

Université

de Strasbourg



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

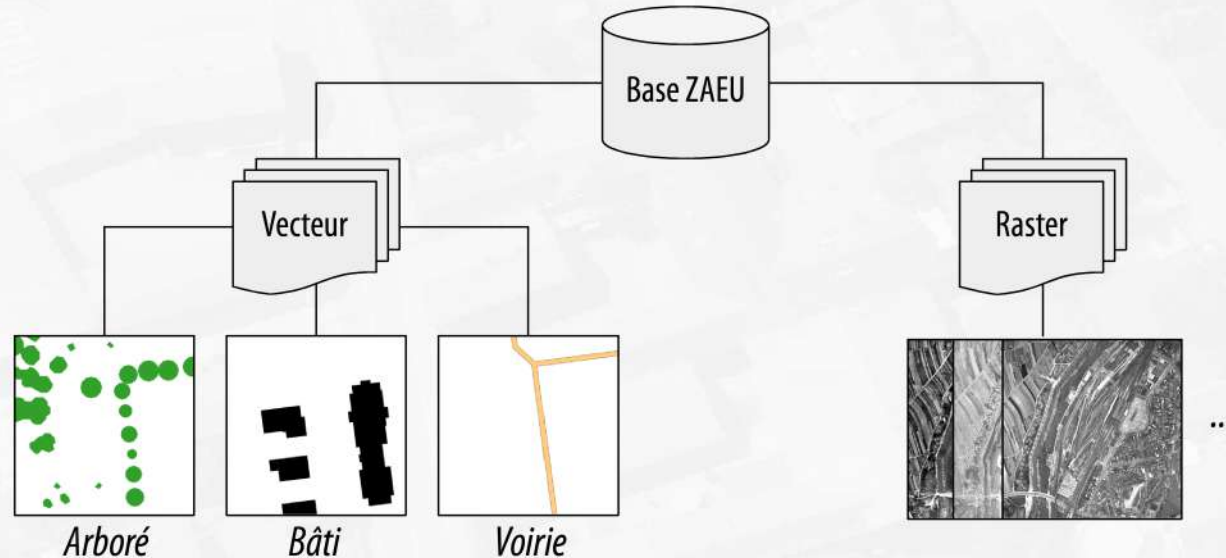
Colorisation
Méthode
Résultats
Limites

Applications
Restauration
Attributs
Patrimoine

Conclusion

Bibliographie

- Mission proposée par la Zone Atelier Environnementale 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

