ANR-10-COSI-012 FOSTER

FOuille de données Spatio-Temporelles : application à la compréhension et à la surveillance de l'ERosion

Rencontres du Numérique – 17 et 18 Avril 2013



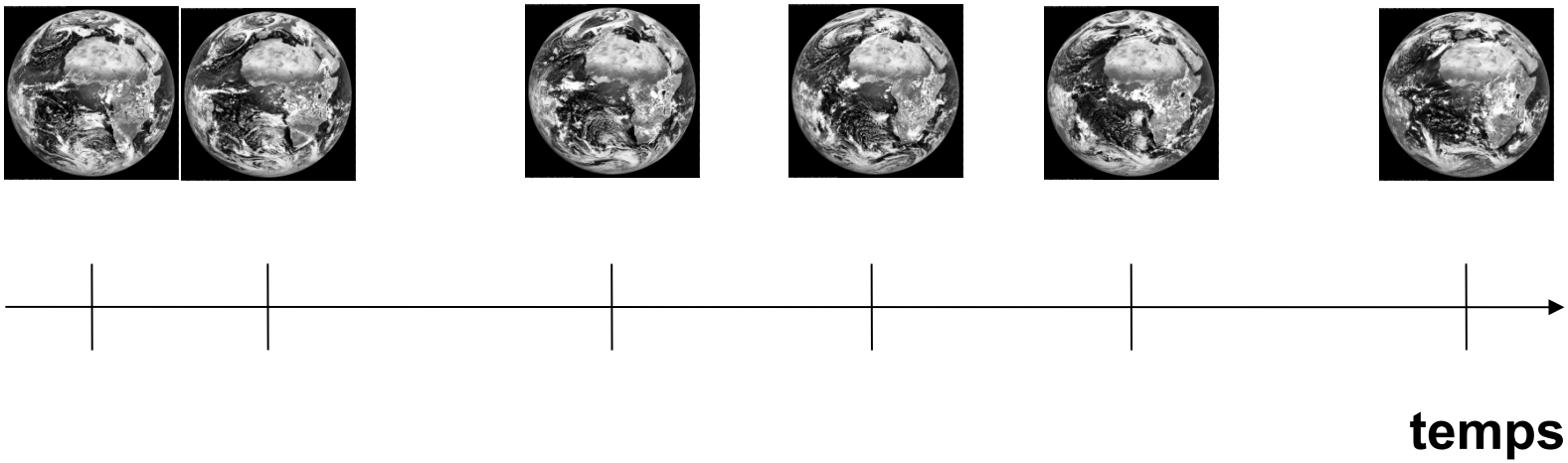
Le projet FOSTER

- Objectif informatique : Proposer de nouvelles méthodes de fouille de séries temporelles d'images satellite et de données spatio-temporelles

- Projet regroupant 4 laboratoires de recherche et 1 entreprise
  - PPME (Université de la Nouvelle-Calédonie) Nazha Selmaoui (coord.)
  - LISTIC (Université de Savoie) Nicolas Méger
  - LSIIT (Université de Strasbourg) Pierre Gançarski
  - BlueCham SAS (entreprise Nouvelle-Calédonie) Didier Lille
  - LIRIS (INSA de Lyon) Christophe Rigotti

Focus de la présentation

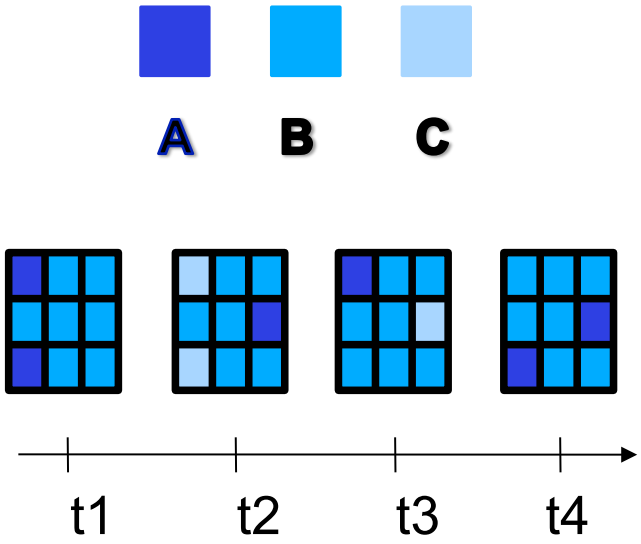
- Décrire une Série Temporelle d'Images Satellite (STIS) spatialement et temporellement.
- Technique non supervisée.



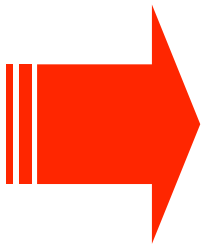
Objectif(s)

