

Master 2
Observation de la Terre et Géomatique
Année 2017 – 2018

**Apport des méthodes d'apprentissage profond
pour la manipulation des photographies aériennes anciennes**

Développement de méthodes de colorisation automatique

Quentin Poterek – quentin.poterek@etu.unistra.fr [OU] quentin.poterek@outlook.fr

Jury – Anne Puissant, Pierre-Alexis Herrault, Bernard Allenbach



Contexte

Contexte

Plan

Colorisation

Méthode

Résultats

Limites

Applications

Restauration

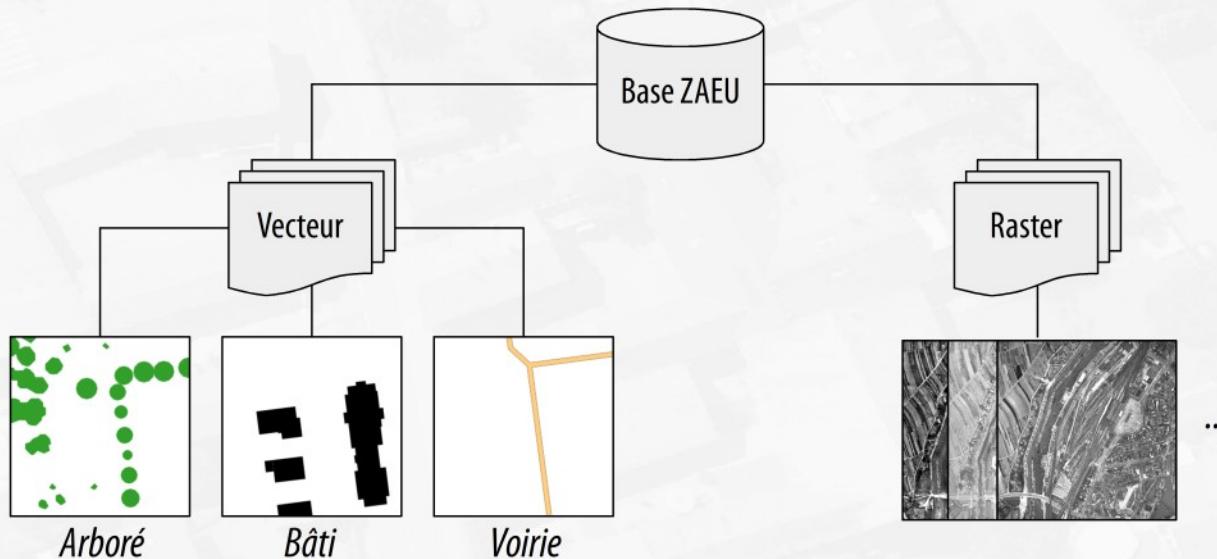
Attributs

Patrimoine

Conclusion

Bibliographie

- Mission proposée par la Zone Atelier Environnemental Urbaine (ZAEU)
- Mobilisation des produits mis à disposition dans une base de données géohistorique (1932 à 2013)



