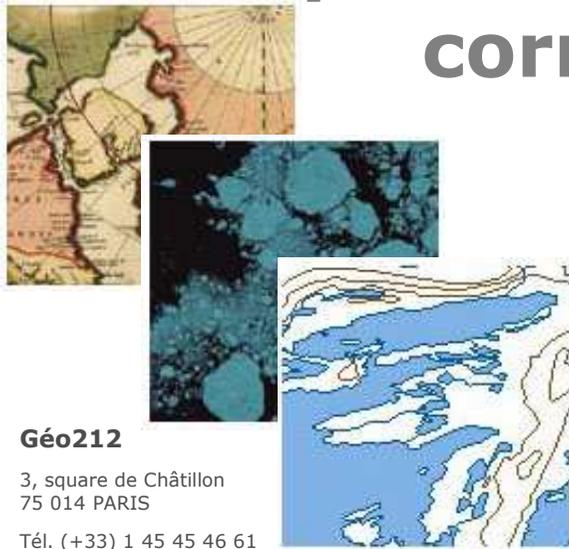


Meteosat low resolution data processing for quality control and correction of middle resolution data in geological mapping



Géo212

3, square de Châtillon
75 014 PARIS

Tél. (+33) 1 45 45 46 61
Fax. (+33) 1 45 41 50 65

Thierry ROUSSELIN
Richard SINDING-LARSEN
Gilles LEROUGE



Contraintes des projets opérationnels

- L'utilisation de la télédétection en prospection géologique repose essentiellement sur l'imagerie optique et radar à moyenne et haute résolution
 - Les résolutions spectrales et radiométriques donnent des informations essentielles sur la lithologie
 - Les résolutions spatiales et spectrales donnent des informations sur l'aspect structural
- Dans la plupart des projets, les analyses reposent sur l'utilisation d'un très faible nombre d'images
 - Pour des raisons de coûts (coût d'achat et de traitement)
 - Pour des raisons de disponibilité des données sources et de délais de programmation (qui obligent souvent à privilégier l'archive aux programmations spécifiques)



Enjeux de la qualification des sources

- Même si les objets géologiques sont relativement invariants dans le temps, faire reposer leur détection et leur analyse sur une image unique induit des risques
- Il faut mettre en place des parades :
 - Optimisation du choix des sources en amont
 - Qualification des sources en aval
- L'information de télédétection basse résolution apporte des solutions tant pour l'optimisation que pour la qualification.

Contexte du projet (1/2)

- Analyse d'une synthèse US sur l'apport des données optiques et radar MR pour l'exploration pétrolière en zone désertique
- Communication présentée au 24^e congrès de Géologie Africaine en 2004
- Article publié dans le Journal of African Earth Sciences en janvier 2006.

GEO212



Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT[®]

Journal of African Earth Sciences 44 (2006) 203–219

Journal of African Earth Sciences

www.elsevier.com/locate/jafearsci

Orbital remote sensing for geological mapping in southern Tunisia: Implication for oil and gas exploration

Sherrie A. Peña ^{*1}, Mohamed G. Abdelsalam

Department of Geosciences, University of Texas at Dallas, Richardson, TX 75083-0688, United States

Received 8 November 2004; received in revised form 9 June 2005; accepted 7 October 2005

Available online 18 January 2006

Abstract

Southern Tunisia is dominated by early to middle Triassic continental sandstones inter-bedded with shales and conglomerates followed by late Triassic shallow marine carbonates, lower Jurassic evaporates, and upper Jurassic to lower Cretaceous clastic sedimentary rocks. These constitute the Dahar Plateau (which is part of the Ghadames Basin and it is the focus of this study) that was developed in association with regional uplift of the Saharan Platform. Efforts in mapping the details of surface geology in southern Tunisia are hindered by the lack of continuous bedrock outcrops, where some of the formations are buried under the sand of the Sahara Desert. Remote sensing data including multi-spectral optical (Landsat Enhanced Thematic Mapper (ETM+)) and the Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER)), radar (RADARSAT), and Digital Elevation Models (DEMs) extracted from the Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) data are used to trace along strike continuity of different lithological units as well as mapping morphologically defined structures in southern Tunisia. Landsat ETM+ and ASTER Red-Green-Blue (RGB) color combination images (both band and band-ratio images) have been used for the identification of various lithological units when they are exposed on the surface. On the other hand, RADARSAT images have been utilized for tracing geological formations and geological structures that are buried under thin (~1 m) sand. Fusion of optical and radar remote sensing data using Color Normalization Transformation (CNT) has been effectively implemented to further identify lithological units and geological structures. Hill shading techniques are applied to SRTM DEMs to enhance terrain perspective views and to extract geomorphological features and morphologically defined structures through the means of lineament analysis. Results from remote sensing analysis are in good agreement with results obtained from in situ investigations including geological mapping and seismic exploration. Identifying lithological and structural features using remote sensing studies incorporated with surface and subsurface geological investigations in southern Tunisia can aid exploration for new oil and gas fields. Such an approach of integrating remote sensing and in situ geological studies can be successfully adopted in other parts of North Africa and arid regions in general.
© 2005 Elsevier Ltd. All rights reserved.