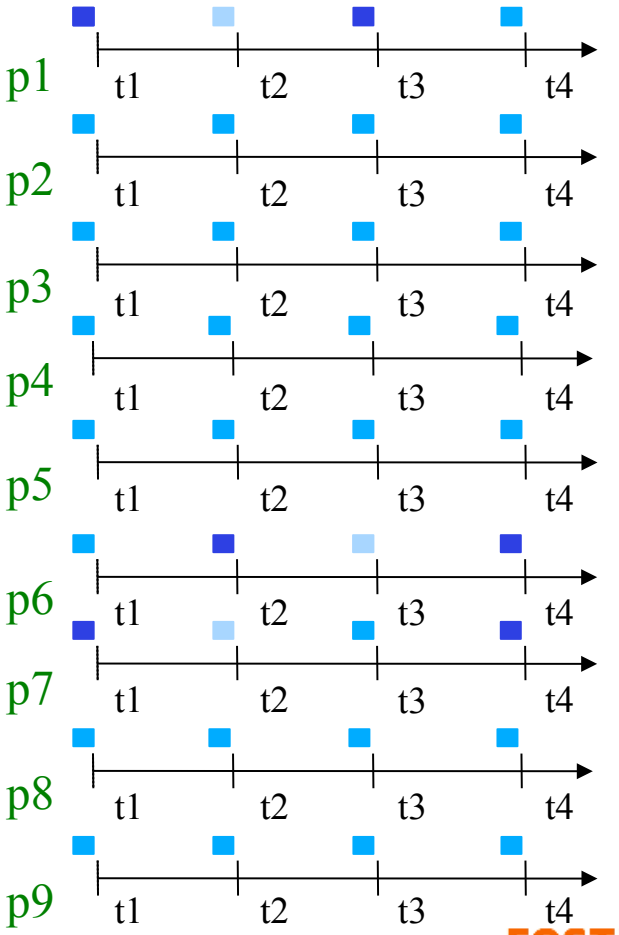
- "Résumer" des évolutions spatio-temporelles des pixels dans les STIS
- Peu d'à priori
- Pas d'objets/classes spécifiques ciblés
- Pré-traitements "classiques"
- Résumés lisibles
- Tolérance aux perturbations (atmosphériques, bruits, pb capteur ...)
- Générique : images optiques et radar.

Une STIS = des séquences



p1	p2	p3
p4	p5	p6
p7	p8	p9

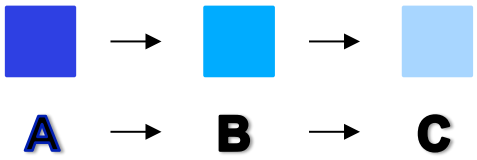




FOSTER

Motifs séquentiels fréquents

- Motif séquentiel



Par ex. séquences d'achats

- Grande tolérance vs variations dates et sauts, pas de synchro imposée
- Mesure : support, le nombre de séquences contenant un motif, c.-à-d. le nombre de pixels couverts par un motif,
- Paramètre σ, le support minimum, correspond à une *surface* minimum.
- Mais ... les états des pixels sont décrits par des symboles (quantification nécessaire, perte d'information)

Prise en compte de la spatialité

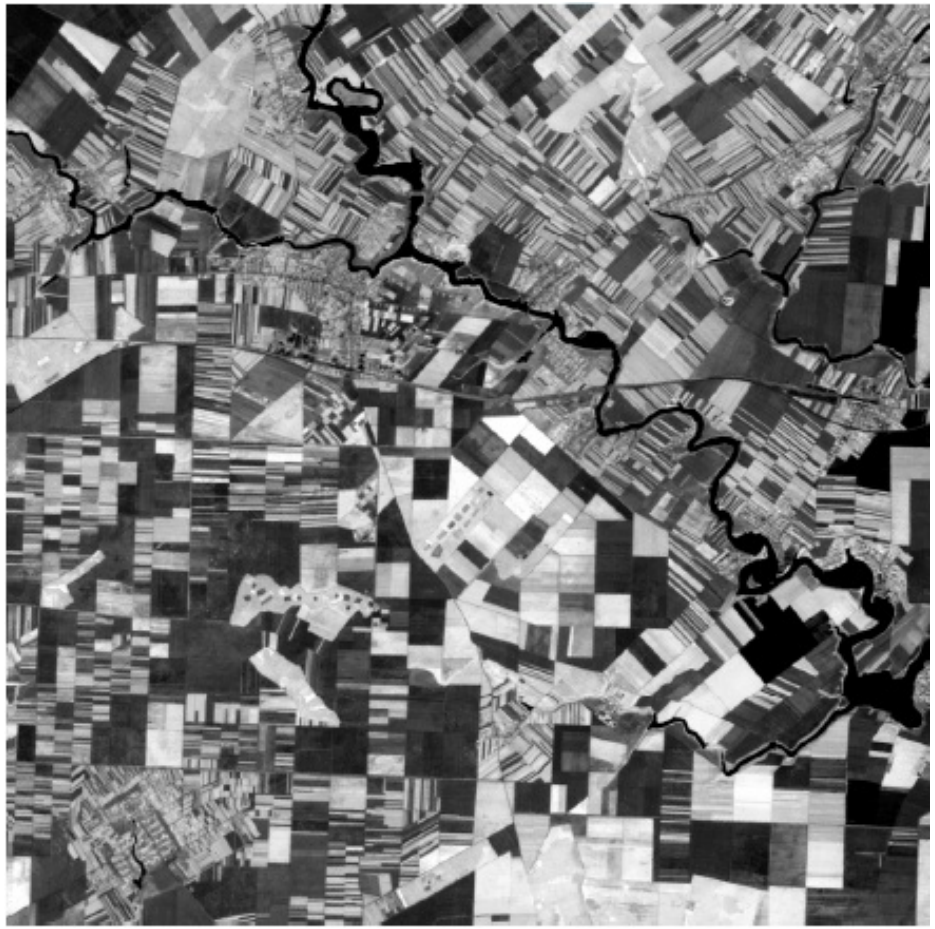
- Mesure : la connexité moyenne d'une évolution α donne le nombre moyen de pixels couverts par α dans le 8-voisinage des pixels couverts par α.
- Déf : un motif séquentiel fréquent α est un motif Séquentiel Fréquent Groupé (motif SFG) ssi sa connexité moyenne est supérieure ou égale à un seuil κ.
- On s'intéresse aux évolutions qui sont des motifs SFG
- ... et à toutes !