Contexte

Contexte

Plan

Colorisation

Méthode

Résultats

Limites

Applications

Restauration

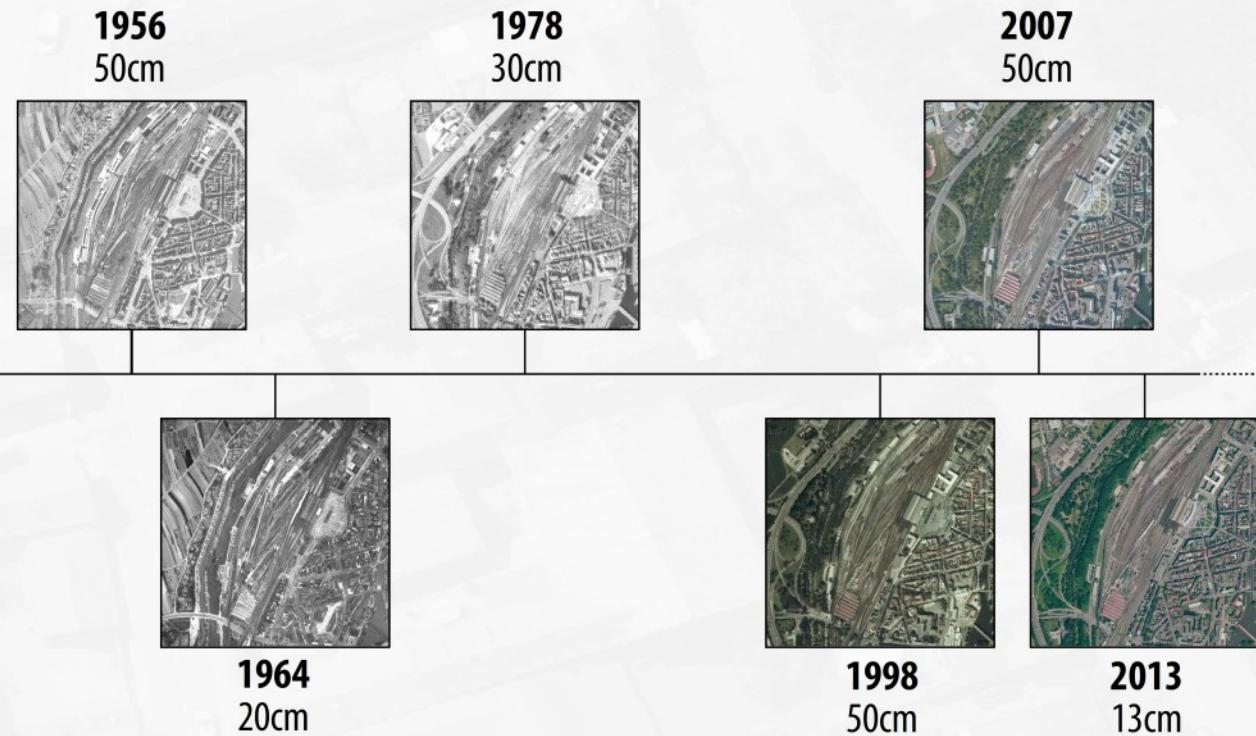
Attributs

Patrimoine

Conclusion

Bibliographie

- Plusieurs produits matriciels mis à disposition, dont certains sont au cœur de ce travail de recherche





Contexte

Contexte

Plan

Colorisation

Méthode

Résultats

Limites

Applications

Restauration

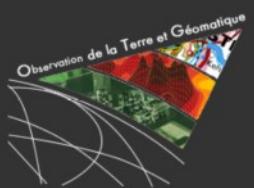
Attributs

Patrimoine

Conclusion

Bibliographie

- Plusieurs questions se posent, parmi celles-ci :
 - L'apport de la couleur peut-il améliorer les méthodes de classification existantes ?
 - Est-il possible de développer une méthode de colorisation pour les produits panchromatiques ?
 - Celle-ci peut-elle fonctionner sur les produits historiques ?



Plan

Contexte

Plan

Colorisation

Méthode

Résultats

Limites

Applications

Restauration

Attributs

Patrimoine

Conclusion

Bibliographie

- Contexte
- Colorisation : méthodes, résultats et limites
- Panorama : l'apprentissage profond pour l'exploitation des photographies aériennes et produits géographiques
- Conclusion
- Bibliographie

Contexte

Plan

Colorisation

Méthode

Résultats

Limites

Applications

Restauration

Attributs

Patrimoine

Conclusion

Bibliographie

Apport de la couleur

- Pour justifier ce travail, analyse préliminaire de l'apport de la couleur

Classifications (Ortho EMS 2013)

Produit panchromatique



Référence



Occupation du sol

	Surface agricole		Bâti
	Surface arborée		Route
	Surface herbacée		Autre

Couche fournie par le LIVE (2012).