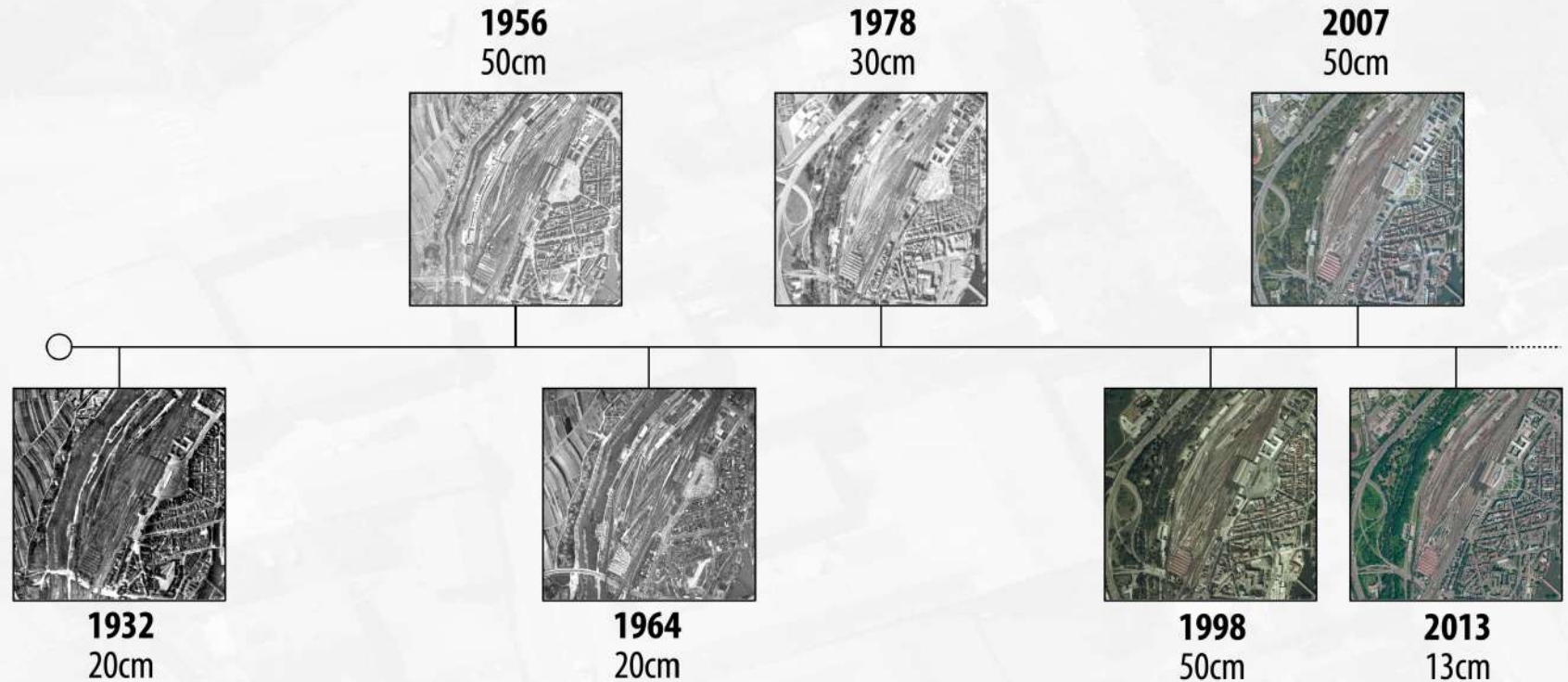
Attributs

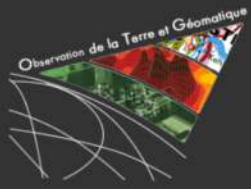
Patrimoine

Conclusion

Bibliographie

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





Contexte

Contexte

Plan

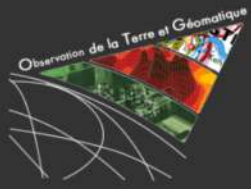
Colorisation
Méthode
Résultats
Limites

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

Apport de la couleur

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

Contexte

Plan

Colorisation

Méthode
Résultats
Limites

Applications
Restauration
Attributs
Patrimoine

Conclusion

Bibliographie

Produit panchromatique



Produit colorisé



Classifications (Ortho EMS 2013)



Référence



Occupation du sol

Surface agricole	Bâti
Surface arborée	Route
Surface herbacée	Autre

Couche fournie par le LIVE (2012).