Illustration 1 / images optiques

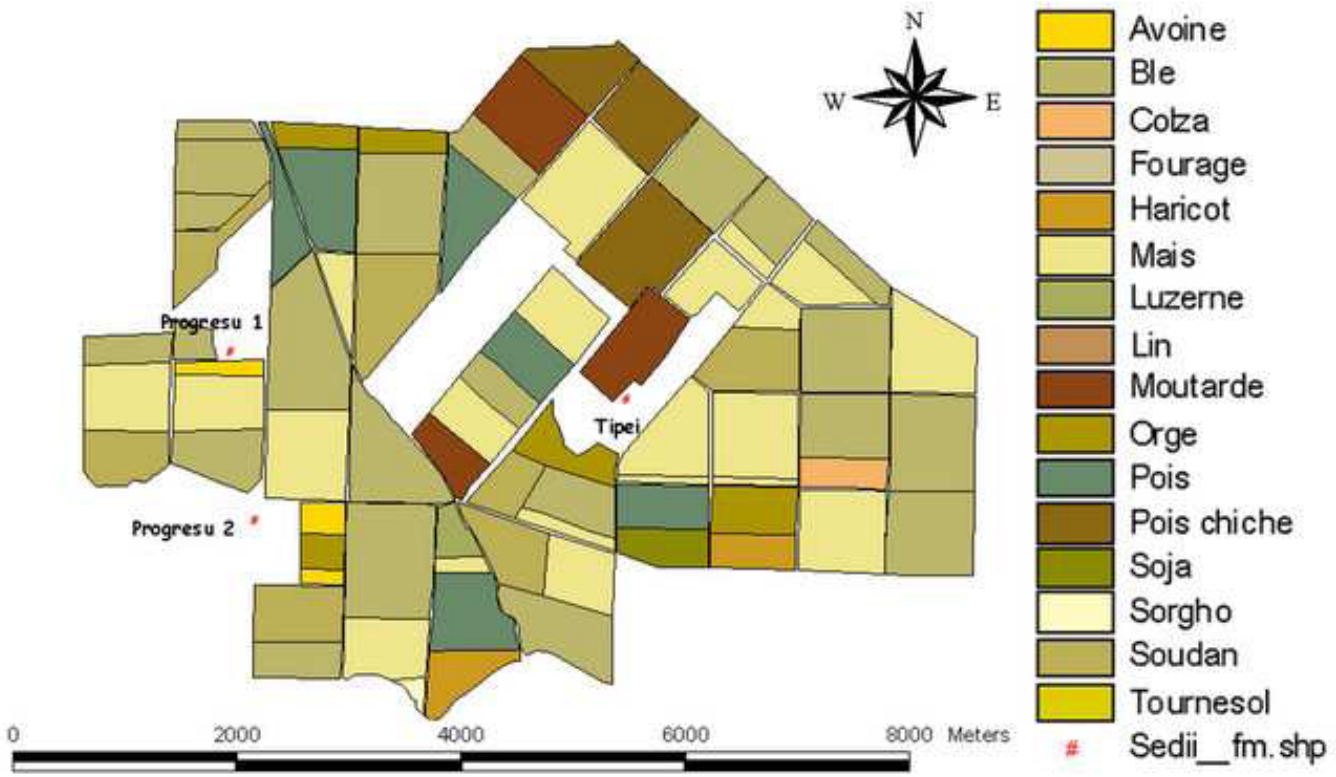
Série SPOT CNES ADAM (Fundulea, Roumanie) : Assimilation de Données pour l'Agro-Modélisation

- Résolution 20m, images optiques, 3 bandes : vert, rouge, proche IR
- Sélection : 20 images 1000x1000 d'octobre 2000 à octobre 2001
- Vérité terrain (5,9 % de la scène) : Romanian National Agricultural Research and Development Institute
- Bande synthétique NDVI (indice de végétation normalisé)
- Quantification du NDVI en 3 niveaux (33ème et 66ème centiles)