Keywords: Tunisia; Landsat ETM+; ASTER; RADARSAT; SRTM

1. Introduction

The geology of Tunisia is influenced by tectonic events that resulted from the breakup of Pangea (late Triassic) to the convergence of Africa and Eurasia (Cretaceous). The geology of northern Tunisia which lies within the Atlas

Mountains (Bouziz et al., 2002) is significantly different from that of the south. One difference is that northern Tunisia is mountainous compared to the stable, low relief platform in the south. The geological boundary between northern and southern Tunisia is associated with a failed Paleozoic rift, the trace of which coincides with the Saharan flexure and the Tlemzane-Nafissa arch (Fig. 1; Bouiz et al., 1998). These structures are defined by several regional-scale E-W trending normal fault systems extending from Tunisia into western Libya and eastern Algeria (Fig. 1; Montgomery, 1994).

^{*} Corresponding author. Fax: +1 972 969 3569.

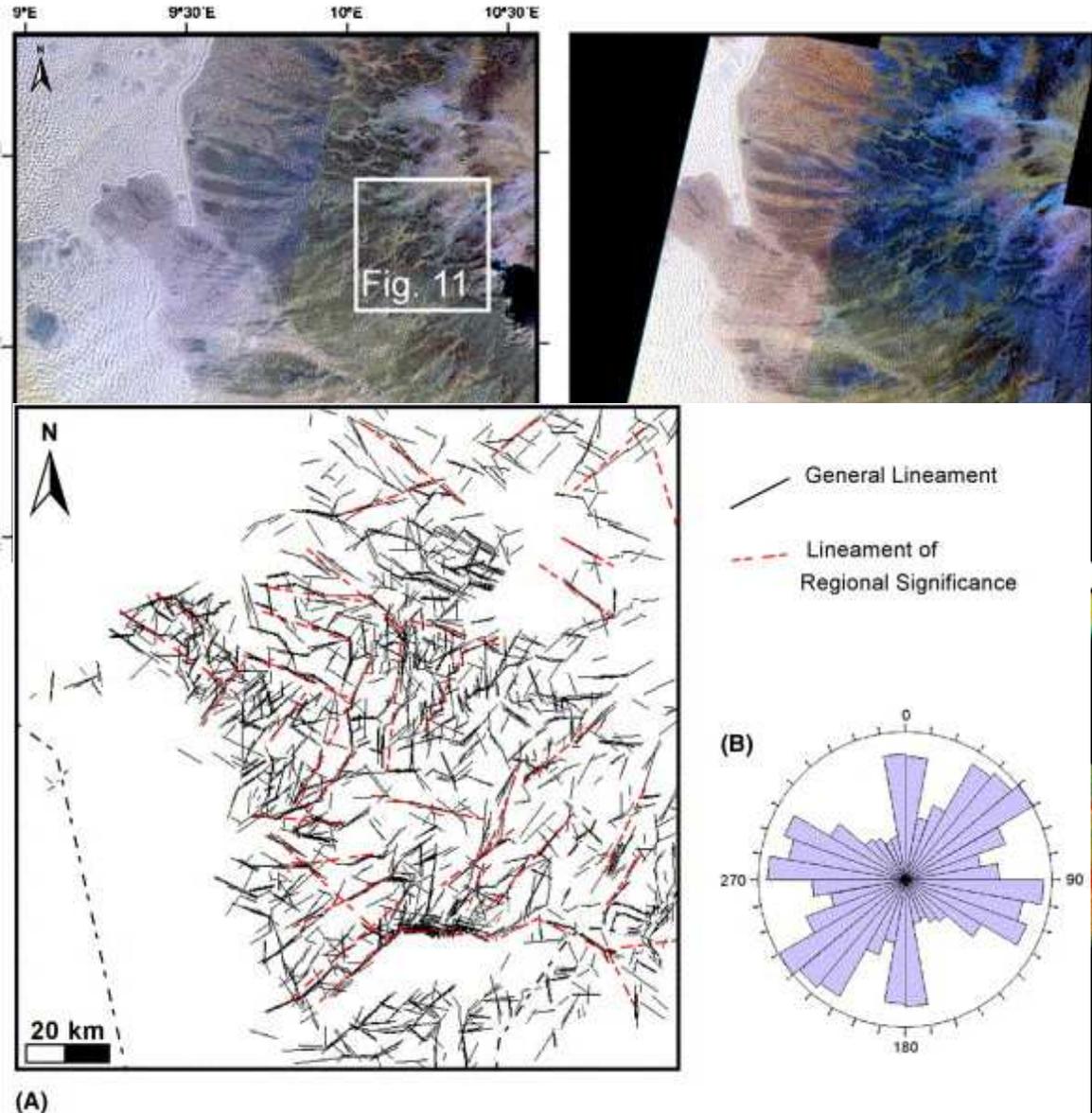
E-mail address: pena@geo.utdallas.edu (S.A. Peña).

