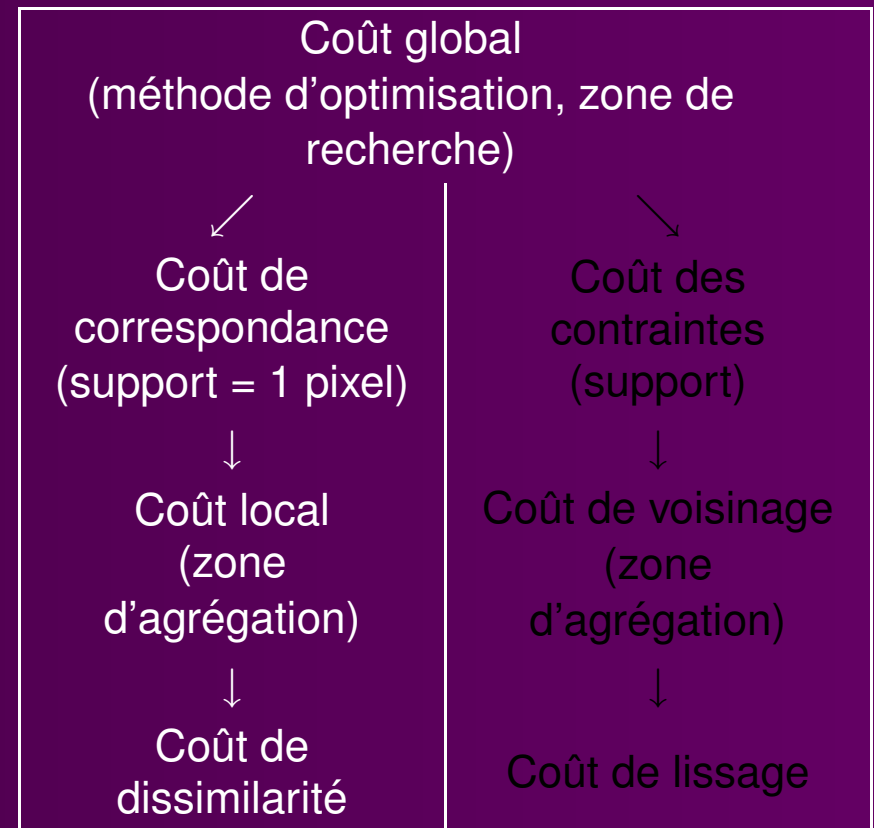
- Élément le plus discriminant : coût global de mise en correspondance
 - Globales
 - Locales
- Classification en 4 familles
 - Globales (51, 1976–2005)
 - Mixtes (16, 1989–2004)
 - Locales (40, 1975–2005)
 - Passages multiples (17, 1985–2005)



Mise en correspondance de pixels

Classification des méthodes

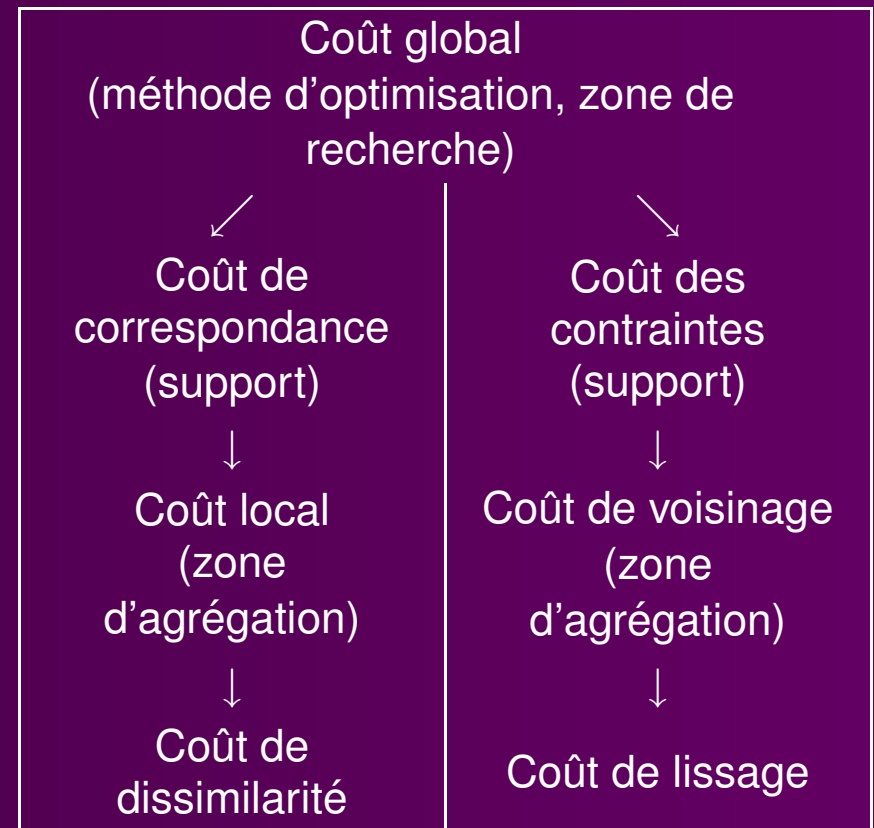
- Élément le plus discriminant : coût global de mise en correspondance
 - Globales
 - Locales
- Classification en 4 familles
 - Globales (51, 1976–2005)
 - Mixtes (16, 1989–2004)
 - Locales (40, 1975–2005)
 - Passages multiples (17, 1985–2005)



Mise en correspondance de pixels

Classification des méthodes

- Élément le plus discriminant : coût global de mise en correspondance
 - Globales
 - Locales
- Classification en 4 familles
 - Globales (51, 1976–2005)
 - Mixtes (16, 1989–2004)
 - Locales (40, 1975–2005)
 - Passages multiples (17, 1985–2005)



Mise en correspondance de pixels

Conclusion

- Décomposition en 10 éléments constitutants
- Classification en 4 familles
- Problème de l'évaluation

Plan

- Mise en correspondance stéréoscopique de pixels
- Protocole d'évaluation et de comparaison
 - Introduction
 - État de l'art
 - Protocole de Scharstein et Szeliski
 - Analyse des résultats du protocole de Scharstein et Szeliski
 - Protocole proposé
 - Conclusion
- Mise en correspondance par corrélation des niveaux de gris : corrélation 1D
- Mise en correspondance par corrélation couleur : corrélation 3D
- Prise en compte des occultations : méthodes hybrides
- Conclusion et perspectives

Protocole d'évaluation et de comparaison

Introduction

- Caractéristiques
 - Images
 - Zones d'évaluation
 - Critères
 - Méthodes comparées
 - Synthèse
- Carte de disparités : représentation de l'amplitude de la disparité pour chaque pixel

Image gauche



Image droite



Carte de disparités



- Vérité terrain : connaissance de l'ensemble des correspondances entre les pixels

Protocole d'évaluation et de comparaison

État de l'art Images

Images de synthèse



Images réelles sans vérité terrain



Images réelles avec vérité terrain

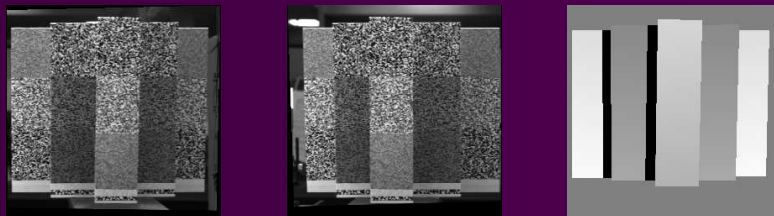
Appariement manuel



Vision active



Contraintes géométriques sur la scène



Protocole d'évaluation et de comparaison

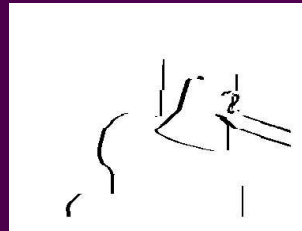
État de l'art

- Zones d'évaluation

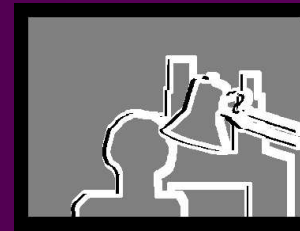
Image gauche



Zone des occultations



Zone des discontinuités



Zone non texturée



- Critères sans vérité terrain : cartes de disparités et temps de calcul
- Critères avec vérité terrain
 - Pourcentages d'appariements corrects, précis, acceptés, mauvais, erronés
 - Erreur moyenne, erreur quadratique moyenne
 - Faux positifs, faux négatifs
- Méthodes comparées : [Aschwanden 92] 20 mesures de corrélation, [Scharstein 02] 40 méthodes
- Synthèse : utilisation des rangs [Scharstein 02]

Protocole d'évaluation et de comparaison

Protocole de Scharstein et Szeliski

<http://cat.middlebury.edu/stereo/>

- Images : 4 couples d'images testés

Protocole 1



Protocole 2



- Zones d'évaluation : zones des occultations, des discontinuités et non texturées
- Critères : calcul de l'erreur quadratique sur les 3 zones
- Méthodes comparées : 40 pour le premier, 18 pour le second (en cours)
- Synthèse : classement en fonction de la moyenne des rangs

Protocole d'évaluation et de comparaison

Analyse des résultats du protocole de Scharstein et Szeliski

Éléments constitutants

Type	32 méthodes globales ou mixtes
Optimisation	Programmation dynamique, coupure de graphe
Meilleures	Segmentation, coupure de graphe
Sous-pixel	Peu de méthodes
Multirésolution	Peu de méthodes

Les aspects pris en compte dans cette thèse

Corrélation	La moitié des méthodes
Couleur	La moitié des méthodes
Occultations	La plupart des méthodes

Protocole d'évaluation et de comparaison

Protocole proposé : images [Bocquillon 05]

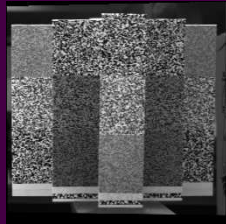
- Démarche : utiliser les images de la communauté et proposer de nouvelles images
- Obtention de la vérité terrain : utilisation de contraintes géométriques sur la scène
- Approche utilisée
 - Segmentation des images en utilisant les polygones actifs
 - Mise en correspondance de points d'intérêt de Harris
 - Estimation des homographies
 - Calcul des disparités

Protocole d'évaluation et de comparaison

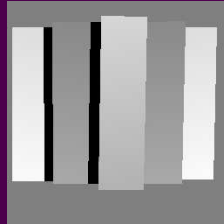
Protocole proposé : images [Bocquillon 05]

- Validation sur des images de la communauté

Image gauche



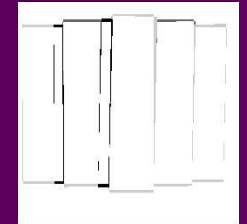
Disparités de référence



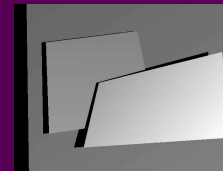
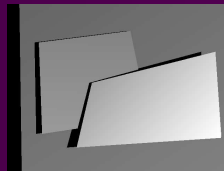
Disparités calculées



Différences



- Validation sur des images de synthèse



- Nouveau couple proposé

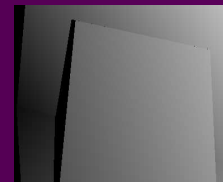
Image gauche



Image droite



Disparités

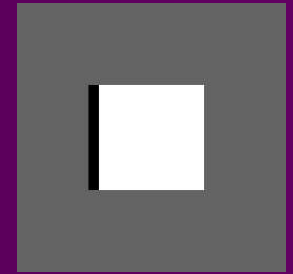
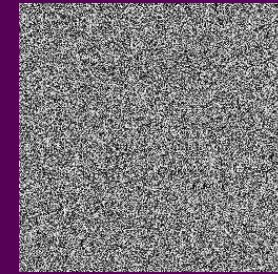
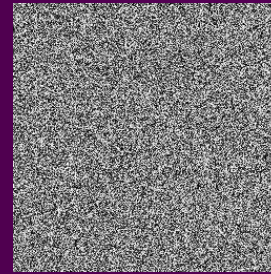


Protocole d'évaluation et de comparaison

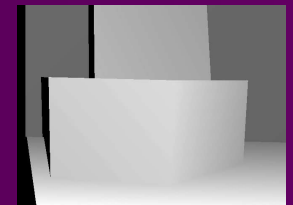
Protocole proposé : images

14 couples d'images testés

Stéréogramme aléatoire



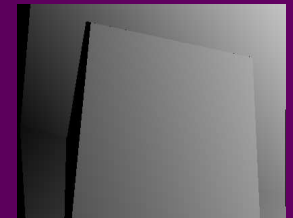
2 couples de synthèse proposés
[Bocquillon 05]



10 couples présentés par Scharstein
et Szeliski [Scharstein 02, Scharstein
03]



Couple réel proposé [Bocquillon 05]



Protocole d'évaluation et de comparaison

Protocole proposé

- Zones d'évaluation

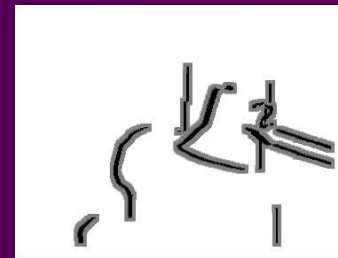
Image gauche



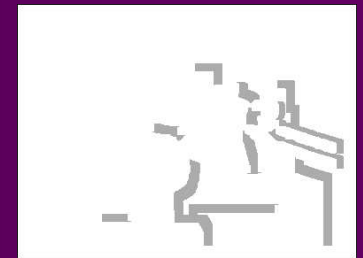
Zone des occultations



Zone d'influence des occultations



Zone des discontinuités



Zone totale des occultations = zone des occultations \cup zone d'influence des occultations