Illustration 1 / images optiques



Parcelles connues

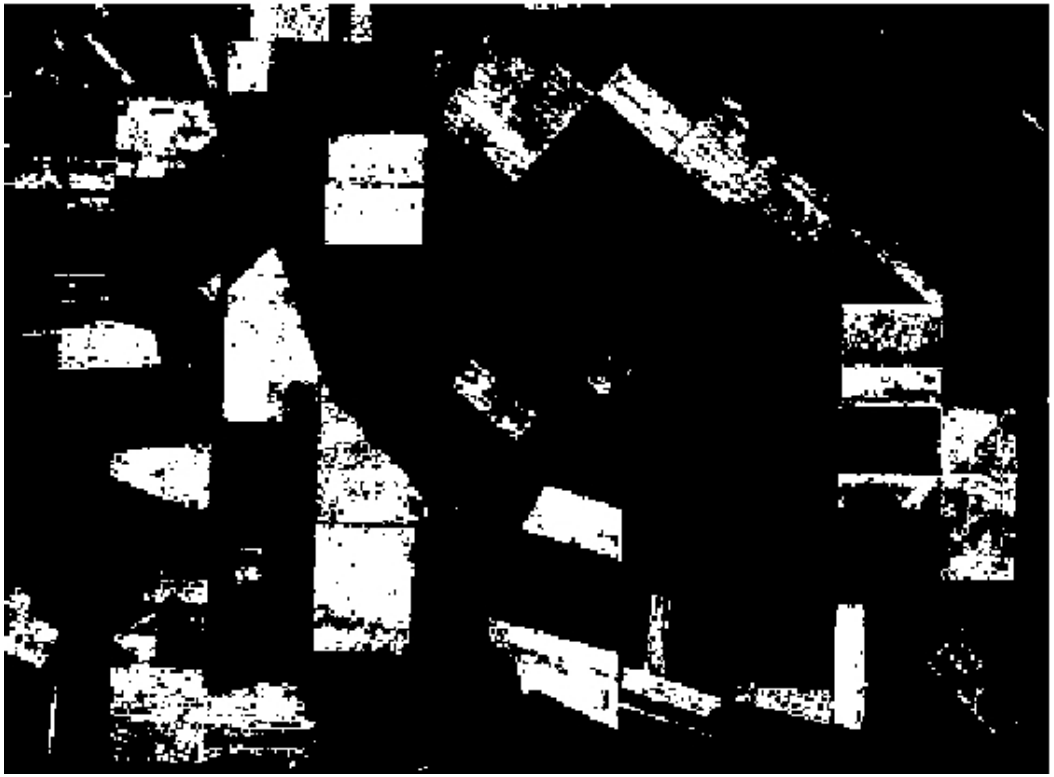


(Romanian National Agricultural Research and Development Institute)

FOSTER

Exemple (évolution et carte)

- $\sigma = 1\%$
- $\kappa = 6$
- Motifs SFG : 474
- Motifs SFG maximaux : 31

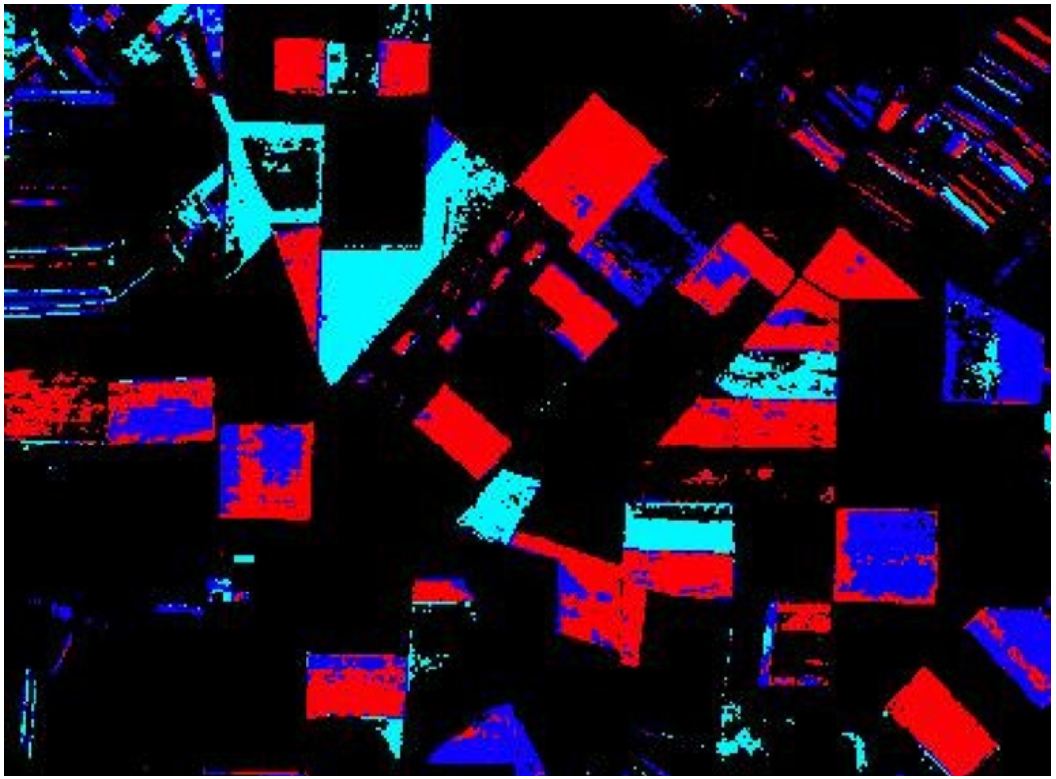


Cultures de blé

$2 \rightarrow 3 \rightarrow 3 \rightarrow 3 \rightarrow 3 \rightarrow 3 \rightarrow 3 \rightarrow 3 \rightarrow 3 \rightarrow 3 \rightarrow 3 \rightarrow 1 \rightarrow 1 \rightarrow 1 \rightarrow 1$