Panchromatique

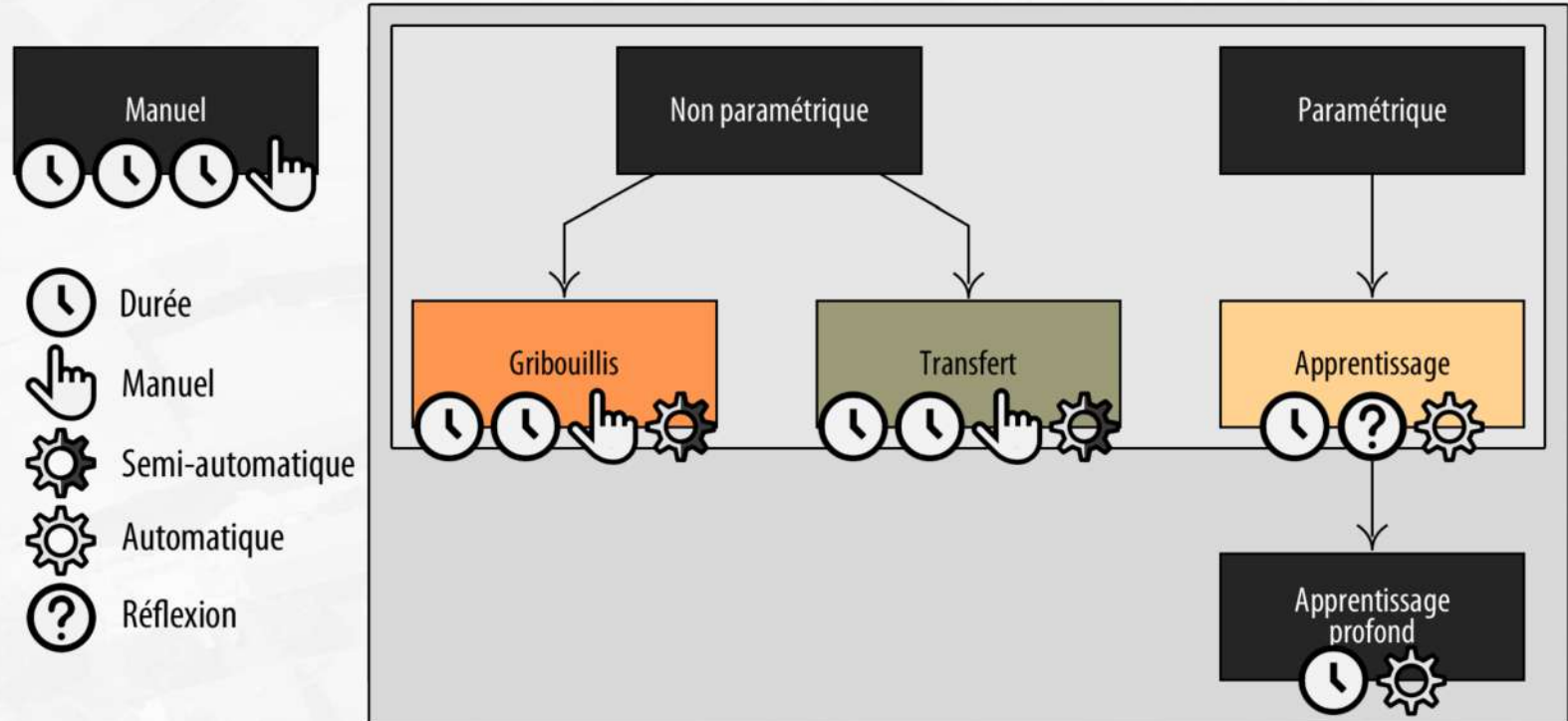
Score F moyen : 0,57

Colorisation

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

Méthode de colorisation

- Passage en revue des différentes méthodes dans la littérature



Méthode de colorisation

Contexte

Plan

Colorisation

Méthode

Résultats