- Critères

- Appariements corrects (sur les 5 zones), erronés, acceptés, mauvais
- Faux négatifs et faux positifs
- Méthodes comparées : méthodes à base de corrélation
- Synthèse : utilisation des rangs

Protocole d'évaluation et de comparaison

Conclusion

- Nouveau protocole d'évaluation
 - 14 couples
 - 5 zones d'évaluation
 - 10 critères
- Toujours utilisé par la suite

Plan

- Mise en correspondance stéréoscopique de pixels
- Protocole d'évaluation et de comparaison
- Mise en correspondance par corrélation des niveaux de gris : corrélation 1D
 - Introduction
 - Définitions et notations
 - Taxonomie
 - 5 familles
 - 6 nouvelles mesures
 - Résultats expérimentaux
 - Conclusion
- Mise en correspondance par corrélation couleur : corrélation 3D
- Prise en compte des occultations : méthodes hybrides
- Conclusion et perspectives

Corrélation des niveaux de gris

Introduction

- Contexte
 - Mise en correspondance par corrélation utilisée dans de nombreux domaines
 - Nombreuses mesures de corrélation
- Avantages : mise en œuvre simple, peu coûteuse en temps de calcul
- Difficultés : bruits, raccourcissements, zones non texturées, textures répétitives, changements de luminosité, **occultations**
- Objectifs
 - Proposer une taxonomie
 - Proposer de nouvelles mesures prenant en compte les occultations

Corrélation des niveaux de gris

Définitions et notations

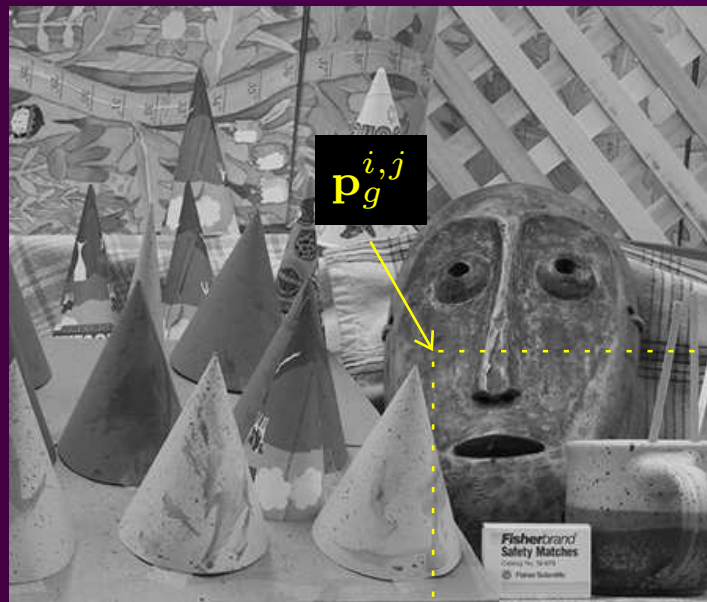
- Principe
 - Fenêtre de corrélation f_l
 - Zone de recherche Z_d
 - Mesure de corrélation Mes



Corrélation des niveaux de gris

Définitions et notations

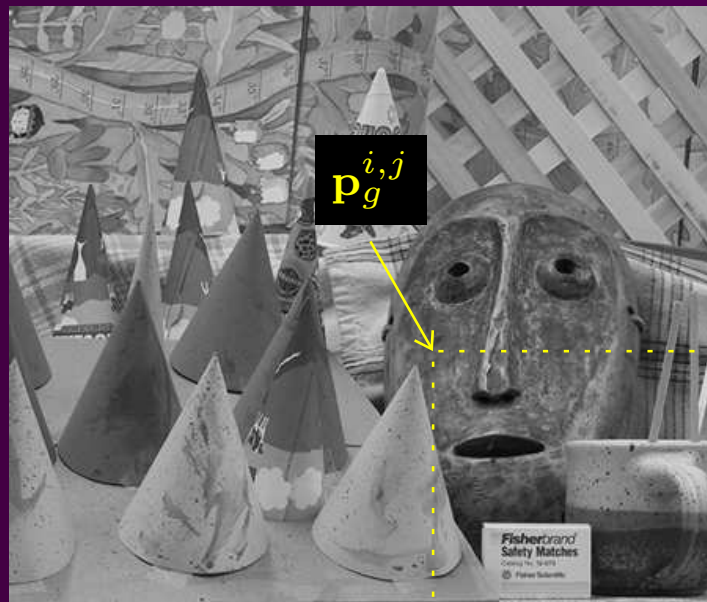
- Principe
 - Fenêtre de corrélation f_l
 - Zone de recherche Z_d
 - Mesure de corrélation Mes



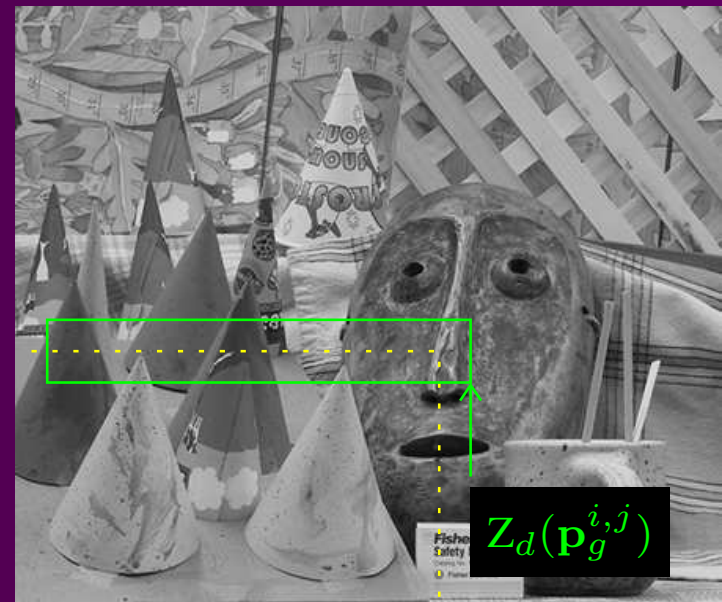
Corrélation des niveaux de gris

Définitions et notations

- Principe
 - Fenêtre de corrélation f_l
 - Zone de recherche Z_d
 - Mesure de corrélation Mes



j



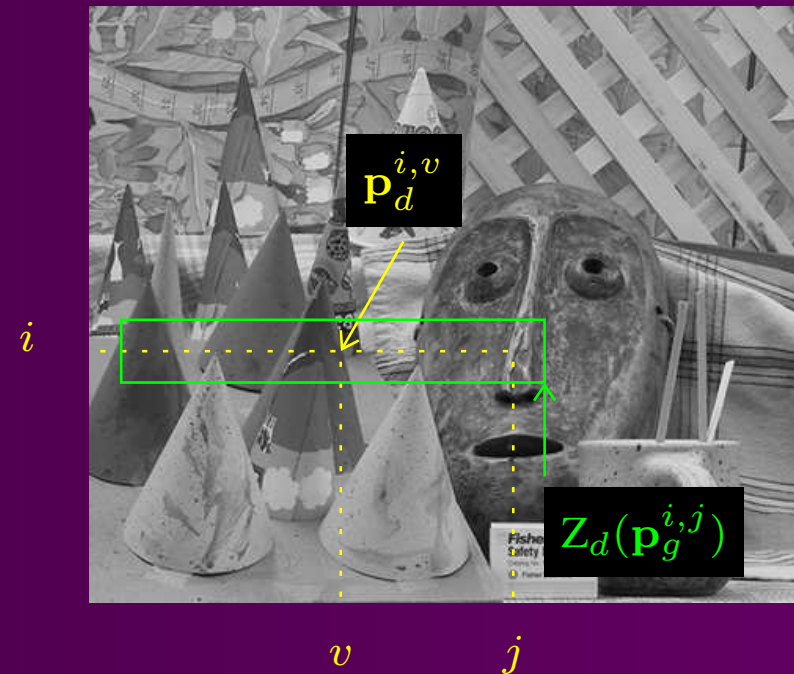
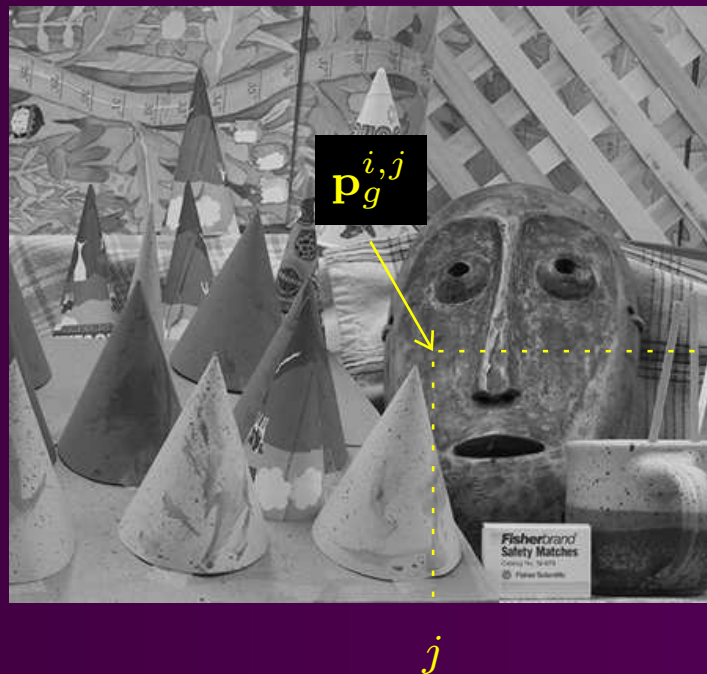
i

j

Corrélation des niveaux de gris

Définitions et notations

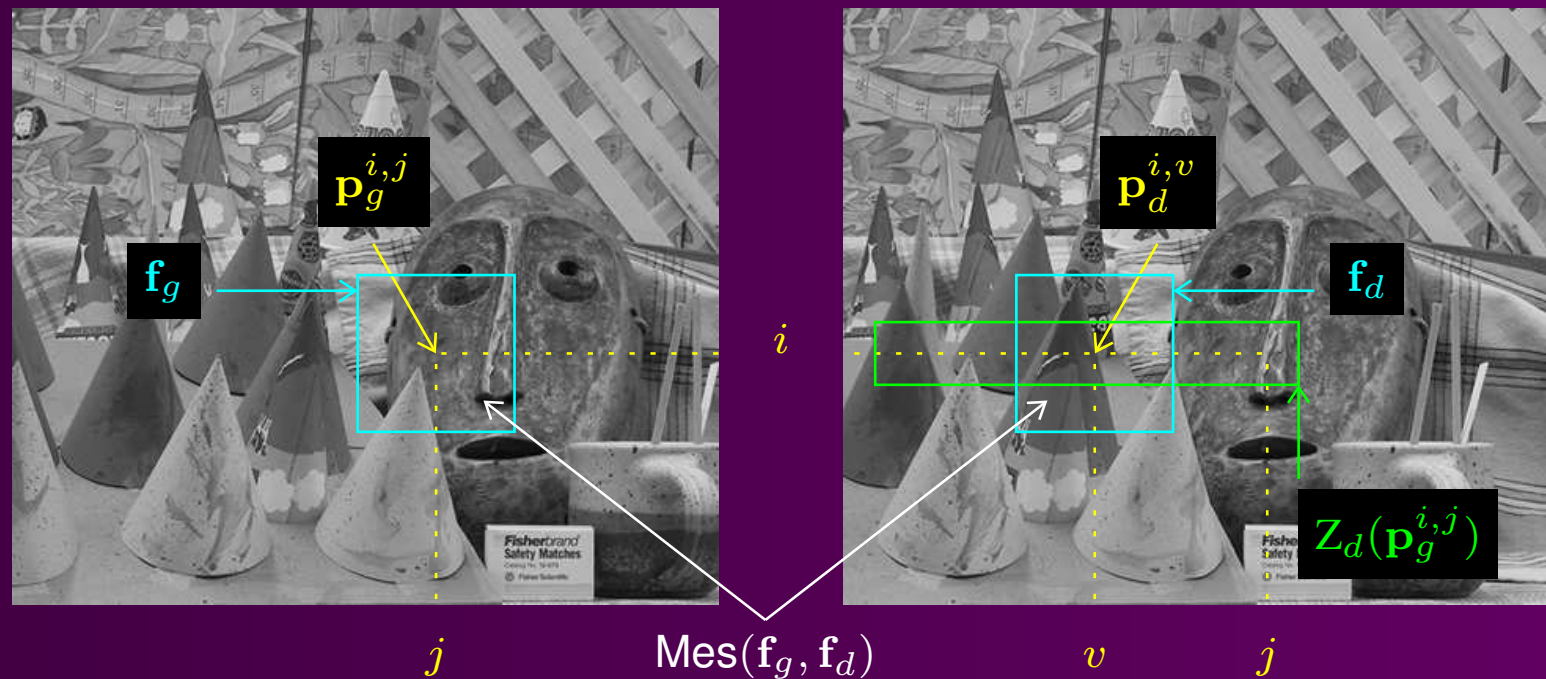
- Principe
 - Fenêtre de corrélation f_l
 - Zone de recherche Z_d
 - Mesure de corrélation Mes



Corrélation des niveaux de gris

Définitions et notations

- Principe
 - Fenêtre de corrélation f_l
 - Zone de recherche Z_d
 - Mesure de corrélation Mes