Evolution et carte LST

Information supplémentaire coloration selon date de fin de l'évolution



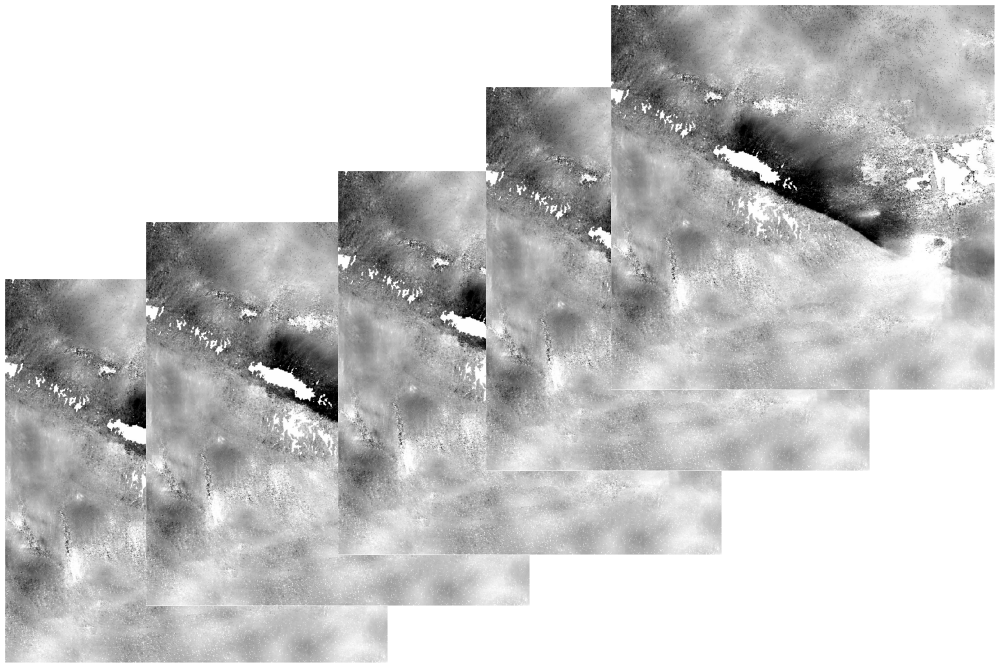
Tôt : bleu clair
pois et "soudan"
(sorgho sudan)

Tard : bleu foncé et rouge
maïs

1→ 1 → 1 → 1 → 1 → 1 → 1 → 1 → 1 → 1 → 1 → 1 → 1 → 2 → 2 → 2 → 2

Illustration 2 / images radar

STIS ENVISAT ESA
zone sismique faille de Haiyuan (Chine, nord-est du plateau tibétain).
24 images de déplacements (croûte terrestre + perturbations atmosphériques)
701x701 (80mx80m) de 2006 à 2009
calculées par le lab. de Géologie de l'ENS et le lab. ISTerre (UDG-UDS).



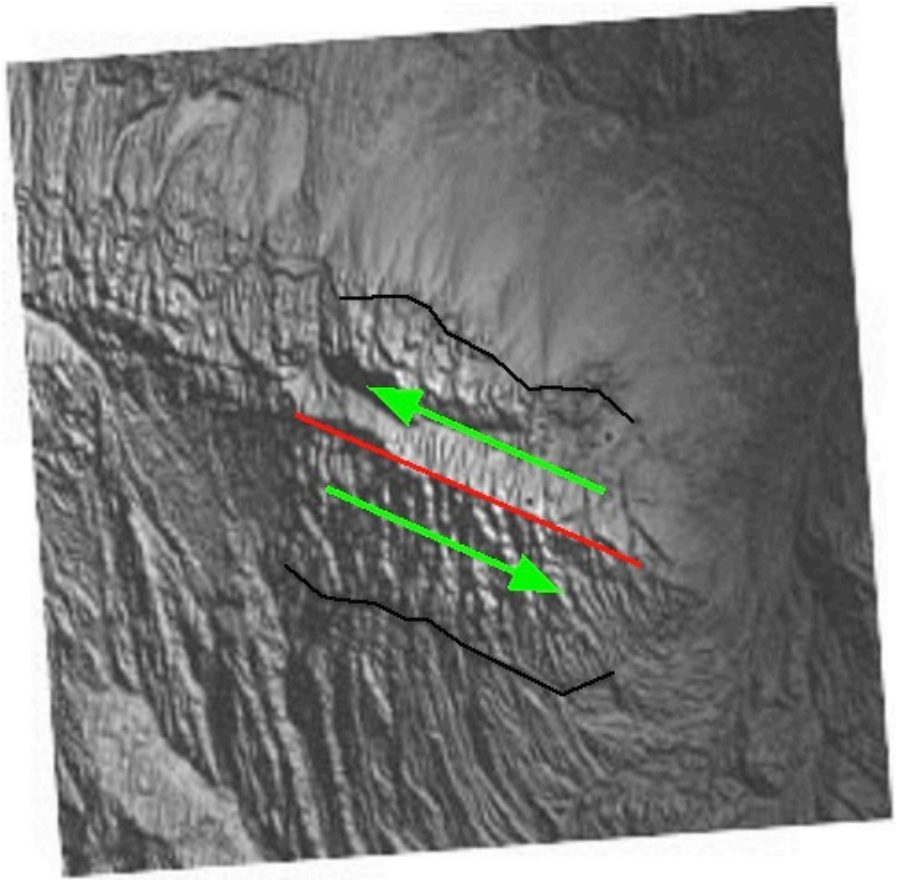
- $\sigma = 100000$ (environ 20% de la surface)
- $k = 6$

- Signal : éloignement/rapprochement sur la ligne de visée
- (satellite sur la gauche)

- Quantification du signal en 3 niveaux (33ème et 66ème centiles).
  - 1 et 2 : fort et moyen déplacements vers le satellite
  - 3 : éloignement