Limites

Applications

Restauration

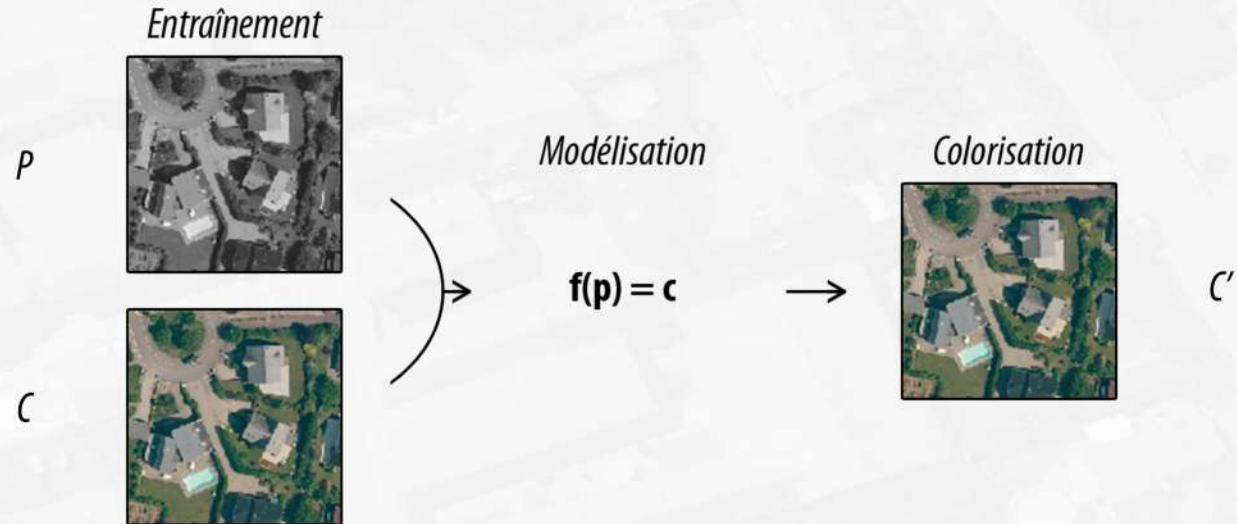
Attributs

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

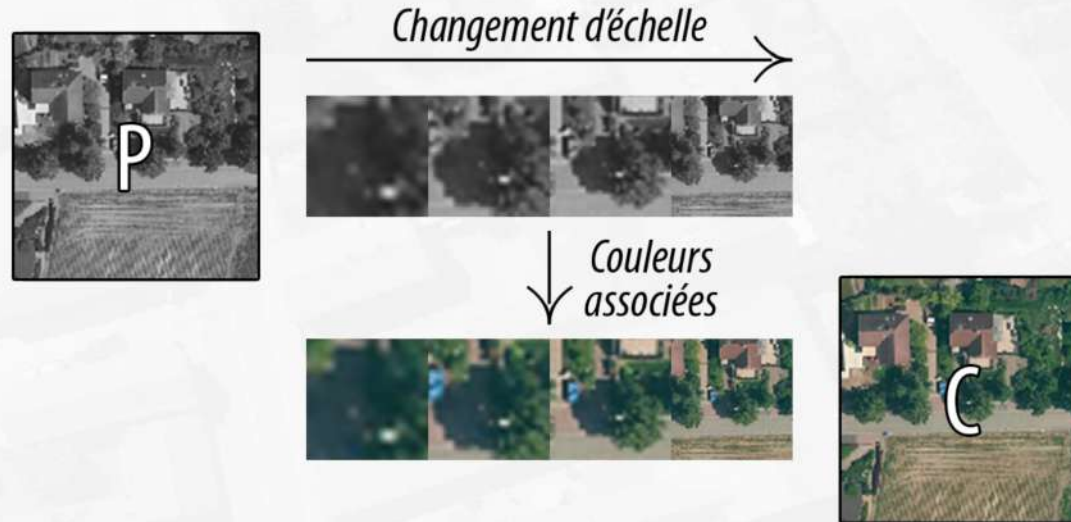
Attributs

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

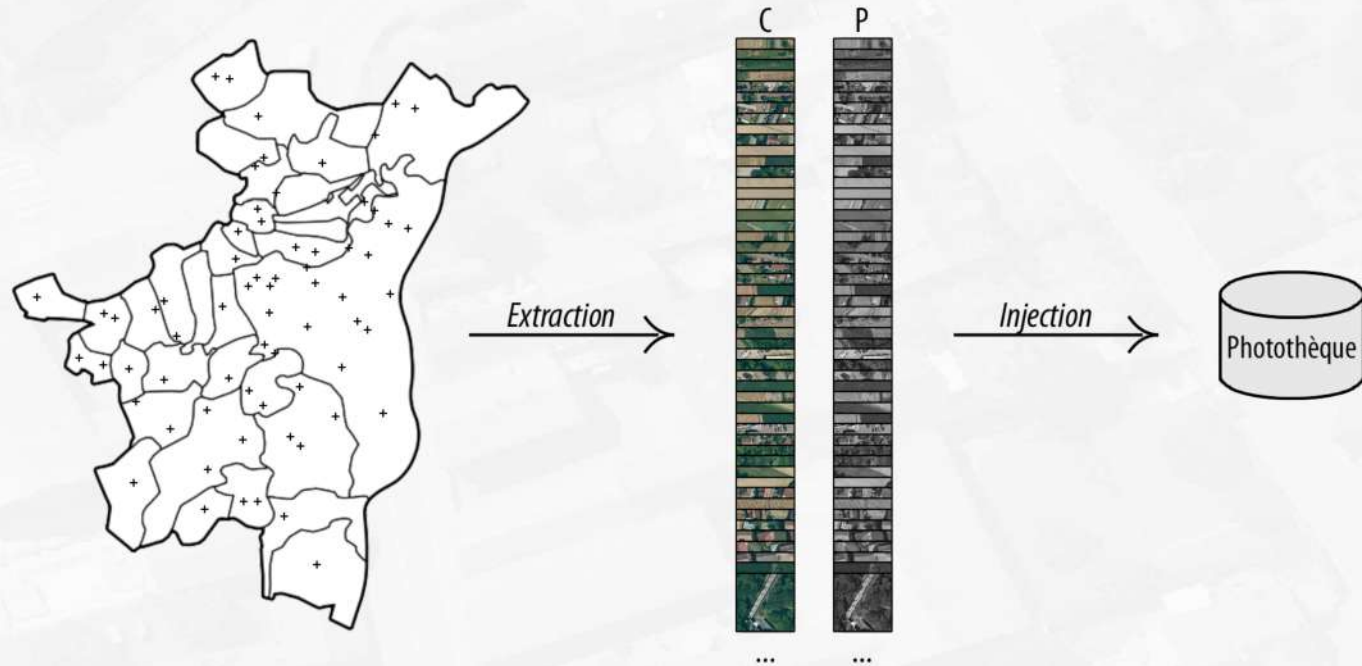
Attributs

Patrimoine

Conclusion