Corrélation des niveaux de gris

Taxonomie : 5 familles [Chambon 03]

- Famille CROISÉE
- Famille CLASSIQUE
- Famille DÉRIVÉE
- Famille NON PARAMÉTRIQUE
- Famille ROBUSTE

Présentation des familles

- Caractérisation des mesures
 - Intervalle de variation
 - Type de la mesure (similarité, dissimilarité)
 - Invariances aux changements de luminosité (biais, gain)
- Famille CROISÉE (3) : utilisation du produit scalaire

Exemple

$$\text{ZNCC}(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = \frac{(\mathbf{f}_g - \overline{\mathbf{f}}_g) \cdot (\mathbf{f}_d - \overline{\mathbf{f}}_d)}{\|\mathbf{f}_g - \overline{\mathbf{f}}_g\| \|\mathbf{f}_d - \overline{\mathbf{f}}_d\|}$$

Corrélation des niveaux de gris

Taxonomie : 5 familles [Chambon 03]

- Famille CLASSIQUE (8) : utilisation d'un outil des statistiques classiques

$$\text{Mes}(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = O(\mathbf{f}_g - \mathbf{f}_d)$$

Exemples

$$\text{SSD}(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = \|\mathbf{f}_g - \mathbf{f}_d\|_2^2$$

$$\text{SAD}(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = \|\mathbf{f}_g - \mathbf{f}_d\|_1$$

- Famille DÉRIVÉE (8) : utilisation des dérivées des images

Exemple

$$\text{GC}(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = \frac{\sum_{p=-N_v}^{N_v} \sum_{q=-N_h}^{N_h} \|\nabla I_g^{i+p, j+q} - \nabla I_d^{i+p, v+q}\|}{\sum_{p=-N_v}^{N_v} \sum_{q=-N_h}^{N_h} (\|\nabla I_g^{i+p, j+q}\| + \|\nabla I_d^{i+p, v+q}\|)}$$

Corrélation des niveaux de gris

Taxonomie : 5 familles [Chambon 03]

- Famille NON PARAMÉTRIQUE (7) : utilisation de l'ordre des niveaux de gris

Exemple

$$\text{ISC}(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = \frac{1}{N_f - 1} (\mathbf{b}_g \cdot \mathbf{b}_d + (1 - \mathbf{b}_g) \cdot (1 - \mathbf{b}_d))$$

- Famille ROBUSTE (11) : utilisation d'un outil des statistiques robustes

Corrélation des niveaux de gris

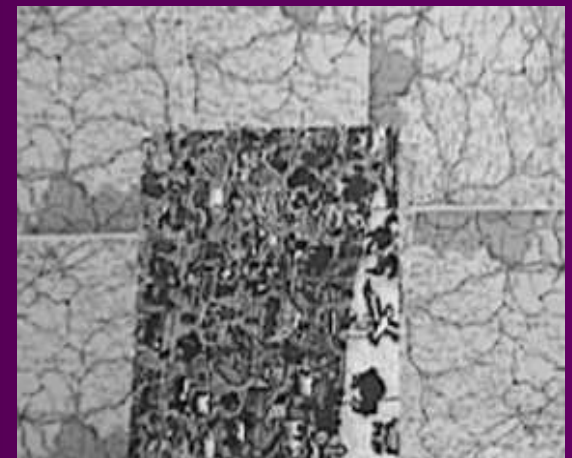
Taxonomie : 5 familles [Chambon 03]

- Famille NON PARAMÉTRIQUE (7) : utilisation de l'ordre des niveaux de gris

Exemple

$$\text{ISC}(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = \frac{1}{N_f - 1} (\mathbf{b}_g \cdot \mathbf{b}_d + (\mathbf{1} - \mathbf{b}_g) \cdot (\mathbf{1} - \mathbf{b}_d))$$

- Famille ROBUSTE (11) : utilisation d'un outil des statistiques robustes



Corrélation des niveaux de gris

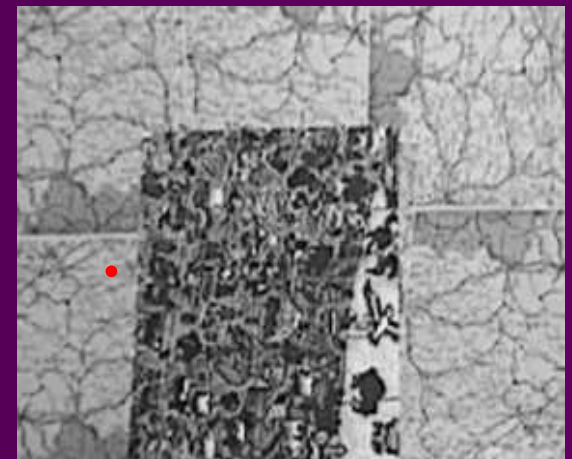
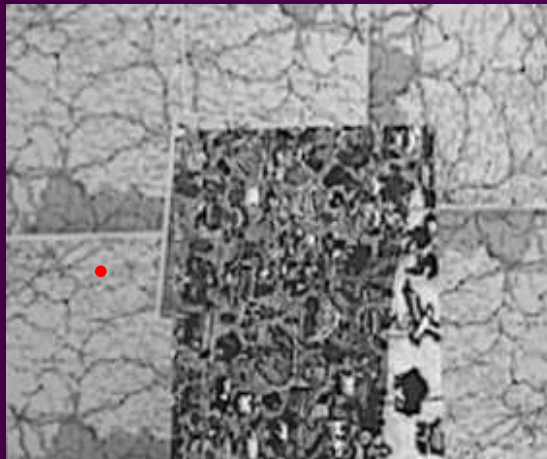
Taxonomie : 5 familles [Chambon 03]

- Famille NON PARAMÉTRIQUE (7) : utilisation de l'ordre des niveaux de gris

Exemple

$$\text{ISC}(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = \frac{1}{N_f - 1} (\mathbf{b}_g \cdot \mathbf{b}_d + (1 - \mathbf{b}_g) \cdot (1 - \mathbf{b}_d))$$

- Famille ROBUSTE (11) : utilisation d'un outil des statistiques robustes



Corrélation des niveaux de gris

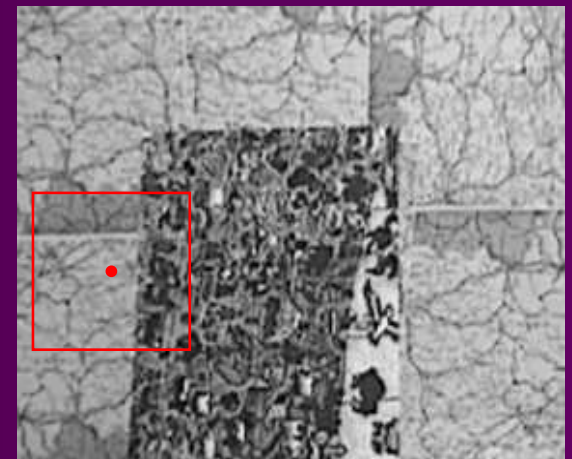
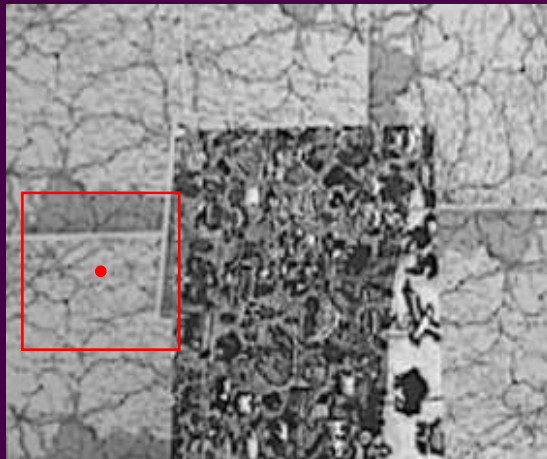
Taxonomie : 5 familles [Chambon 03]

- Famille NON PARAMÉTRIQUE (7) : utilisation de l'ordre des niveaux de gris

Exemple

$$\text{ISC}(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = \frac{1}{N_f - 1} (\mathbf{b}_g \cdot \mathbf{b}_d + (1 - \mathbf{b}_g) \cdot (1 - \mathbf{b}_d))$$

- Famille ROBUSTE (11) : utilisation d'un outil des statistiques robustes



Corrélation des niveaux de gris

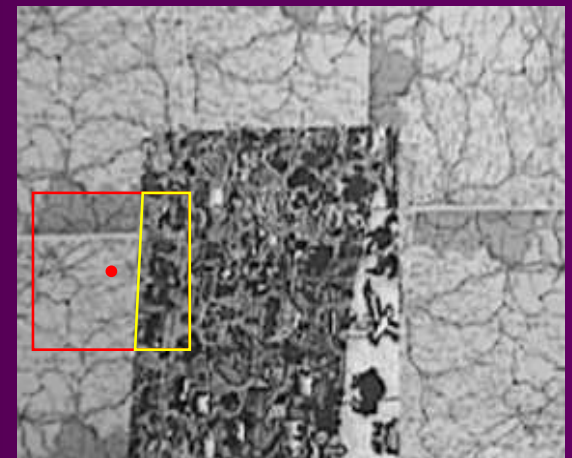
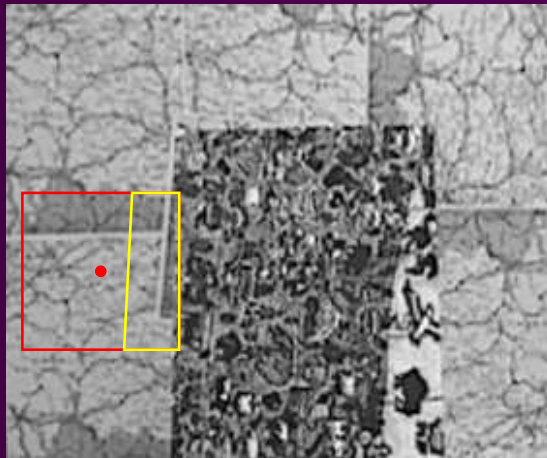
Taxonomie : 5 familles [Chambon 03]

- Famille NON PARAMÉTRIQUE (7) : utilisation de l'ordre des niveaux de gris

Exemple

$$\text{ISC}(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = \frac{1}{N_f - 1} (\mathbf{b}_g \cdot \mathbf{b}_d + (1 - \mathbf{b}_g) \cdot (1 - \mathbf{b}_d))$$

- Famille ROBUSTE (11) : utilisation d'un outil des statistiques robustes



Corrélation des niveaux de gris

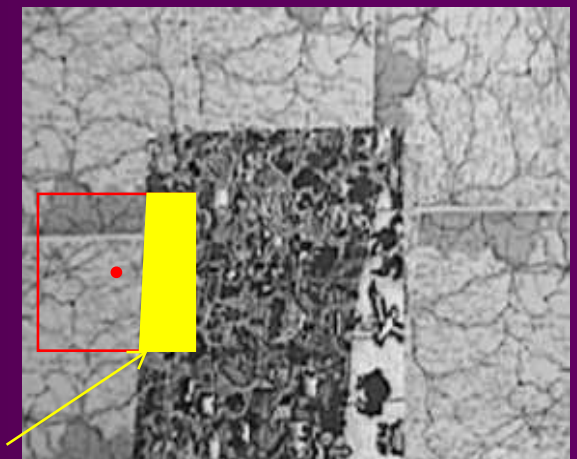
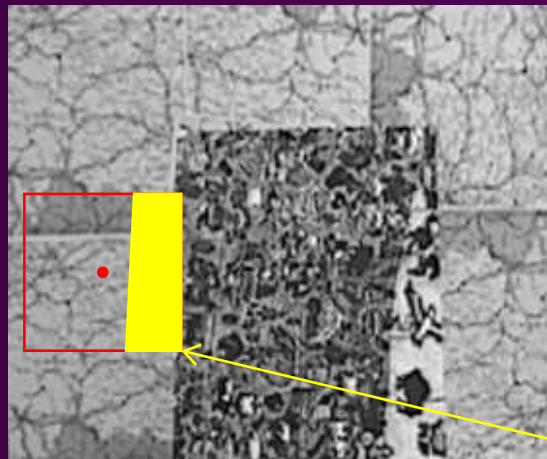
Taxonomie : 5 familles [Chambon 03]

- Famille NON PARAMÉTRIQUE (7) : utilisation de l'ordre des niveaux de gris

Exemple

$$\text{ISC}(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = \frac{1}{N_f - 1} (\mathbf{b}_g \cdot \mathbf{b}_d + (1 - \mathbf{b}_g) \cdot (1 - \mathbf{b}_d))$$

- Famille ROBUSTE (11) : utilisation d'un outil des statistiques robustes



Données aberrantes

Corrélation des niveaux de gris

Taxonomie : 6 nouvelles mesures [Chambon 03]

Corrélation des niveaux de gris

Taxonomie : 6 nouvelles mesures [Chambon 03]

- MAD, *Median Absolute Deviation* : $MAD(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = \text{med} |(\mathbf{f}_g - \mathbf{f}_d) - \text{med}(\mathbf{f}_g - \mathbf{f}_d)|$

Corrélation des niveaux de gris

Taxonomie : 6 nouvelles mesures [Chambon 03]

- MAD, *Median Absolute Deviation* : $\text{MAD}(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = \text{med } |(\mathbf{f}_g - \mathbf{f}_d) - \text{med}(\mathbf{f}_g - \mathbf{f}_d)|$
- LTP, *Least Trimmed Powers* : $\text{LTP}_P(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = \sum_{k=0}^{h-1} \left(|\mathbf{f}_g - \mathbf{f}_d|^P \right)_{k:N_f-1}$