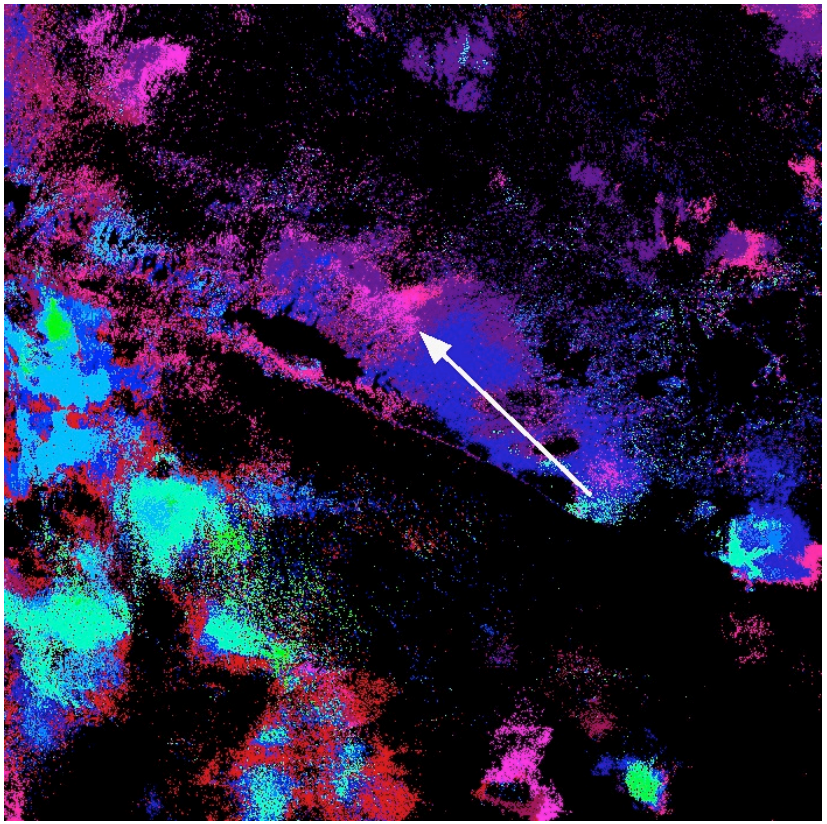
- Motifs SFG : 3413
- Motifs SFG de taille au moins 10 : 20

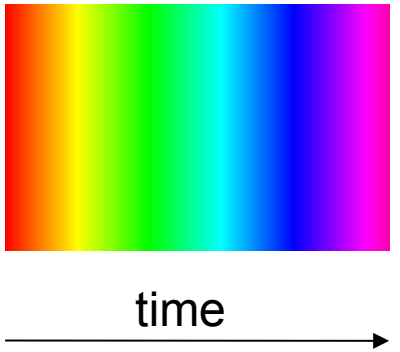
Relief (MNT)



principale faille active en rouge, failles mineures en noires, et mouvement horizontaux connus en vert

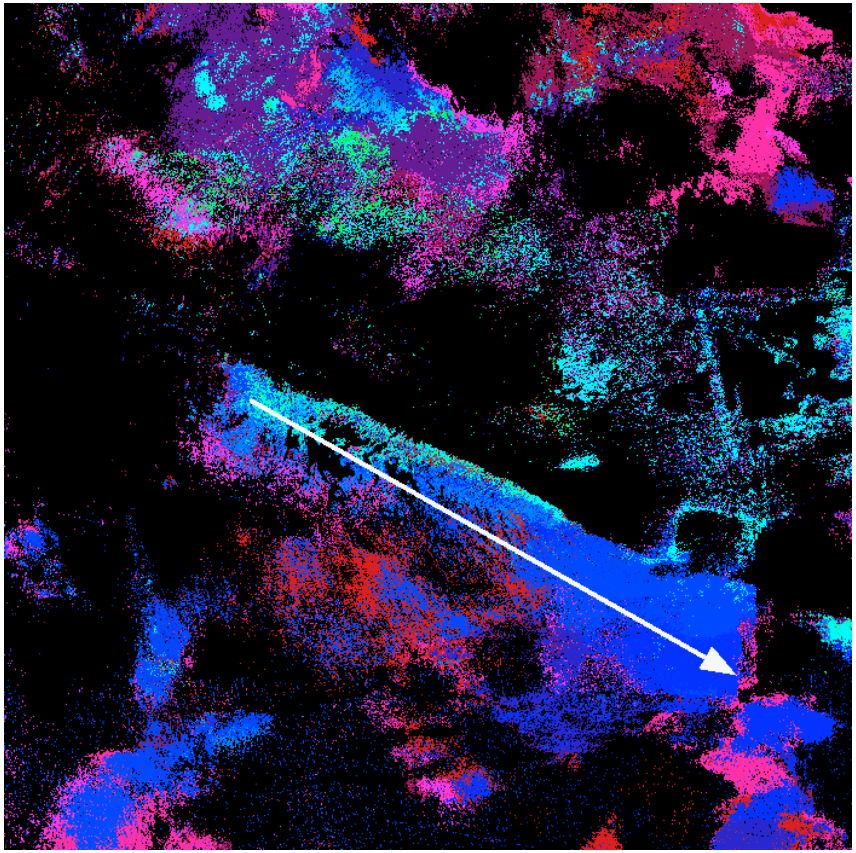
Evolution 1,1,1,1,1,1,1,1,1,2,1

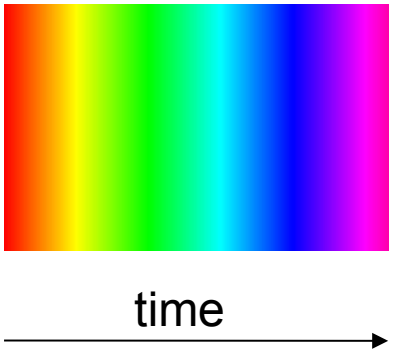




migration

Evolution 3,3,3,3,3,3,3,3,3,2





migration

Tri / classement des évolutions

- Randomisation de la STIS (avec maintien partiel de structure)
- Mesure de surprise (sous hypothèse d'indépendance)
  entre carte LST sur STIS d'origine et carte LST sur STIS randomisée
- Donne une mesure pour chaque évolution, basée sur l'information mutuelle normalisée (NMI)
- On retient les évolutions pour lesquelles la mesure est parmi les plus faibles ou parmi les plus fortes !