Bibliographie

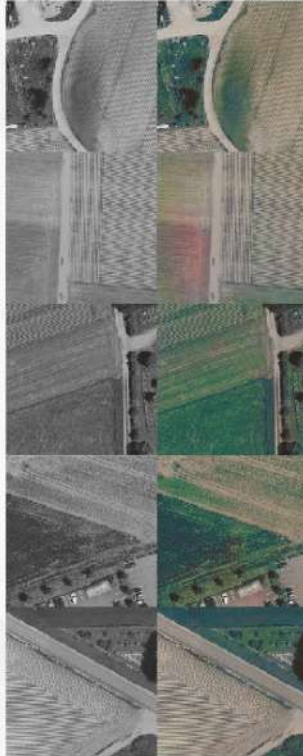
- Développement d'une photothèque pour l'apprentissage



Quelques exemples de résultats

- Résultats pour différentes classes d'occupation du sol

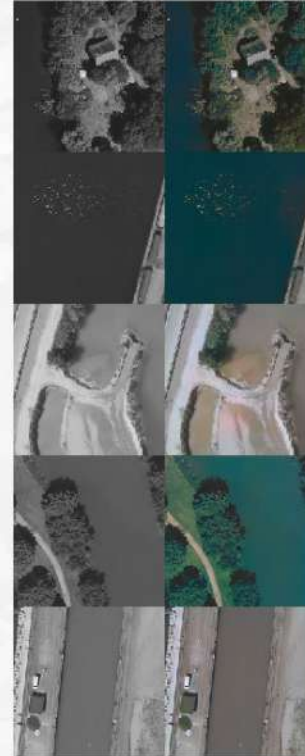
Agricole



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)