Corrélation des niveaux de gris

Taxonomie : 6 nouvelles mesures [Chambon 03]

- MAD, *Median Absolute Deviation* : $\text{MAD}(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = \text{med } |(\mathbf{f}_g - \mathbf{f}_d) - \text{med}(\mathbf{f}_g - \mathbf{f}_d)|$
- LTP, *Least Trimmed Powers* : $\text{LTP}_P(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = \sum_{k=0}^{h-1} \left(|\mathbf{f}_g - \mathbf{f}_d|^P \right)_{k:N_f-1}$
- LMP, *Least Median of Powers* : $\text{LMP}_P(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = \text{med } (|\mathbf{f}_g - \mathbf{f}_d|^P)$

Corrélation des niveaux de gris

Taxonomie : 6 nouvelles mesures [Chambon 03]

- MAD, *Median Absolute Deviation* : $MAD(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = \text{med } |(\mathbf{f}_g - \mathbf{f}_d) - \text{med}(\mathbf{f}_g - \mathbf{f}_d)|$
- LTP, *Least Trimmed Powers* : $LTP_P(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = \sum_{k=0}^{h-1} \left(|\mathbf{f}_g - \mathbf{f}_d|^P \right)_{k:N_f-1}$
- LMP, *Least Median of Powers* : $LMP_P(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = \text{med } (|\mathbf{f}_g - \mathbf{f}_d|^P)$
- SMPD, *Smooth Median Powered Deviation*

$$SMPD_P(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = \sum_{k=0}^{h-1} \left(|\mathbf{f}_g - \mathbf{f}_d - \text{med}(\mathbf{f}_g - \mathbf{f}_d)|^P \right)_{k:N_f-1}$$

Par la suite : $P = 2$, $SMPD_2$

Corrélation des niveaux de gris

Taxonomie : 6 nouvelles mesures [Chambon 03]

- MAD, *Median Absolute Deviation* : $MAD(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = \text{med } |(\mathbf{f}_g - \mathbf{f}_d) - \text{med}(\mathbf{f}_g - \mathbf{f}_d)|$
- LTP, *Least Trimmed Powers* : $LTP_P(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = \sum_{k=0}^{h-1} \left(|\mathbf{f}_g - \mathbf{f}_d|^P \right)_{k:N_f-1}$
- LMP, *Least Median of Powers* : $LMP_P(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = \text{med } (|\mathbf{f}_g - \mathbf{f}_d|^P)$
- SMPD, *Smooth Median Powered Deviation*
$$SMPD_P(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = \sum_{k=0}^{h-1} \left(|\mathbf{f}_g - \mathbf{f}_d - \text{med}(\mathbf{f}_g - \mathbf{f}_d)|^P \right)_{k:N_f-1}$$

Par la suite : $P = 2$, $SMPD_2$
- M-estimateur (8 formes) : $ME_m(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = \sum_{k=0}^{N_f-1} \rho_m(f_g^k - f_d^k)$

Corrélation des niveaux de gris

Taxonomie : 6 nouvelles mesures [Chambon 03]

- MAD, *Median Absolute Deviation* : $MAD(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = \text{med} |(\mathbf{f}_g - \mathbf{f}_d) - \text{med}(\mathbf{f}_g - \mathbf{f}_d)|$

- LTP, *Least Trimmed Powers* : $LTP_P(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = \sum_{k=0}^{h-1} \left(|\mathbf{f}_g - \mathbf{f}_d|^P \right)_{k:N_f-1}$

- LMP, *Least Median of Powers* : $LMP_P(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = \text{med} (|\mathbf{f}_g - \mathbf{f}_d|^P)$

- SMPD, *Smooth Median Powered Deviation*

$$SMPD_P(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = \sum_{k=0}^{h-1} \left(|\mathbf{f}_g - \mathbf{f}_d - \text{med}(\mathbf{f}_g - \mathbf{f}_d)|^P \right)_{k:N_f-1}$$

Par la suite : $P = 2$, $SMPD_2$

- M-estimateur (8 formes) : $ME_m(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = \sum_{k=0}^{N_f-1} \rho_m(f_g^k - f_d^k)$

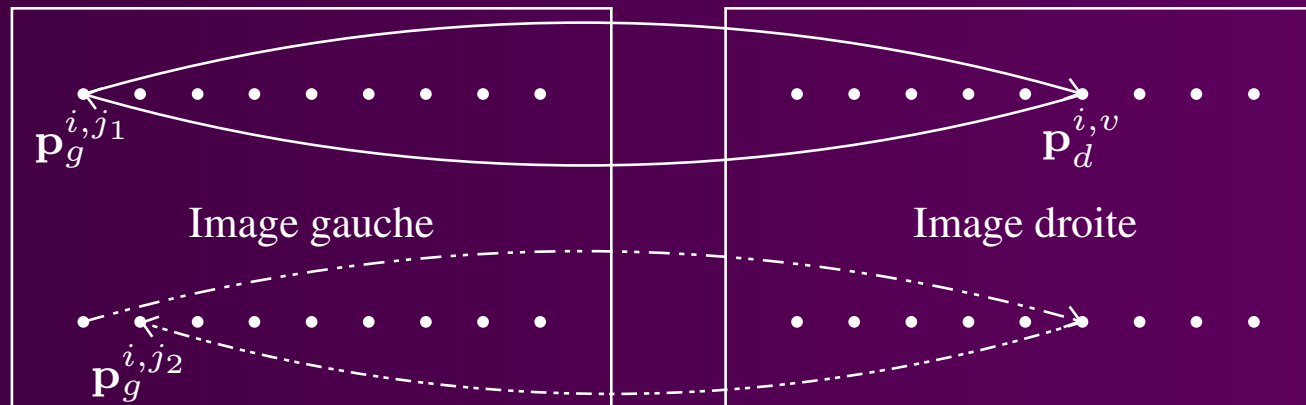
- R-estimateur (5 formes)

$$RE_m(\mathbf{f}_g, \mathbf{f}_d) = \sum_{k=0}^{N_f-1} J_m((R_\pi(f_g^k - f_d^k))/(N_f - 1))(f_g^k - f_d^k)$$

Corrélation des niveaux de gris

Résultats expérimentaux

- Spécificités du protocole : taille de la fenêtre de corrélation, bruit gaussien et bruit impulsionnel
- Contrainte de symétrie



Corrélation des niveaux de gris

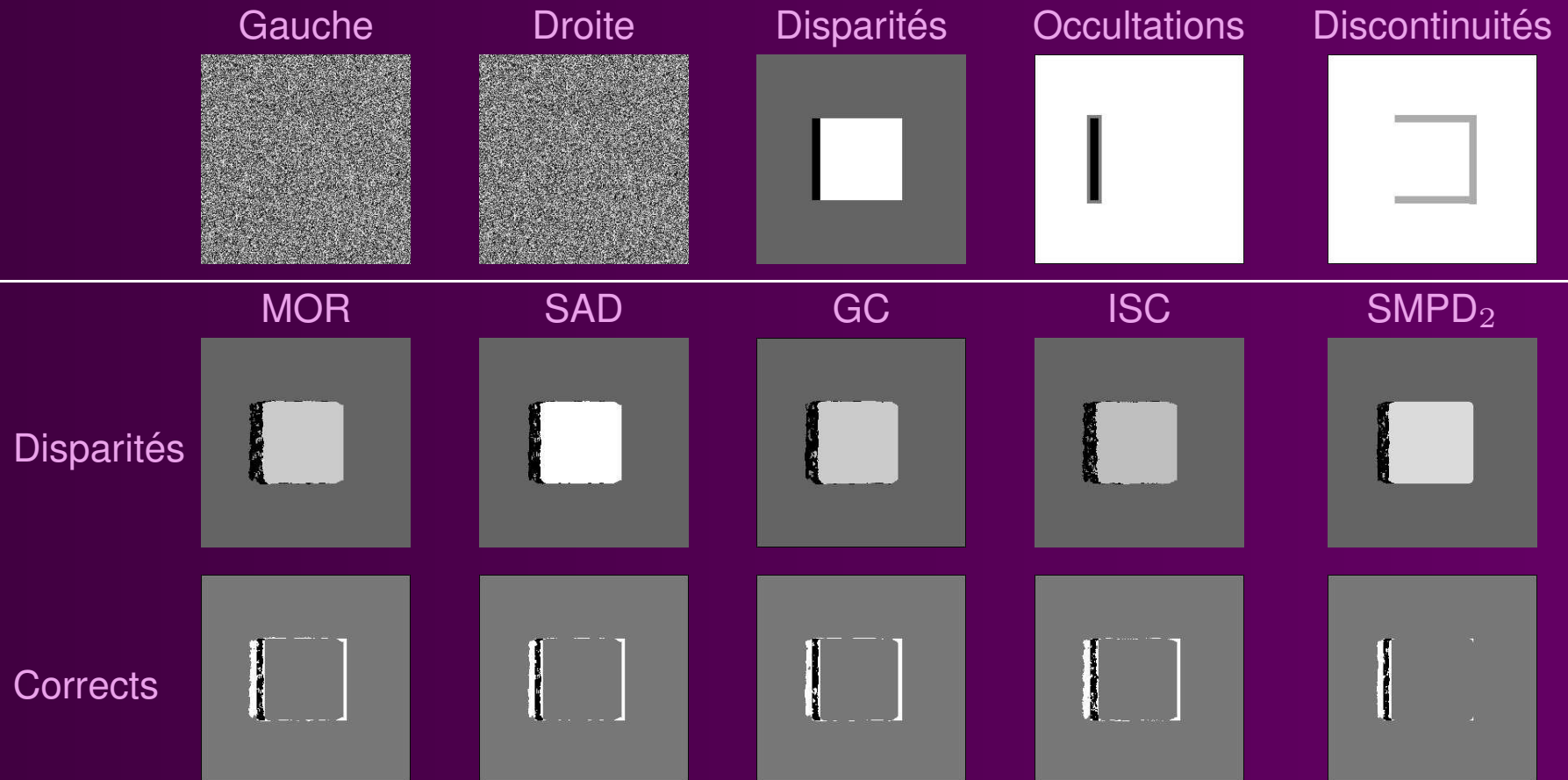
Résultats expérimentaux

- Spécificités du protocole : taille de la fenêtre de corrélation, bruit gaussien et bruit impulsionnel
- Contrainte de symétrie
- Résultats
 - Remarques générales
 - Taille de fenêtre 9×9
 - Temps de calcul
ROBUSTE > NON PARAMÉTRIQUE > (DÉRIVÉE, CLASSIQUE, CROISÉE)
 - Bruit gaussien : SSD
 - Bruit impulsionnel : famille ROBUSTE
 - Meilleures mesures par famille

CROISÉE MOR	CLASSIQUE SAD	DÉRIVÉE GC	NON PARAMÉTRIQUE ISC	ROBUSTE SMPD ₂
----------------	------------------	---------------	-------------------------	------------------------------
 - Classement : SMPD₂ > GC > SAD > ISC > MOR

Corrélation des niveaux de gris

Résultats expérimentaux



Corrélation des niveaux de gris

Résultats expérimentaux

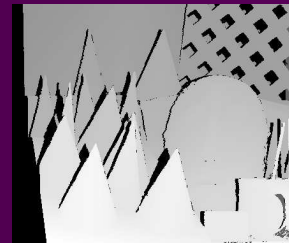
Gauche



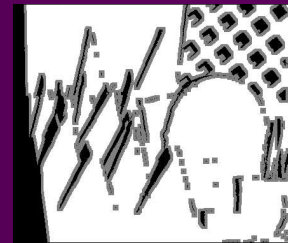
Droite



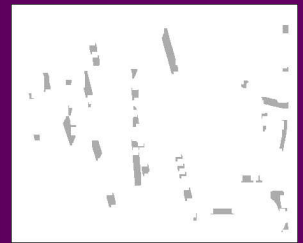
Disparités



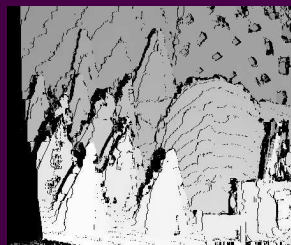
Occultations



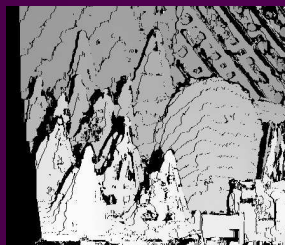
Discontinuités



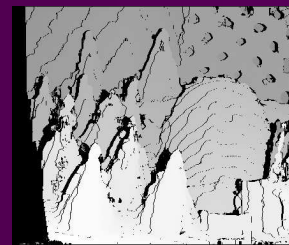
MOR



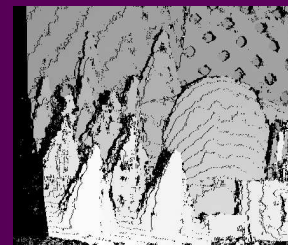
SAD



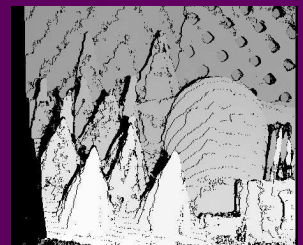
GC



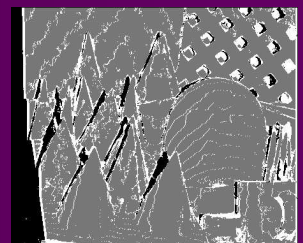
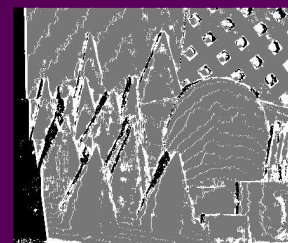
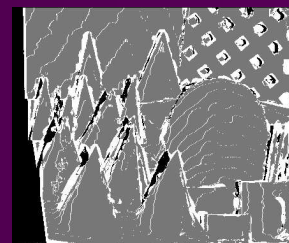
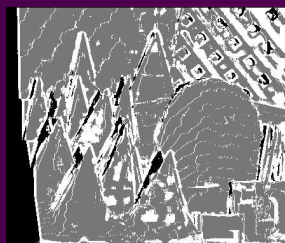
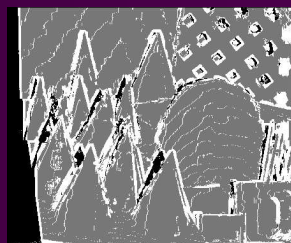
ISC