Application : Nouvelle-Calédonie / images optiques

- STIS Landsat (Yaté, Nouvelle-Caléonie) et vérité terrain fournies par le partenaire Bluecham et la commune de Yaté
- Zone sud-est de la Nouvelle Calédonie, activité minière à ciel ouvert, site de récifs coralliens et de lagons classés au patrimoine mondial de l'Humanité.
- 4 bandes : bleu (450-520nm), vert (520-600nm), rouge (630-690nm), proche-infra-rouge (750-900nm).
- Résolution : 30m x 30m.
- 16 images 513X513, de 2000 à 2011.
- Bande synthétique NDVI (indice de différence de végétation normalisé).
- Quantification du NDVI en 3 niveaux (33ème et 66ème centiles).

Des nuages, des nuages et … des nuages



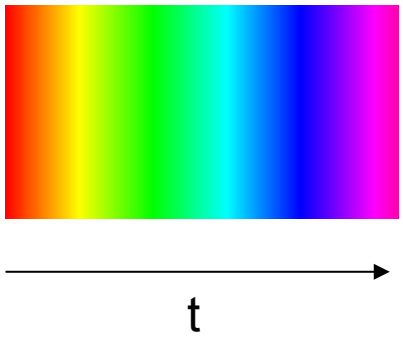
Extraction et classement des évolutions

- $\sigma = 2\%$
- $\kappa = 5$

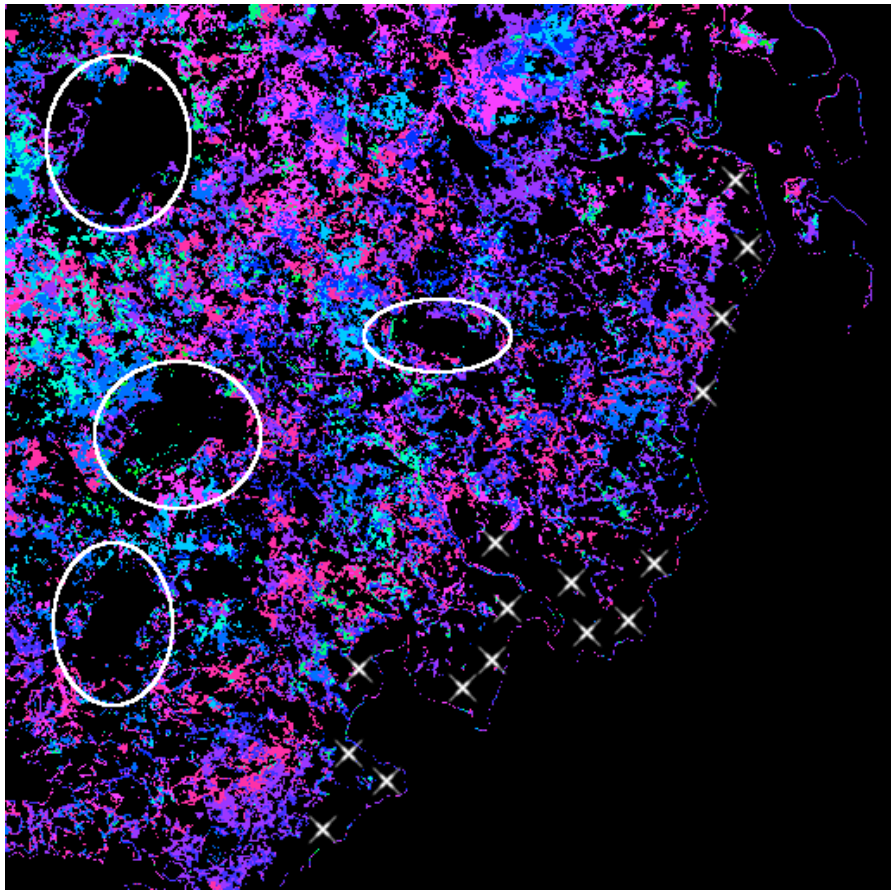
- Motifs SFG : 15620
- Motifs SFG maximaux : 295

- Classement par randomisation et calcul de NMI

Evolution ayant le plus faible NMI



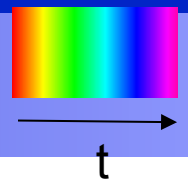
- en couleur : maquis minier
- noir : océan, un lac, activités minières, autres végétations (étoiles le long de la côte)
- évolutions avec 2ième et 3ième plus faibles NMI sont similaires