1956
Panchromatique



1956
Multispectral



Contexte

Plan

Colorisation

Méthode

Résultats

Limites

Applications

Restauration

Attributs

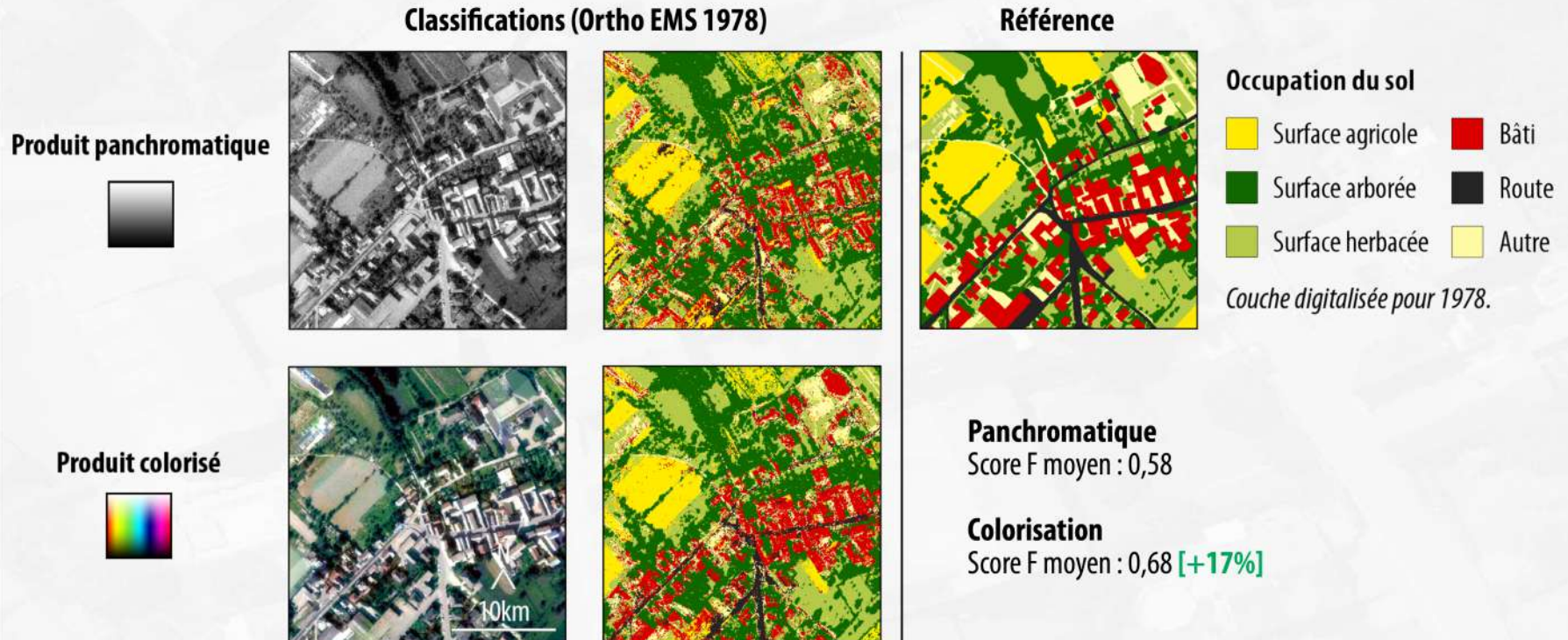
Patrimoine

Conclusion

Bibliographie

Quelques exemples de résultats

- Résultats de classification historique



Potentielles limites de la méthode

Contexte

Plan

Colorisation

Méthode

Résultats

Limites

Applications

Restauration

Attributs

Patrimoine

Conclusion

Bibliographie

- 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

Restauration et amélioration des clichés

Contexte

Plan

Colorisation

Méthode

Résultats

Limites

Applications

Restauration

Attributs

Patrimoine

Conclusion

Bibliographie

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

Avant



Après



Remplissage
(Ulyanov *et al.*, 2018)

Wantzenau (1964)