SMPD₂



Disparités



Corrects

Corrélation des niveaux de gris

Conclusion

- Taxonomie
 - 40 mesures
 - 5 familles
- Mesures robustes : 6 nouvelles formes de mesures robustes
- Résultats
 - Appariements corrects dans les zones des occultations : ROBUSTE > (CROISÉE, CLASSIQUE)
 - Appariements corrects : (CROISÉE, CLASSIQUE) > ROBUSTE
- Améliorations proposées
 - Utilisation de la couleur
 - Combinaison de 2 mesures

Plan

- Mise en correspondance stéréoscopique de pixels
- Protocole d'évaluation et de comparaison
- Mise en correspondance par corrélation des niveaux de gris : corrélation 1D
- Mise en correspondance par corrélation couleur : corrélation 3D
 - Introduction
 - Systèmes de représentation de la couleur
 - 3 méthodes de généralisation à la couleur
 - Généralisation des mesures par famille
 - Résultats expérimentaux
 - Conclusion
- Prise en compte des occultations : méthodes hybrides
- Conclusion et perspectives

Corrélation couleur

Introduction

- Contexte
 - Peu de publications
 - Amélioration des performances [Okutomi 92]
- Stratégie de généralisation
 - Choix du système : étude des systèmes existants
 - Généralisation de la méthode
 - Méthodes FUSION : fusion des résultats obtenus sur chaque composante
 - Méthodes ACP : analyse en composantes principales
 - Méthode DIRECTE : utilisation des mesures de corrélation couleur

Corrélation couleur

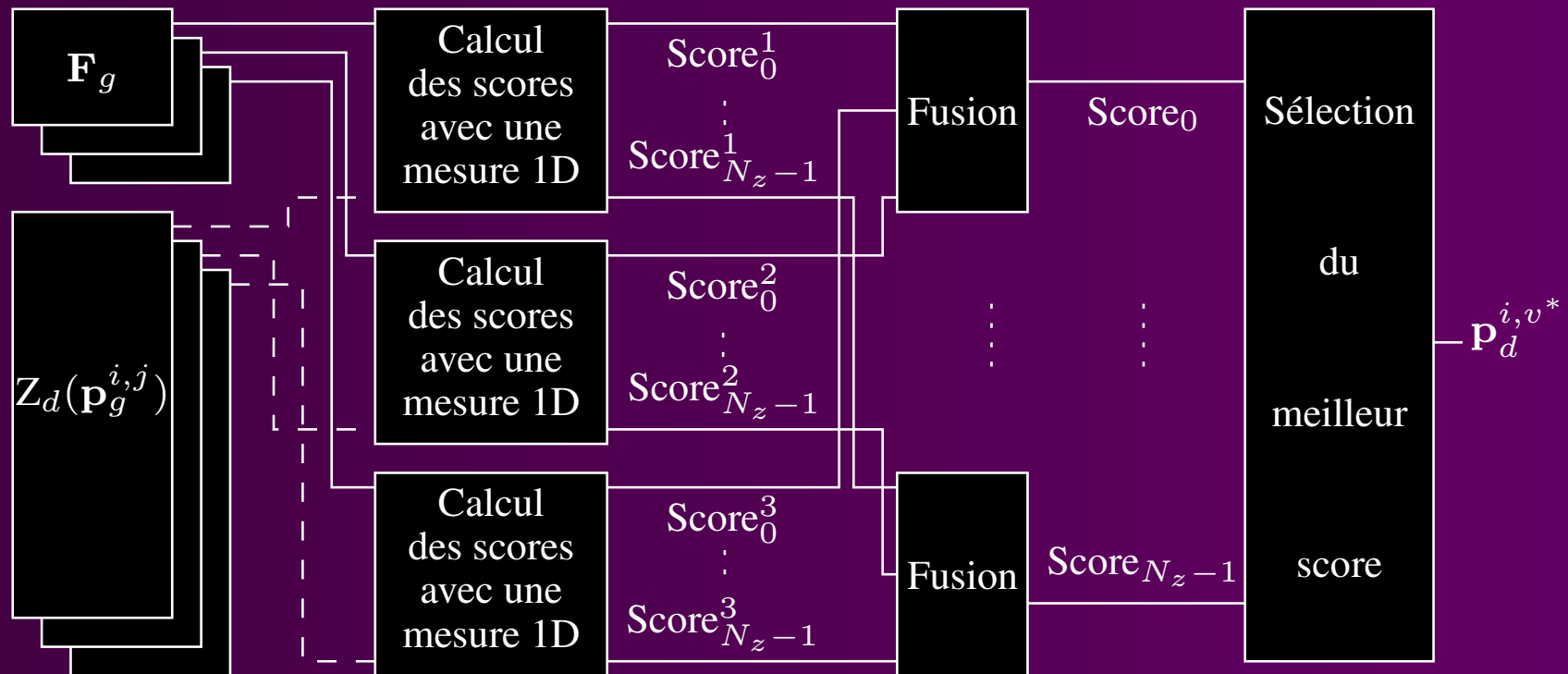
Systèmes de représentation de la couleur

- Familles de systèmes testés [Vandenbroucke 00]
 - Systèmes de primaires
 - Systèmes luminance-chrominance
 - Systèmes perceptuels
 - Systèmes d'axes indépendants
- 10 systèmes retenus
 - RGB, XYZ, CMY
 - $L^*u^*v^*, L^*a^*b^*, AC_1C_2, YCh_1Ch_2$
 - HSI
 - $I_1I_2I_3, H_1H_2H_3$

Corrélation couleur

3 méthodes de généralisation [Chambon 05]

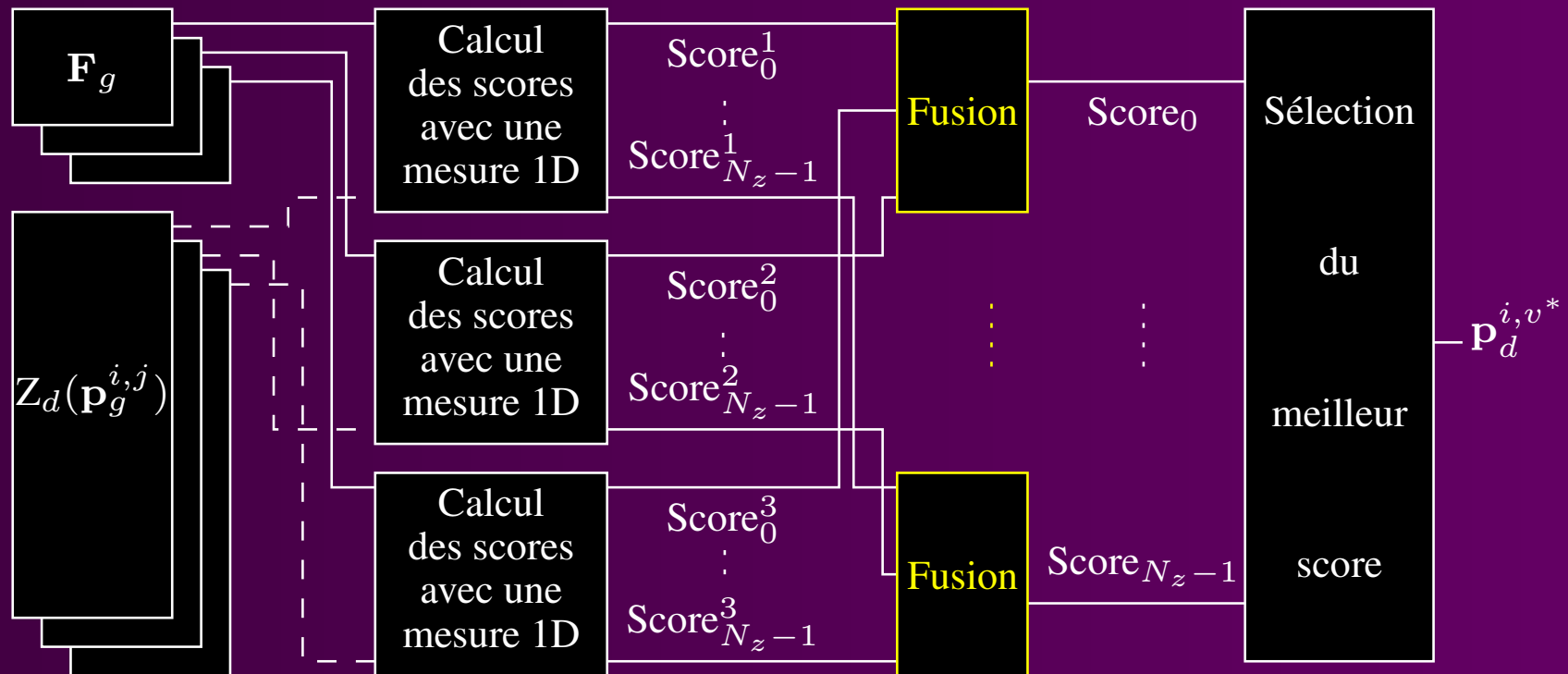
- Fusion des résultats
 - Fusion des scores



Corrélation couleur

3 méthodes de généralisation [Chambon 05]

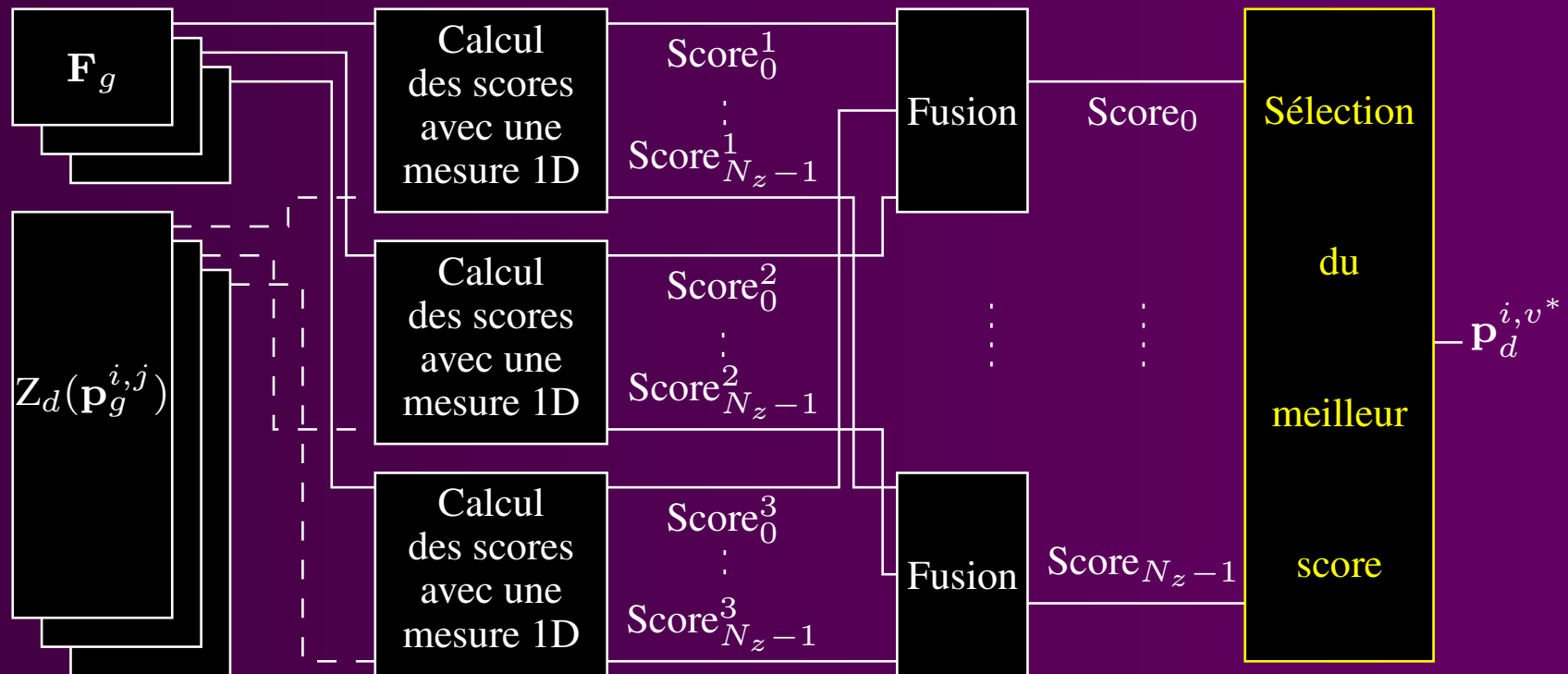
- Fusion des résultats
 - Fusion des scores