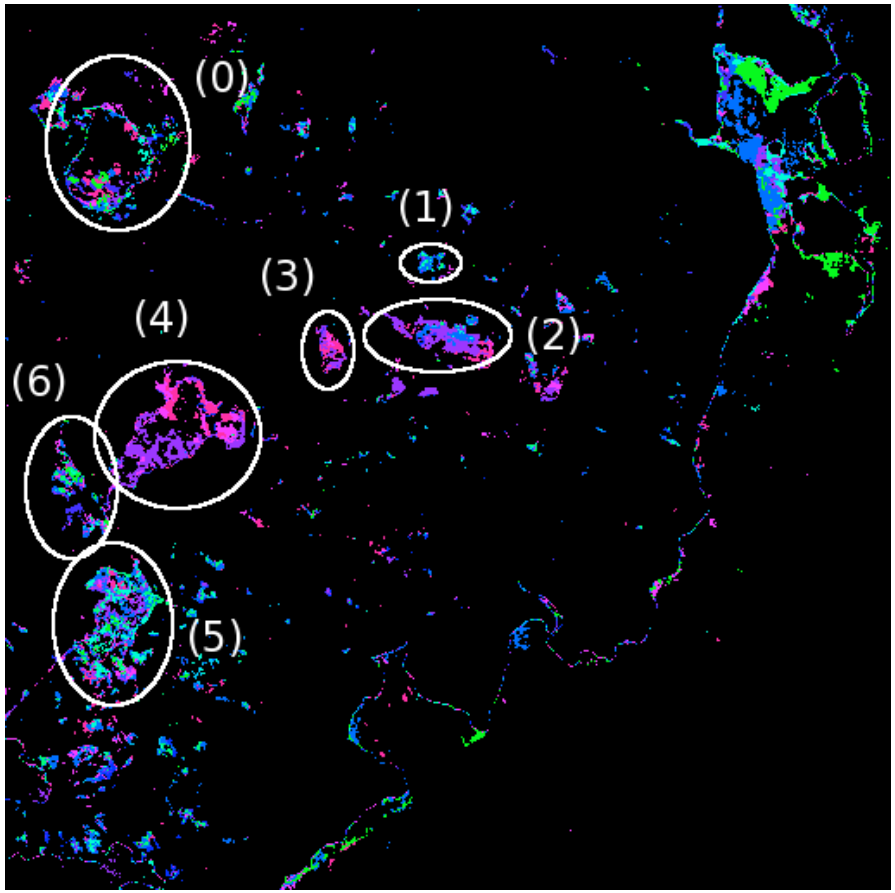
2,2,3,2,2,2,3

FOSTER

Evolution avec 4^{ième} plus faible NMI

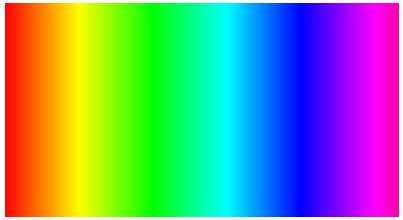


- (0) un lac affecté par des infiltrations de boues et une sécheresse
- (1) pépinière pour le reboisement
- (2) zone minière avec gradient d'extension et (3) nouvelle mine
- (4) déversoir des boues (extension vers le nord-est)
- (5) installations de traitement du minerai
- (6) la base de vie



2, 2, 1, 1, 1, 2

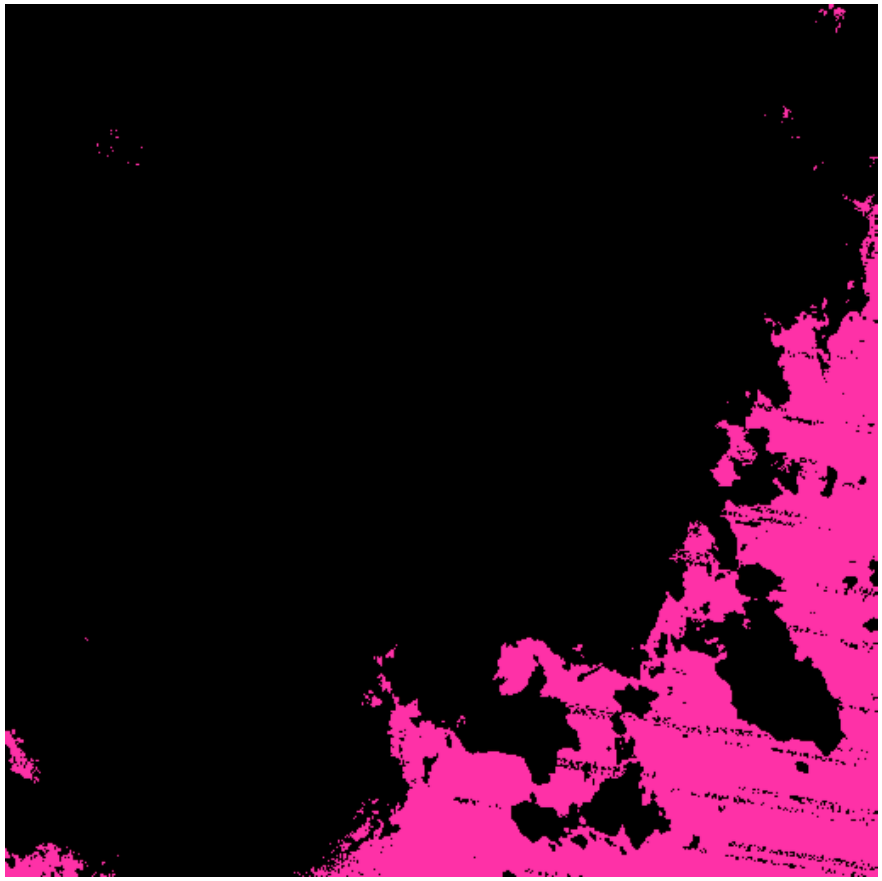
Le plus fort NMI (car maintien de structure partielle)



t

- NMI = 1

- Océan, nuages et pb capteur



1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1

... en résumé ...

- Calcul de "résumés lisibles" des évolutions spatiotemporelles des pixels dans les STIS optiques et radar sous forme de cartes LST
- Cartes permettant de montrer des phénomènes très différents
- Peu d'à priori – couverture et connexité moyenne
- Tolérance aux perturbations aux variations, pas de synchro imposée
- Prétraitements "classiques" – bandes synthétiques types, pas de filtre type "nuages" ... , quantification très simple (étonnamment)