Produit colorisé



Panchromatique

Score F moyen : 0,57

Colorisation

Score F moyen : 0,67 [+17%]

Contexte

Plan

Colorisation
Méthode
Résultats
Limites

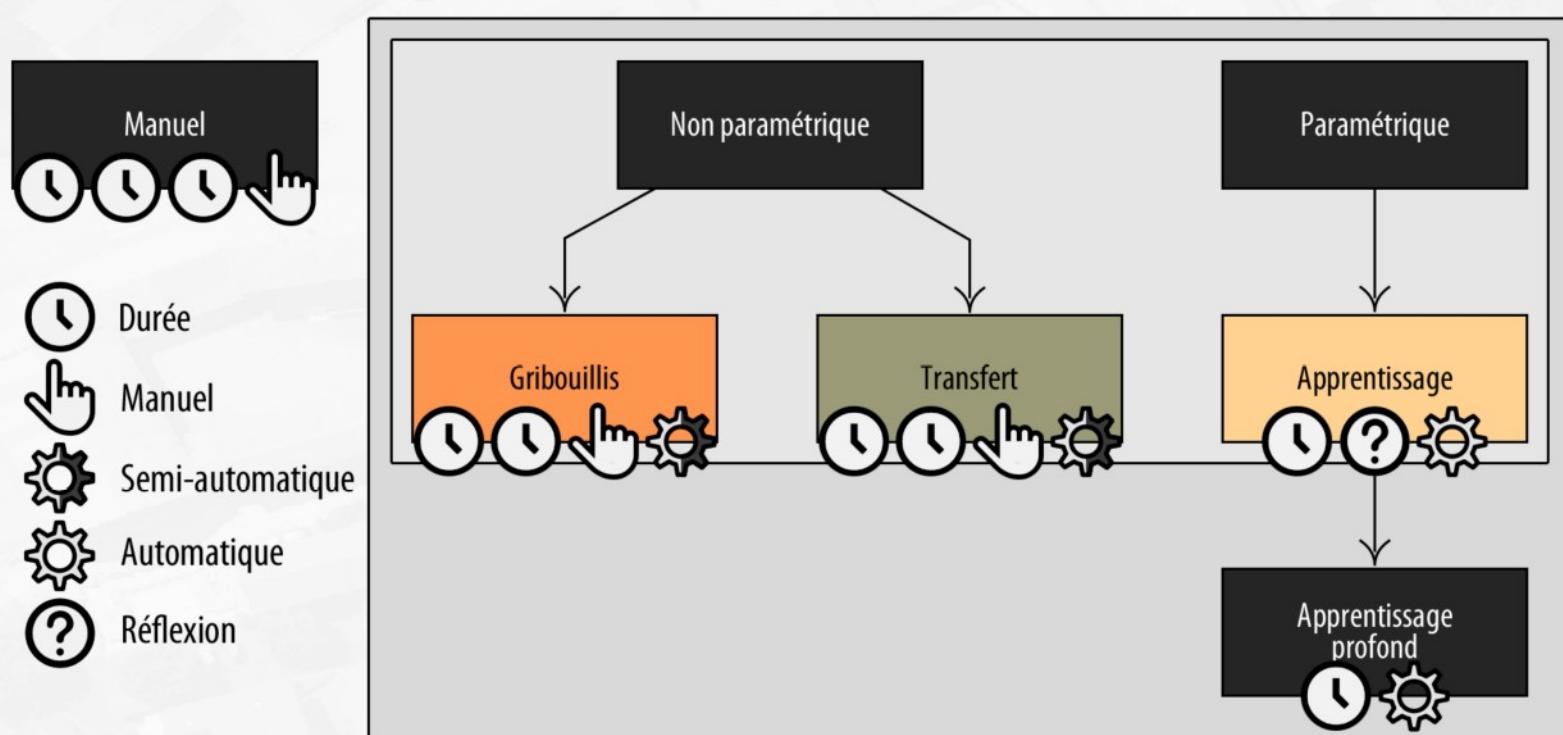
Applications
Restauration
Attributs
Patrimoine