Corrélation couleur

3 méthodes de généralisation [Chambon 05]

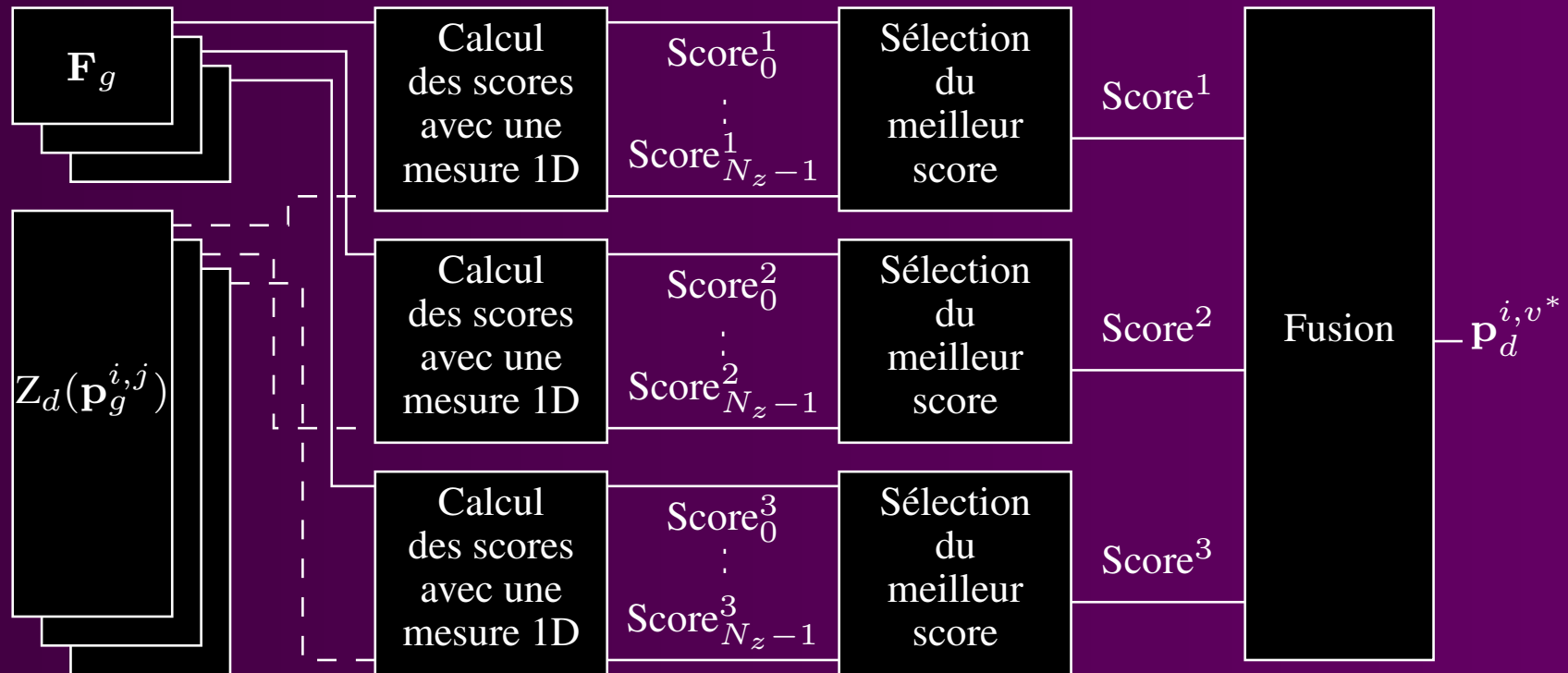
- Fusion des résultats
 - Fusion des scores



Corrélation couleur

3 méthodes de généralisation [Chambon 05]

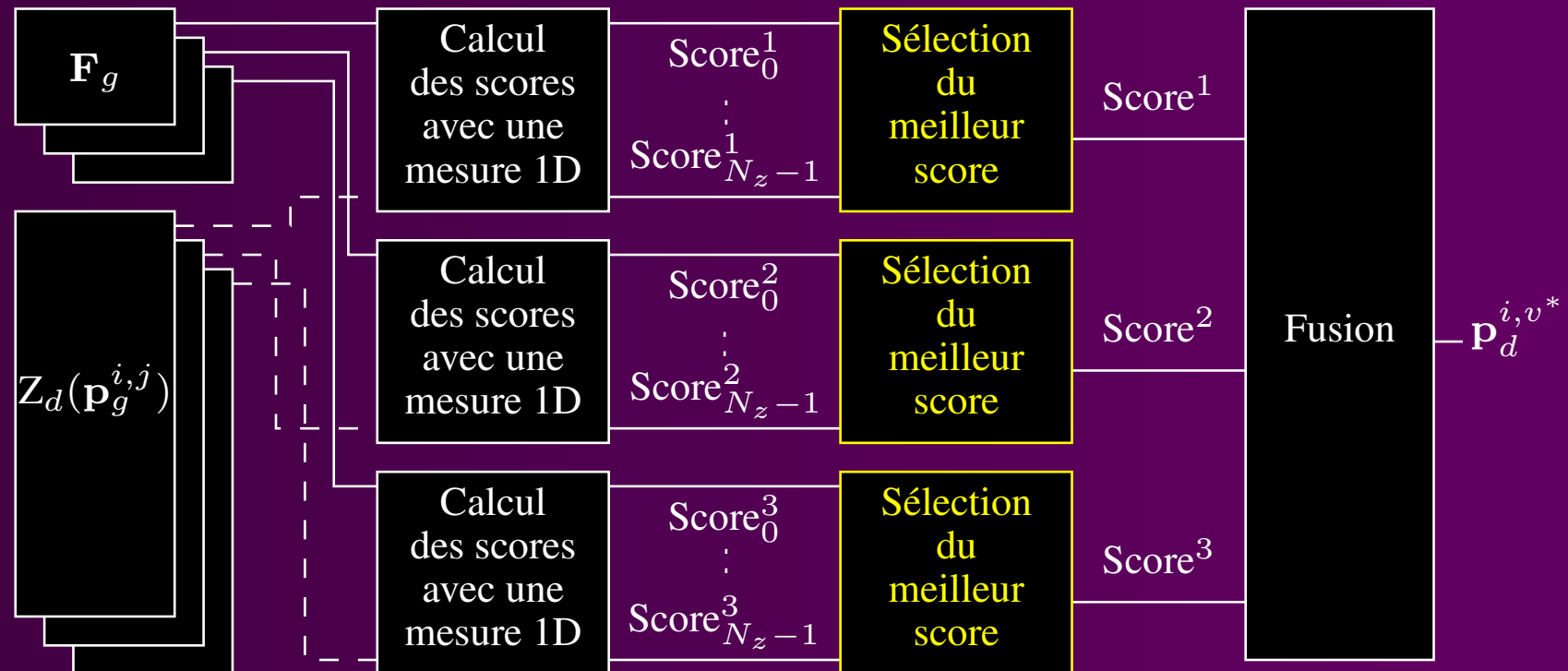
- Fusion des résultats
 - Fusion des scores
 - Fusion des cartes



Corrélation couleur

3 méthodes de généralisation [Chambon 05]

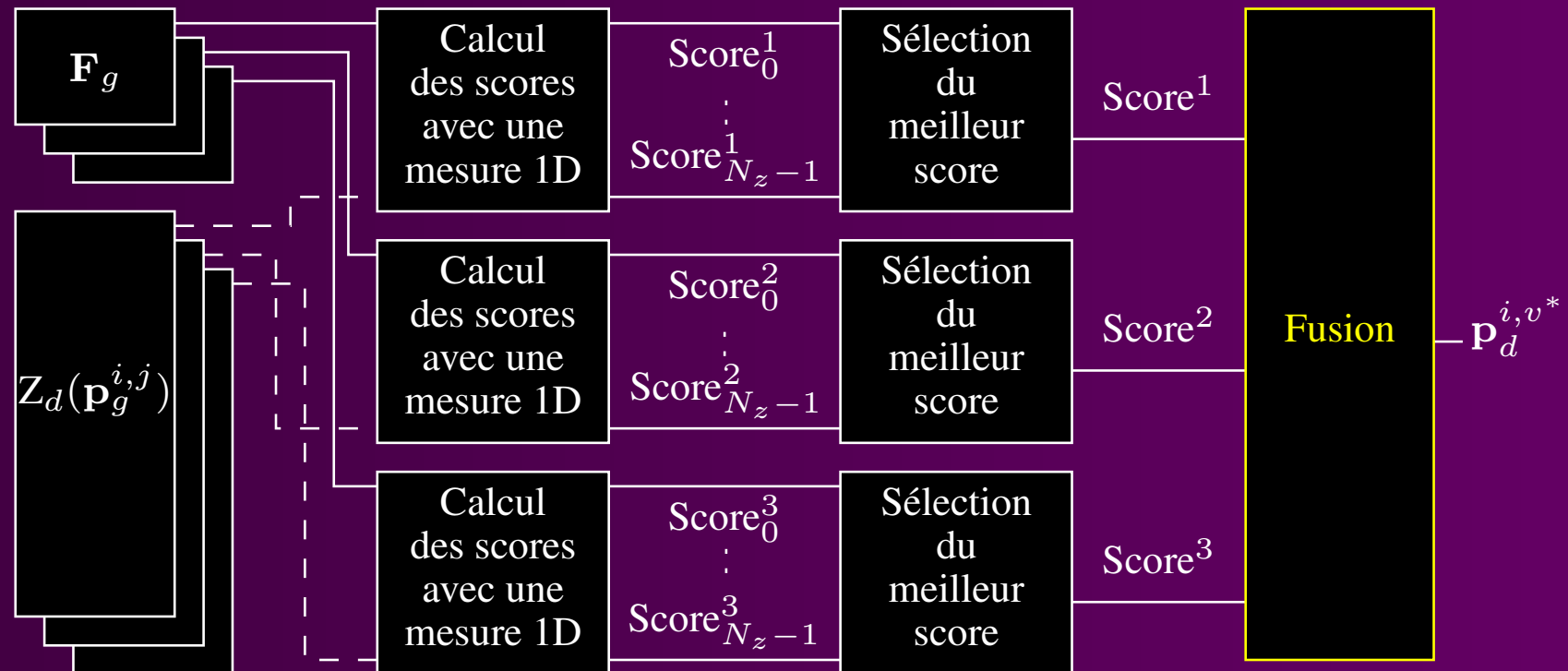
- Fusion des résultats
 - Fusion des scores
 - Fusion des cartes



Corrélation couleur

3 méthodes de généralisation [Chambon 05]

- Fusion des résultats
 - Fusion des scores
 - Fusion des cartes



Corrélation couleur

3 méthodes de généralisation [Chambon 05]

- Fusion des résultats
 - Fusion des scores
 - Fusion des cartes
- Analyse en composantes principales [Cheng 03]
 - ACP sur l'image : 1 calcul d'ACP
 - ACP sur la fenêtre de corrélation : 1 calcul d'ACP par pixel étudié
- Méthode directe : utilisation des mesures de corrélation couleur

Corrélation couleur

Généralisation des mesures de corrélation à la couleur [Chambon 05]

- Opérateurs de base : moyenne, produit scalaire
- Distance entre 2 couleurs
$$D_P(\mathbf{c}_g, \mathbf{c}_d) = ((x_g - x_d)^P + (y_g - y_d)^P + (z_g - z_d)^P)^{\frac{1}{P}}$$
- Calcul des vecteurs gradients : utilisation de la méthode de Lee et Cok [Lee 91]
- Calcul des rangs : 4 possibilités
 - Ordre vectoriel par entrelacements de bits [Chanussot 98]
 - Ordre selon une composante [Lambert 02]
 - Ordre lexicographique [Lambert 02]
 - Ordre sur la première composante d'une ACP [Cheng 03]



Corrélation couleur

Résultats expérimentaux

- Protocole : zone chromatique et zone achromatique [Tseng 92]