Restauration et amélioration des clichés

Contexte

Plan

Colorisation

Méthode

Résultats

Limites

Applications

Restauration

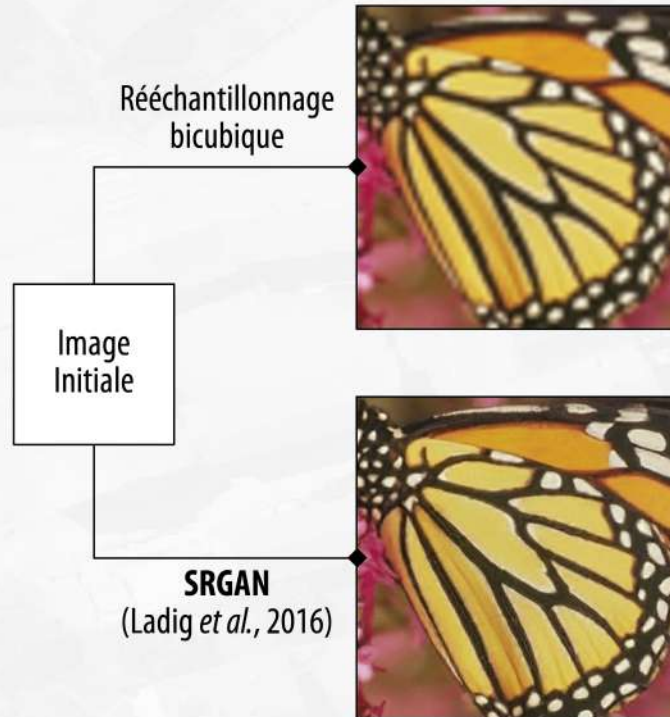
Attributs

Patrimoine

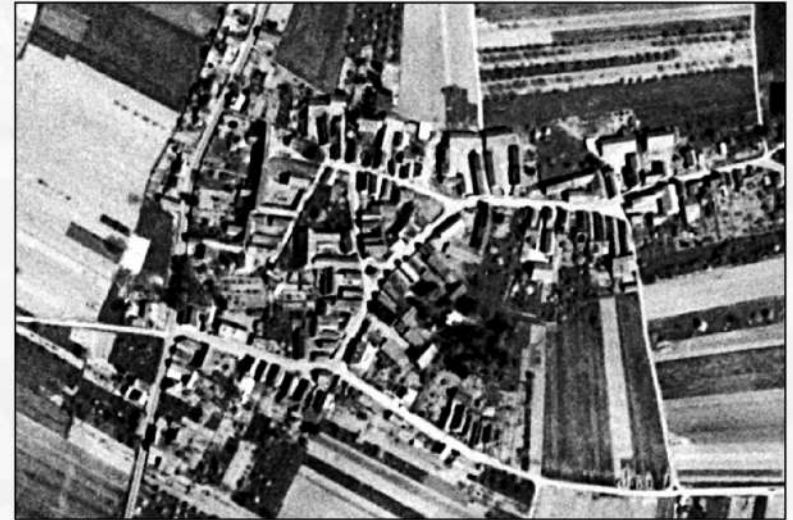
Conclusion

Bibliographie

- Super-résolution pour le rééchantillonnage d'images



Niederhausbergen (1956)



Prédiction de nouveaux attributs et produits

Contexte

Plan

Colorisation

Méthode

Résultats

Limites

Applications

Restauration

Attributs

Patrimoine

Conclusion

Bibliographie

- 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

Contexte

Plan

Colorisation

Méthode

Résultats

Limites

Applications

Restauration

Attributs

Patrimoine

Conclusion

Bibliographie

- 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

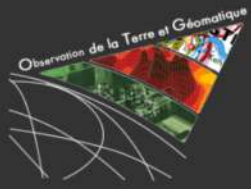
Changement de saison (Zhu et al., 2017)

Été › Hiver



Hiver › Été





Conclusion

Contexte

Plan

Colorisation

Méthode

Résultats

Limites

Applications

Restauration

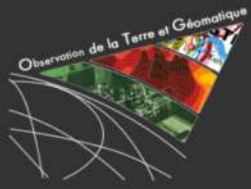
Attributs

Patrimoine

Conclusion

Bibliographie

- 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. (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.

Mise en valeur du patrimoine

Contexte

Plan

Colorisation

Méthode

Résultats

Limites

Applications

Restauration

Attributs

Patrimoine

Conclusion

Bibliographie

- Mobilisation des cartes anciennes

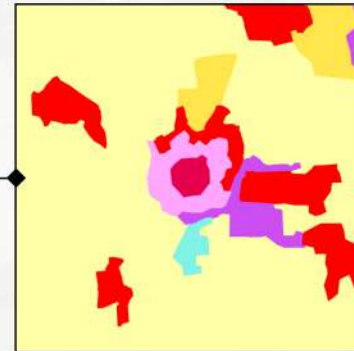
*Carte Cassini
(XVIII^e siècle)*



Prédiction



*Orthophotographie
(2013)*



*CORINE Land Cover
(2006)*