Conclusion

Bibliographie

Méthode de colorisation

- Passage en revue des différentes méthodes dans la littérature



Méthode de colorisation

Contexte

Plan

Colorisation

Méthode

Résultats

Limites

Applications

Restauration

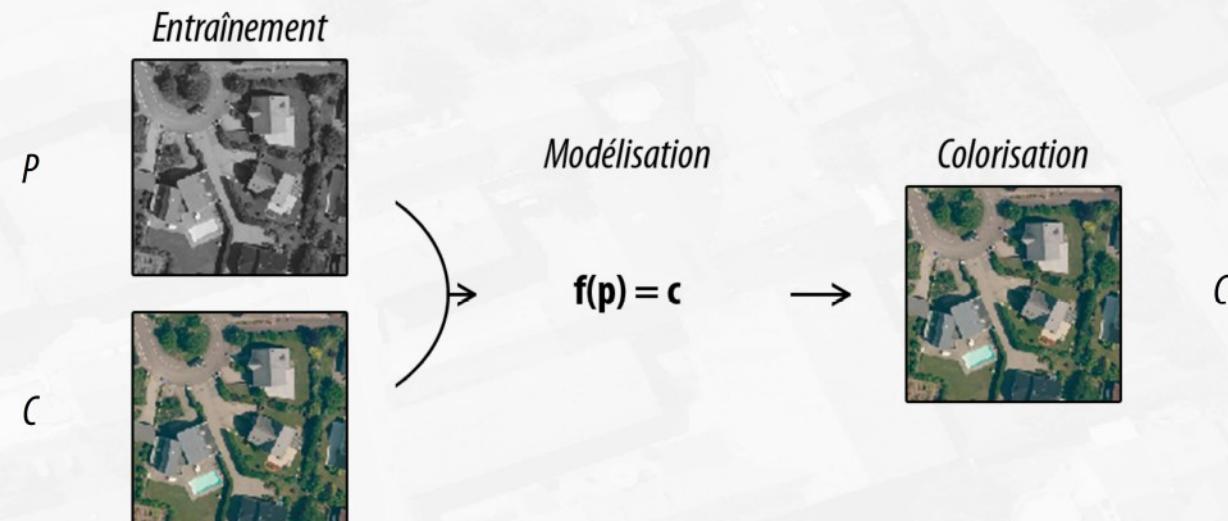
Attributs

Patrimoine

Conclusion

Bibliographie

- Apprentissage d'un modèle de la forme $f(p) = c$ pour la prédiction d'une image en couleurs naturelles, à partir d'un canal panchromatique
- Fonctionne à l'aide d'un générateur (prédit) et d'un discriminateur (évalue)



Méthode de colorisation

Contexte

Plan

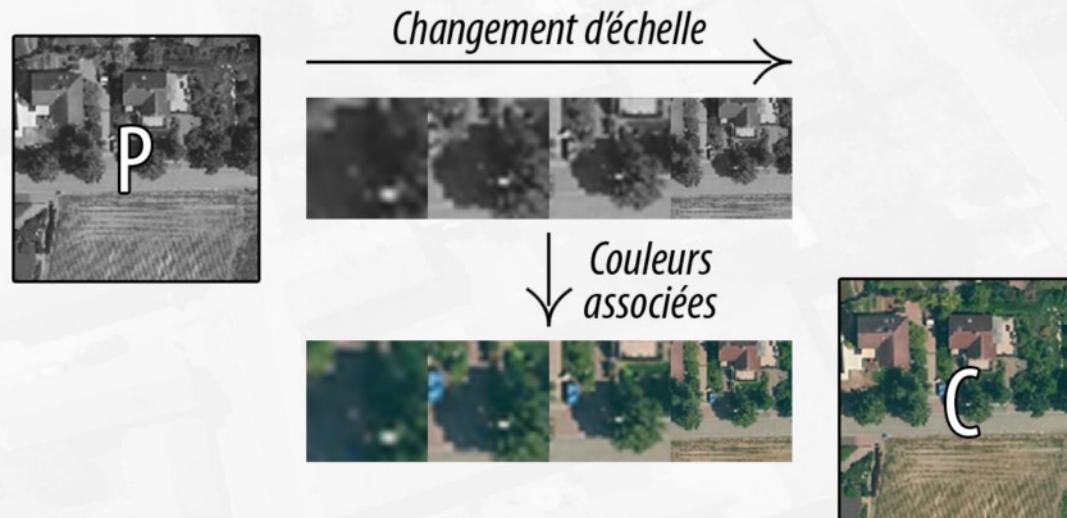
Colorisation
Méthode
Résultats
Limites

Applications
Restauration
Attributs
Patrimoine

Conclusion

Bibliographie

- Le modèle analyse les **sémantiques** présentes au sein de l'image, et associe à chacune une ou plusieurs **couleurs**, parmi lesquelles il pioche lorsqu'il s'agit de coloriser un produit