Teddy



Zone chromatique



Barn1



Zone chromatique

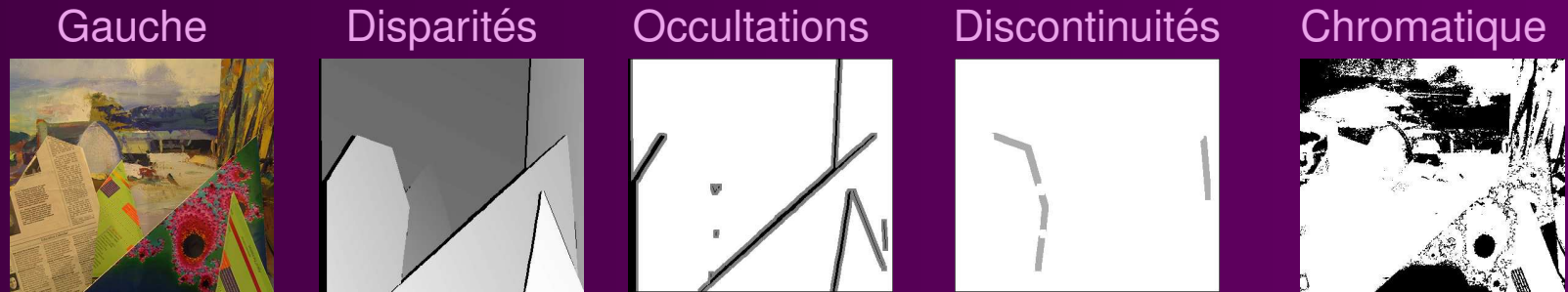


- Résultats

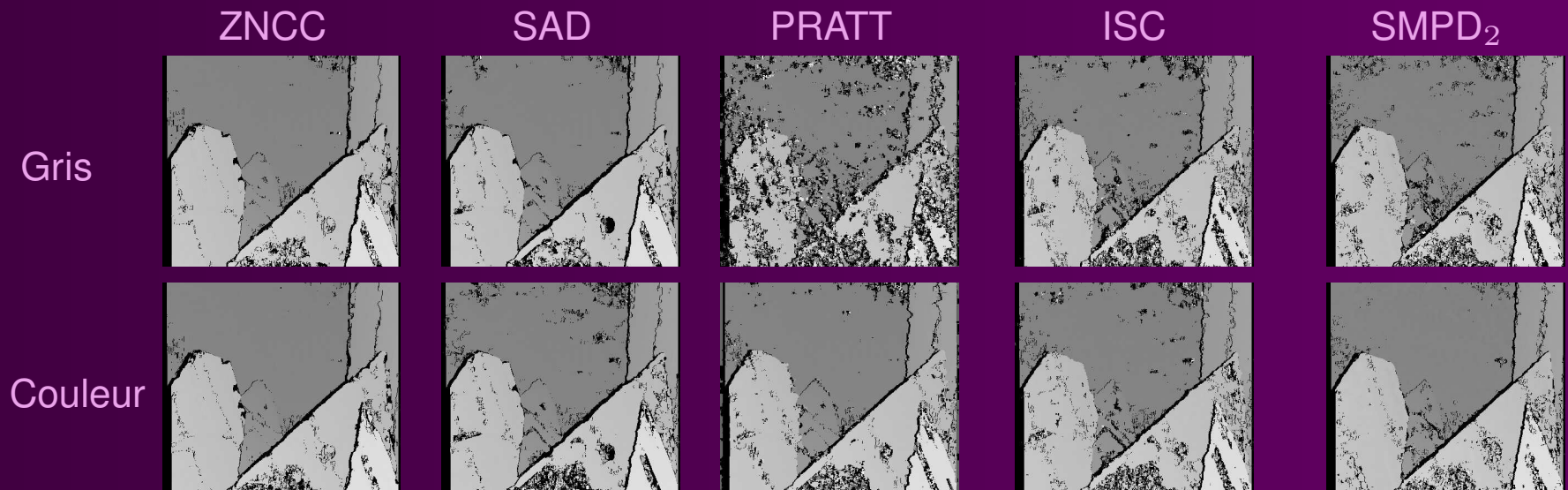
- Systèmes : RGB , XYZ , $I_1I_2I_3$ et $H_1H_2H_3$
- Méthode FUSION : SCORE > CARTE et opérateur *minimum*
- Méthode ACP : CORRÉLATION > IMAGE
- Méthode DIRECTE : distance quelconque, ordre lexicographique
- Temps de calcul : FUSION > ACP > DIRECTE
- Performances : FUSION > DIRECTE > ACP

Corrélation couleur

Résultats expérimentaux

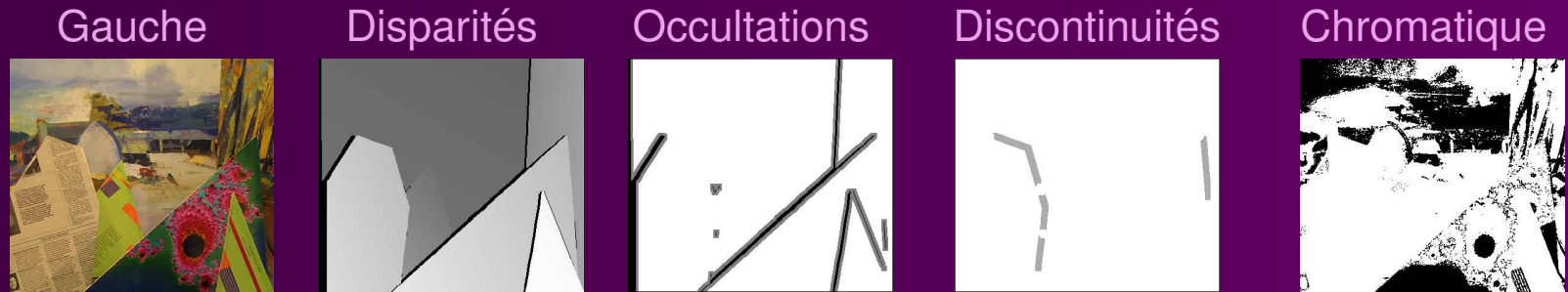


Cartes de disparités

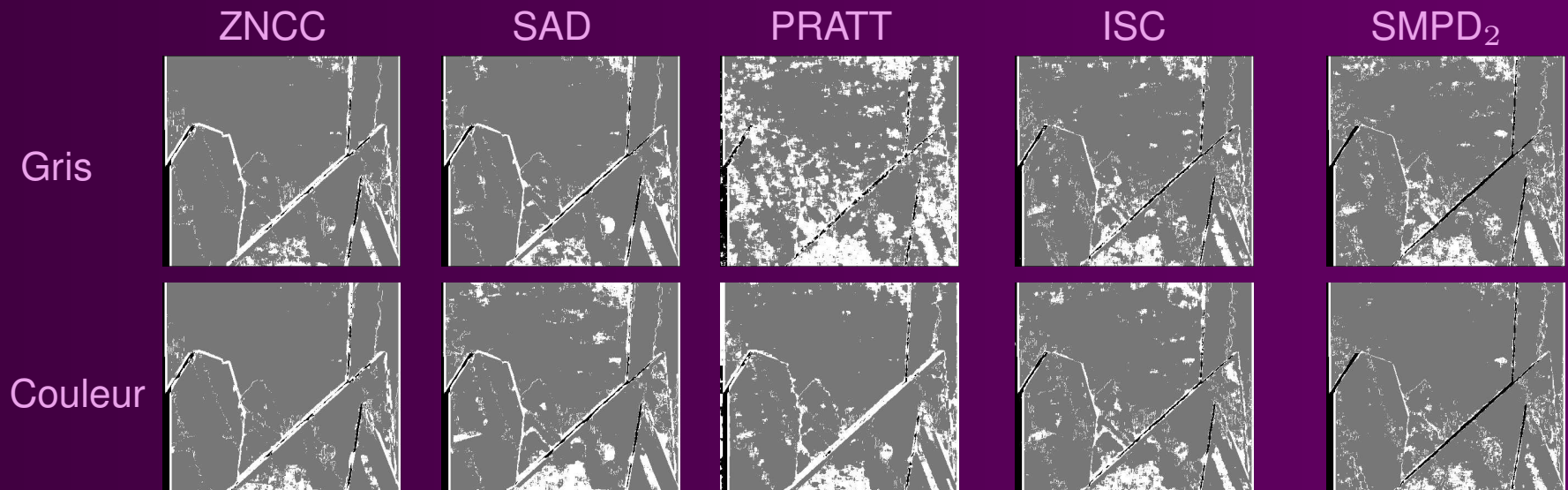


Corrélation couleur

Résultats expérimentaux

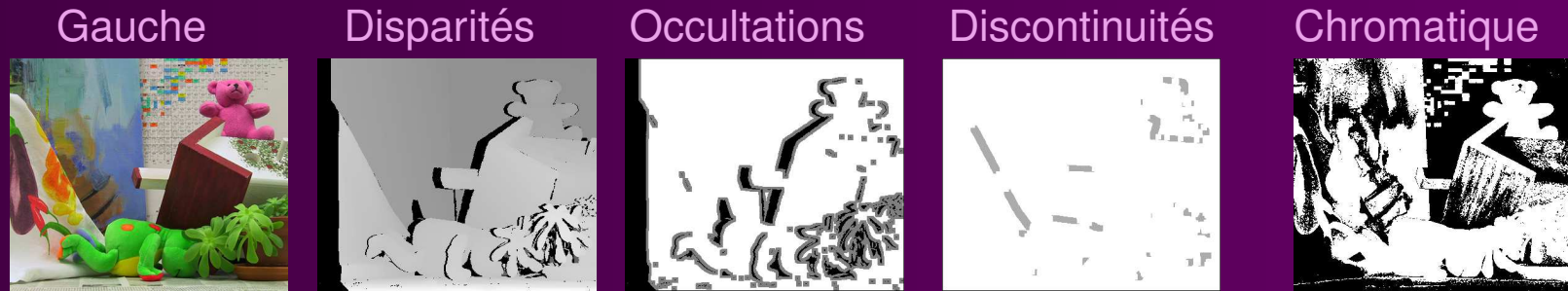


Cartes d'appariements corrects

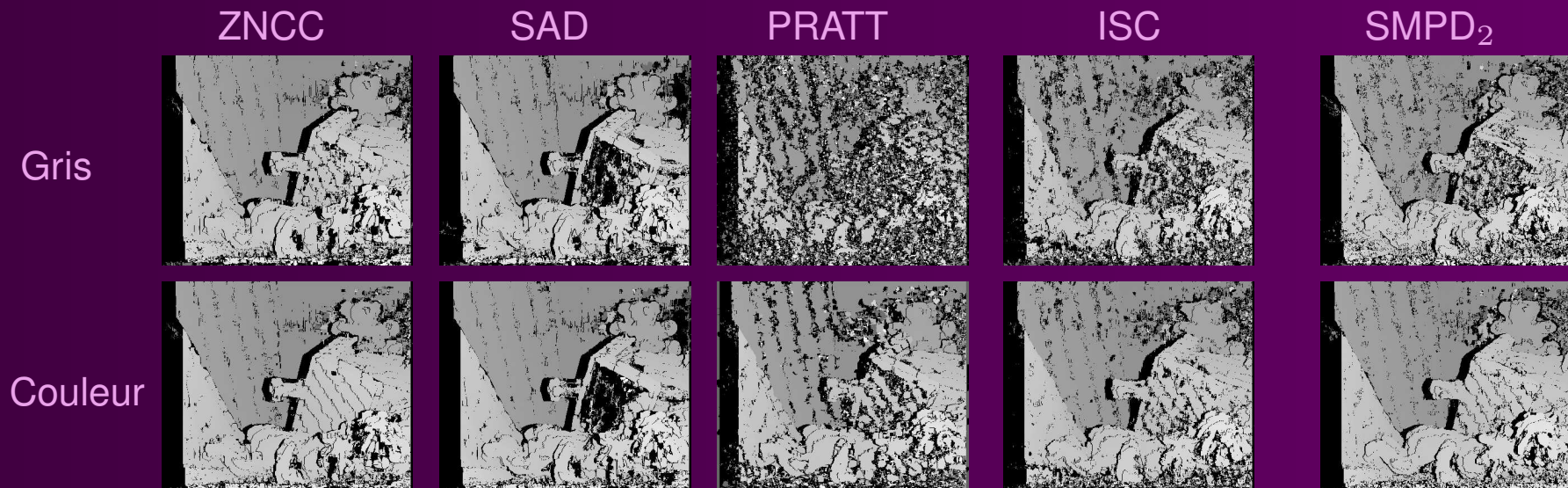


Corrélation couleur

Résultats expérimentaux



Cartes de disparités



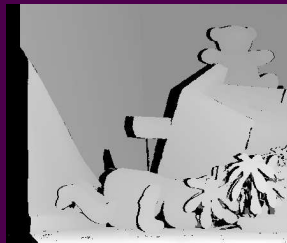
Corrélation couleur

Résultats expérimentaux

Gauche



Disparités



Occultations



Discontinuités



Chromatique



Cartes d'appariements corrects

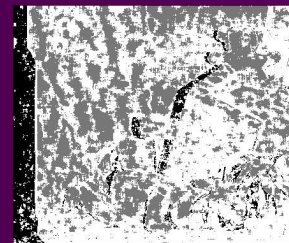
ZNCC



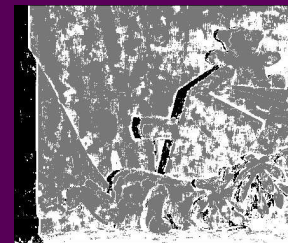
SAD



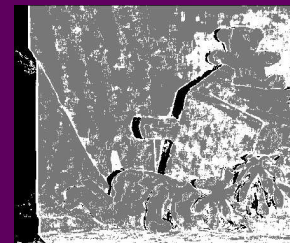
PRATT



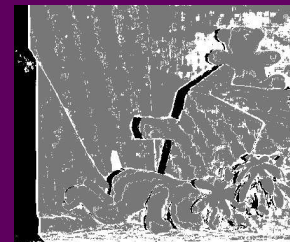
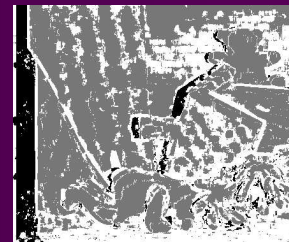
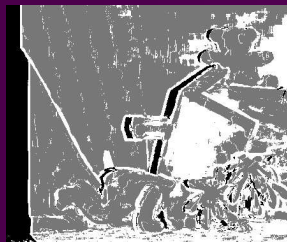
ISC



SMPD₂



Gris



Couleur

Corrélation couleur

Conclusion

- Stratégie d'adaptation à la couleur
 - 10 systèmes de représentation de la couleur testés
 - 3 méthodes de généralisation
- Meilleure méthode : méthode FUSION-SCORE avec XYZ et opérateur *minimum*