Méthode de colorisation

Contexte

Plan

Colorisation

Méthode

Résultats

Limites

Applications

Restauration

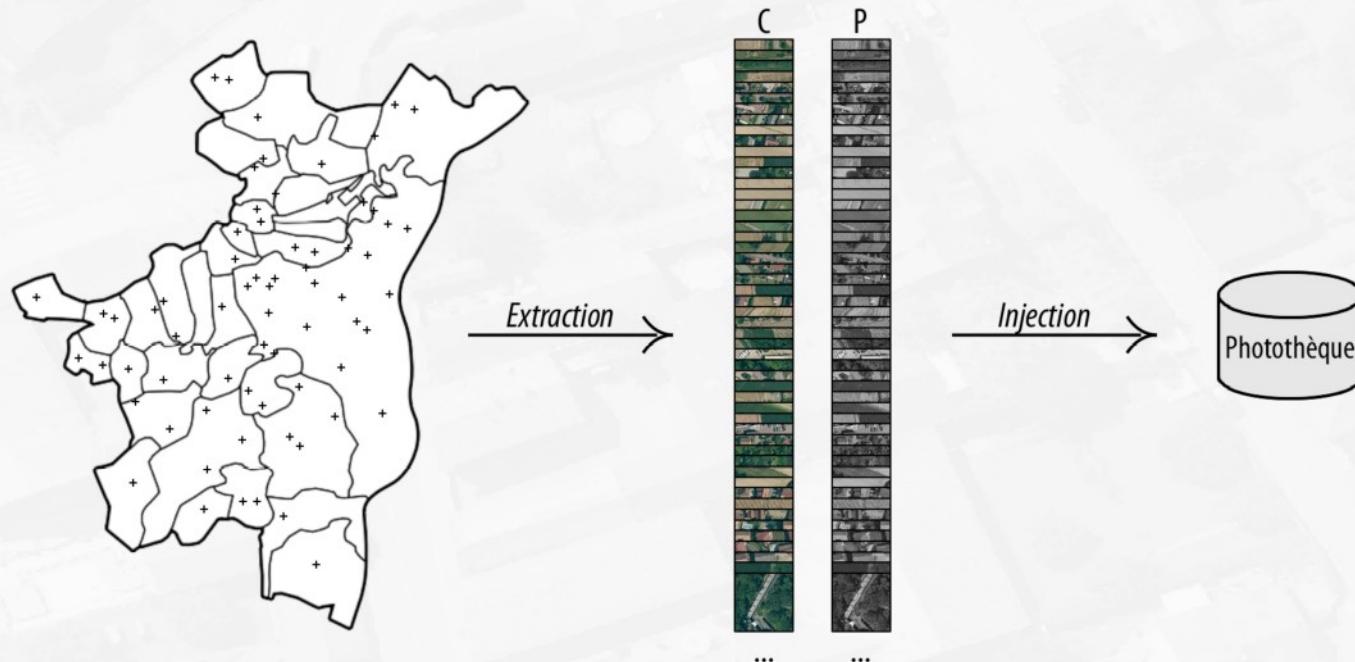
Attributs

Patrimoine

Conclusion

Bibliographie

- Développement d'une photothèque pour l'apprentissage



Contexte

Plan

Colorisation
Méthode
Résultats
Limites

Applications
Restauration
Attributs
Patrimoine

Conclusion

Bibliographie

Quelques exemples de résultats

- Résultats pour différentes classes d'occupation du sol

Agricole



Arboré



Eau



Urbain



Contexte

Plan

Colorisation

Méthode

Résultats

Limites

Applications

Restauration

Attributs

Patrimoine

Conclusion

Bibliographie

Quelques exemples de résultats

- Résultats pour un territoire communal (Niederhausbergen)



Quelques exemples de résultats

Contexte

Plan

Colorisation

Méthode

Résultats

Limites

Applications

Restauration

Attributs

Patrimoine

Conclusion

Bibliographie

- Résultats de classification historique

Classifications (Ortho EMS 1978)

Produit panchromatique



Référence

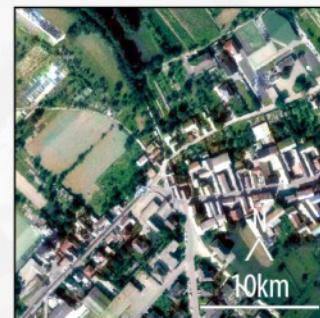


Occupation du sol

	Surface agricole		Bâti
	Surface arborée		Route
	Surface herbacée		Autre

Couche digitalisée pour 1978.

Produit colorisé



Panchromatique

Score F moyen : 0,58

Colorisation

Score F moyen : 0,68 [+17%]

Contexte

Plan

Colorisation

Méthode

Résultats

Limites

Applications

Restauration

Attributs

Patrimoine

Conclusion

Bibliographie

Potentielles limites de la méthode

- Apprentissage, pour une même sémantique, de plusieurs modes dans la distribution des couleurs
- Erreurs de colorisation liées à un manque d'apprentissage et à une photothèque pas assez exhaustive

*Colorisation
Strasbourg-Centre
1978*

Manque de diversité
(Modes)



Photothèque

Temps d'entraînement

Contexte

Plan

Colorisation
Méthode
Résultats
Limites

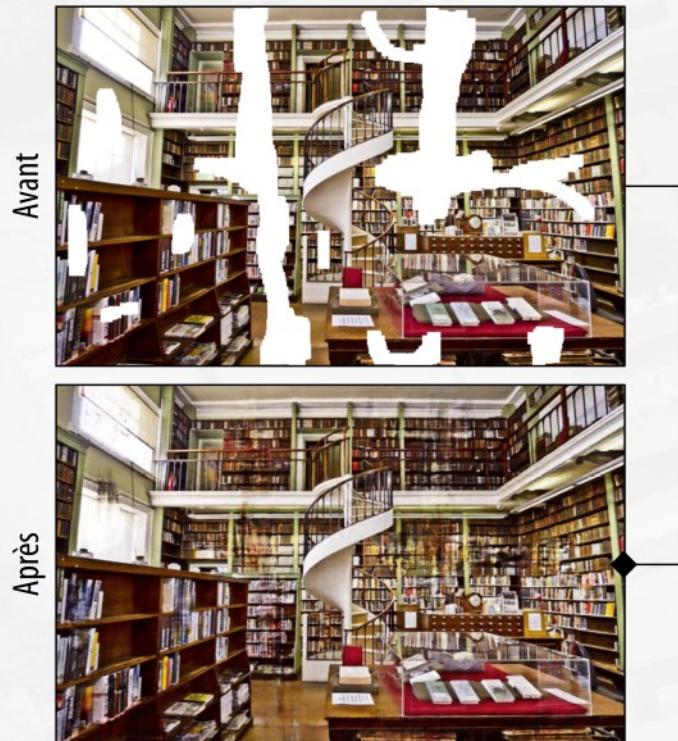
Applications
Restauration
Attributs
Patrimoine

Conclusion

Bibliographie

Restauration et amélioration des clichés

- Élimination des artefacts (bruit, traces, trous, etc.)



Remplissage
(Ulyanov *et al.*, 2018)

Wantzenau (1964)