Plan

- Mise en correspondance stéréoscopique de pixels
- Protocole d'évaluation et de comparaison
- Mise en correspondance par corrélation des niveaux de gris : corrélation 1D
- Mise en correspondance par corrélation couleur : corrélation 3D
- Prise en compte des occultations : méthodes hybrides
 - Introduction
 - Méthodes CONTOUR
 - Méthodes CORRÉLATION
 - Méthodes POST-DÉTECTION
 - Méthode FUSION-DISP
 - Résultats expérimentaux
 - Conclusion
- Conclusion et perspectives

Prise en compte des occultations

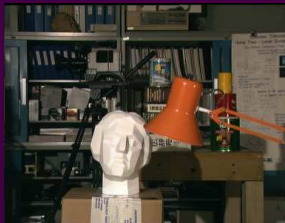
Introduction

- État de l'art
 - Méthodes avec prétraitement
 - Méthodes locales
 - Méthodes globales
 - Méthodes locales à passages multiples
 - Méthodes avec affinement
- Idée : proposer des méthodes s'appuyant sur 2 mesures de corrélation
- Principe
 - Détecter la zone totale des occultations
 - Appliquer une mesure différente suivant le type de zone

Prise en compte des occultations

Méthodes CONTOUR

Image gauche



Détection
de
contours

Cartes de contours



Image droite

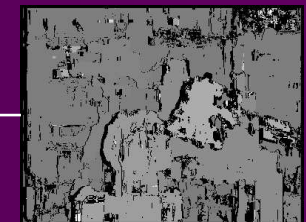


Détection
de
contours



Mise
en
correspondance
et
contrainte
de
symétrie

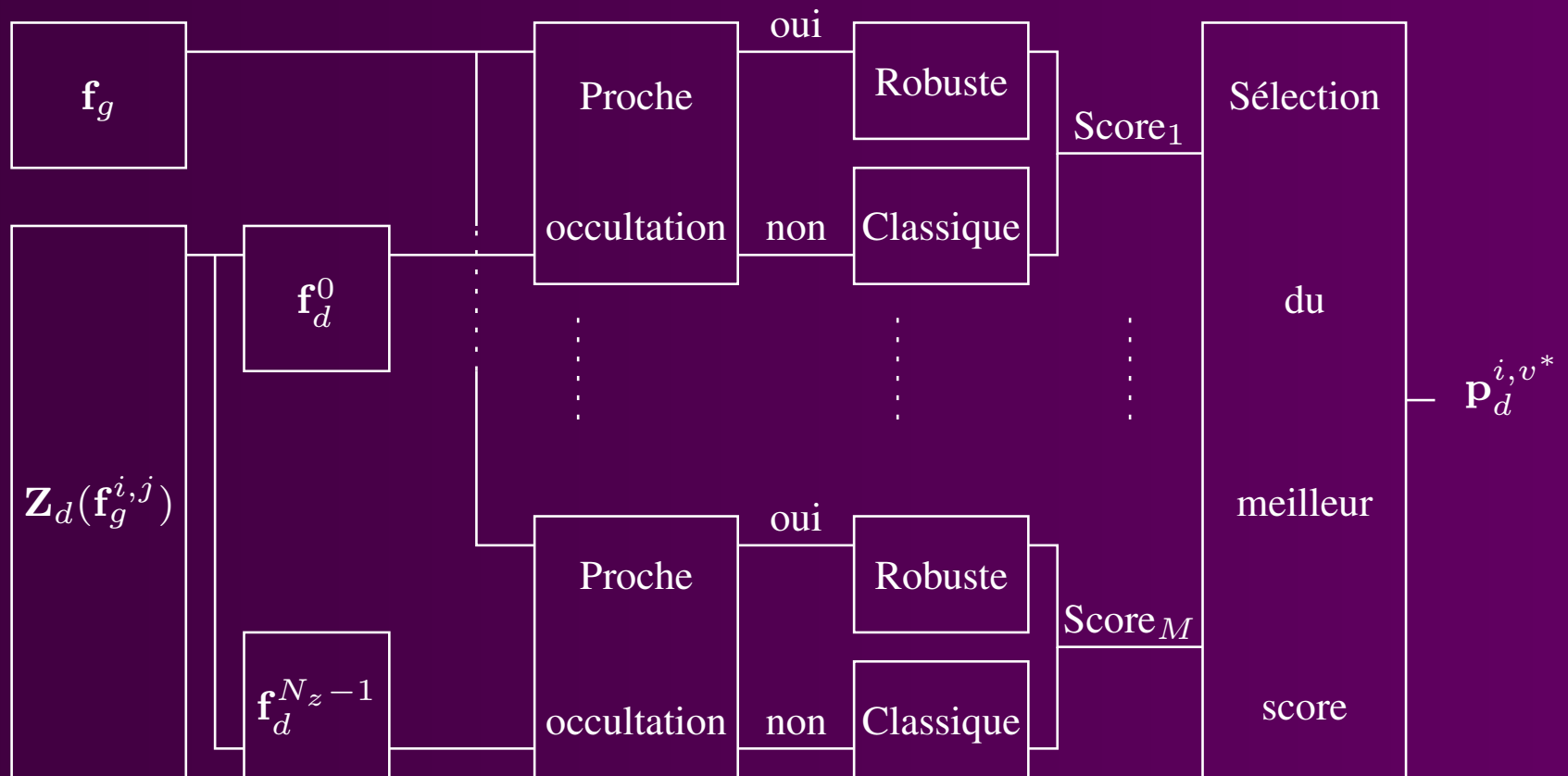
Carte de disparités



Prise en compte des occultations

Méthodes CORRÉLATION

2 variantes : CORRÉLATION-KANEKO et CORRÉLATION-LAN



Prise en compte des occultations

Méthodes POST-DÉTECTION

10 variantes

Image gauche



Image droite



Zone totale des occultations

Mise
en
correspondance
classique
et
contrainte
de
symétrie

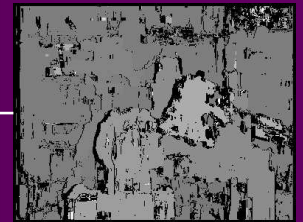


Carte de disparités



Mise
en
correspondance
robuste
et
contrainte
de
symétrie

Carte de disparités



Prise en compte des occultations

Méthodes POST-DÉTECTION

Variante	Seuil score	Seuil ambiguïté	Symétrie	Unicité	Ordre	Filtrage médian	Dilatation
POST-SEUIL	•						
POST-AMBIGUÏTÉ		•					
POST-SYMÉTRIE			•				
POST-UNICITÉ				•			
POST-ORDRE					•		
POST-MÉDIAN			•			•	
POST-DILATATION			•				•
POST-DILATATION-CONTOUR			•				•
POST-ORDRE-SYMÉTRIE			•		•		
POST-AMBIGUÏTÉ-SYMÉTRIE		•	•				

Prise en compte des occultations

Méthode FUSION-DISP

Image gauche



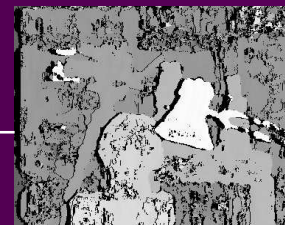
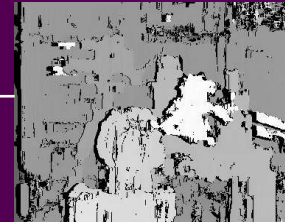
Image droite



Mise en correspondance classique et contrainte de symétrie

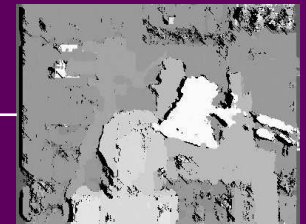
Mise en correspondance robuste et contrainte de symétrie

Cartes de disparités



Fusion

Carte de disparités

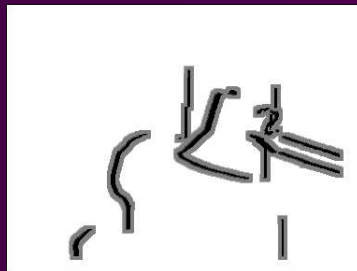


Prise en compte des occultations

Résultats expérimentaux

● Protocole

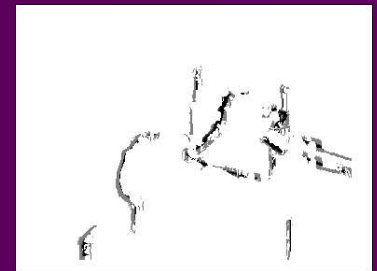
Zones des occultations
considérées



Carte des
occultations



Carte des occultations
correctes



- Mesures testées : NCC, ZNCC, SAD, LTP_2 , $SMPD_2$ et ME_m

● Résultats

- Meilleure combinaison : ZNCC et $SMPD_2$
- Méthodes CONTOUR et CORRÉLATION : problème des seuils
- Meilleures méthodes : POST-DÉTECTION et FUSION-DISP

Prise en compte des occultations

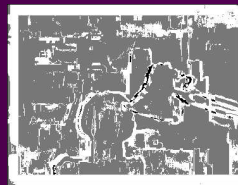
Résultats expérimentaux

ZNCC

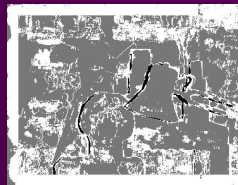
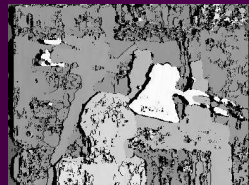
Disparités



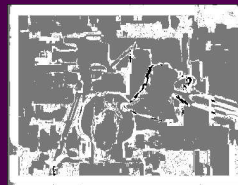
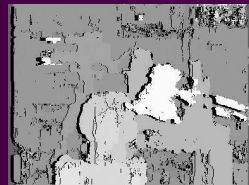
Correctes



SMPD₂



POST-SYMÉTRIE



FUSION-DISP

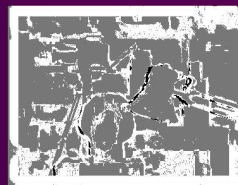
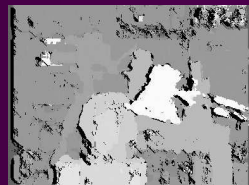


Image gauche



Discontinuités



Disparités



Occultations



Occultations



Correctes

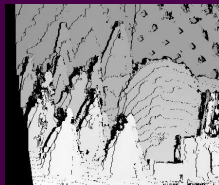


Prise en compte des occultations

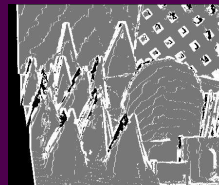
Résultats expérimentaux

ZNCC

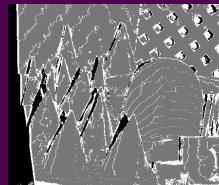
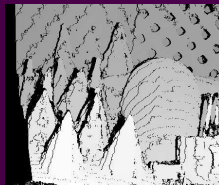
Disparités



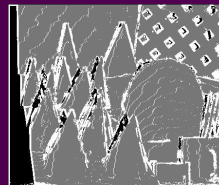
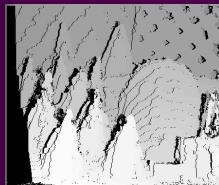
Correctes



SMPD₂



POST-SYMÉTRIE



FUSION-DISP

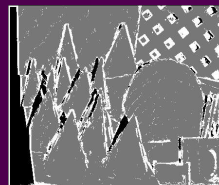


Image gauche



Disparités



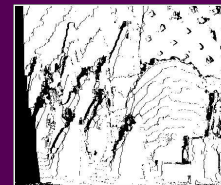
Discontinuités



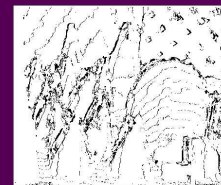
Occultations



Occultations



Correctes



Prise en compte des occultations

Conclusion

- État de l'art
- 4 types de méthodes dont 15 variantes
- Méthode avec fusion de cartes de disparités la plus efficace

Conclusion

Contributions

- Étude bibliographique : <http://www.irit.fr/~Sylvie.Chambon/these.html>
 - Méthodes de mise en correspondance (187, 1975–2005)
 - Méthodes d'évaluation (61, 1980–2005)
 - Méthodes à base de corrélation (52, 1975–2005)
 - Prise en compte de la couleur (51, 1979–2005)
 - Prise en compte des occultations (20, 1989–2005)
- Protocole d'évaluation et de comparaison
 - 14 couples d'images
 - 5 zones d'évaluation
 - 10 critères
 - Synthèse

Conclusion

Contributions

- Mesures de corrélation
 - Caractérisation du comportement des familles de mesures
 - Nouvelles mesures utilisant des outils de statistiques robustes
- Généralisation à la couleur
 - Proposition de 3 méthodes de généralisation
 - Caractérisation du gain de performance
- Proposition de méthodes hybrides
 - Proposition de 4 types de méthodes et 15 variantes
 - Mise en valeur des méthodes de fusion de cartes de disparités

Perspectives

- Améliorations des méthodes proposées
 - Accélération des calculs
 - Prise en compte des zones non texturées
 - Prise en compte de la couleur
 - Détection des occultations
 - Prise en compte de plus de 2 mesures dans les méthodes hybrides
- Intégration des méthodes proposées
 - Approche multirésolution
 - Mise en correspondance par croissance de germes
 - Méthode globale

Perspectives

- Améliorations des méthodes proposées
 - Accélération des calculs
 - Prise en compte des zones non texturées
 - Prise en compte de la couleur
 - Détection des occultations
 - Prise en compte de plus de 2 mesures dans les méthodes hybrides
- Intégration des méthodes proposées
 - Approche multirésolution
 - Mise en correspondance par croissance de germes
 - Méthode globale

Merci de votre attention