Contexte

Plan

Colorisation

Méthode

Résultats

Limites

Applications

Restauration

Attributs

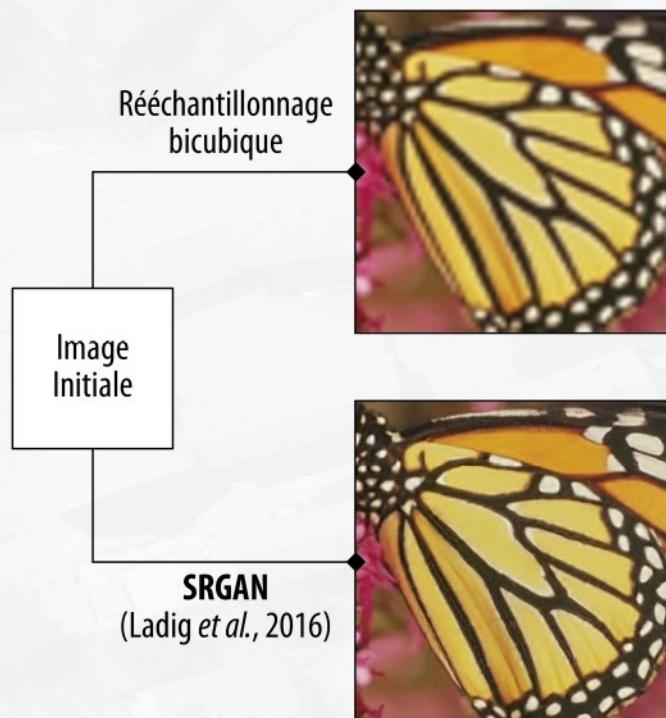
Patrimoine

Conclusion

Bibliographie

Restauration et amélioration des clichés

- Super-résolution pour le rééchantillonnage d'images



Contexte

Plan

Colorisation
Méthode
Résultats
Limites

Applications
Restauration
Attributs
Patrimoine

Conclusion

Bibliographie

Prédiction de nouveaux attributs et produits

- Spectralisation et multi-spectralisation des clichés historiques



- Prédiction d'un champ de profondeur ou modèle de surface

Image en couleurs non stéréoscopique (He *et al.*, 2018)



Prédiction d'un champ de profondeur (He *et al.*, 2018)



Prédiction de nouveaux attributs et produits

- Autres applications plus classiques en télédétection...
- Segmentation sémantique et classification
- Proche du *gap filling*, la prédiction d'images pour différents moments de l'année à partir d'un seul produit de référence

Changement de saison (Zhu *et al.*, 2017)

Été → Hiver



Hiver → Été



Conclusion

- Colorisation des produits historiques rendue possible et simplifiée par les méthodes d'apprentissage profond
- Travail à poursuivre pour améliorer les résultats
- Différentes pistes à envisager pour la valorisation des produits historiques : plateforme dédiée, nouvelles familles de modèles, produits inédits...
- Nouveaux questionnements sur la généalogie des sémantiques spatio-temporelles, la qualité des produits obtenus, les conséquences de telles méthodes sur les métadonnées...
- Travail à pérenniser par les géographes car pistes novatrices et pertinentes dans cette ère du « tout temporel » qui se développe en télédétection

Bibliographie

Contexte

Plan

Colorisation

Méthode

Résultats

Limites

Applications

Restauration

Attributs

Patrimoine

Conclusion

Bibliographie

ZHU J.-Y., PARK T., ISOLA P. ET EFROS A.Ã. (2017). *Unpaired Image-to-Image Translation using Cycle-Consistent Adversarial Networks*, ArXiv e-prints, 18p.

HE L., WANG G. ET HU Z. (2018). *Learning Depth from Single Images with Deep Neural Network Embedding Focal Length*, ArXiv e-prints, 14p.

LEDIG C., THEIS L., HUSZAR F., CABALLERO J., CUNNINGHAM A., ACOSTA A.,AITKEN A., TEJANI A., TOTZ J., WANG Z. ET SHI W. (2016). *Photo-Realistic Single Image Super-Resolution Using a Generative Adversarial Network*, ArXiv e-prints, 19p.

ULYANOV D., VEDALDI A. ET LEMPITSKY V. (2017). *Deep Image Prior*, ArXiv e-prints, 10p.

Contexte

Plan

Colorisation

Méthode

Résultats

Limites

Applications

Restauration

Attributs

Patrimoine

Conclusion

Bibliographie

Mise en valeur du patrimoine

- Mobilisation des cartes anciennes

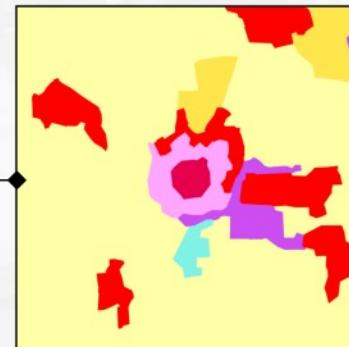
Carte Cassini
(XVIII^e siècle)



Prédiction



Orthophotographie
(2013)



CORINE Land Cover
(2006)