¹ Now with Pioneer Natural Resources, Irving, TX 75039, United States.



Contexte du projet (2/2)

- Mise en évidence linéamentaire ETM+ avec dans les du
- Réalisation structurale structures



Des structures linéaires que nous n'avions pas observées !

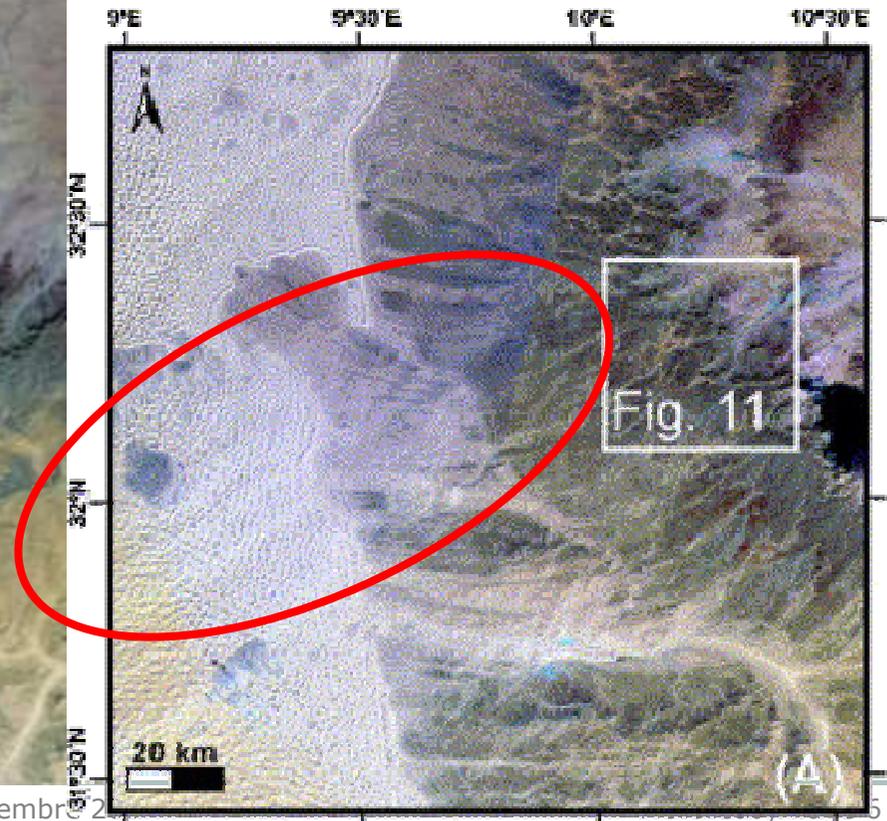
Nos résultats

Landsat 7 : 7-4-2 mosaïc



Pena & Abdelsalam

(in Journal of African Earth Sciences, 2006-01)

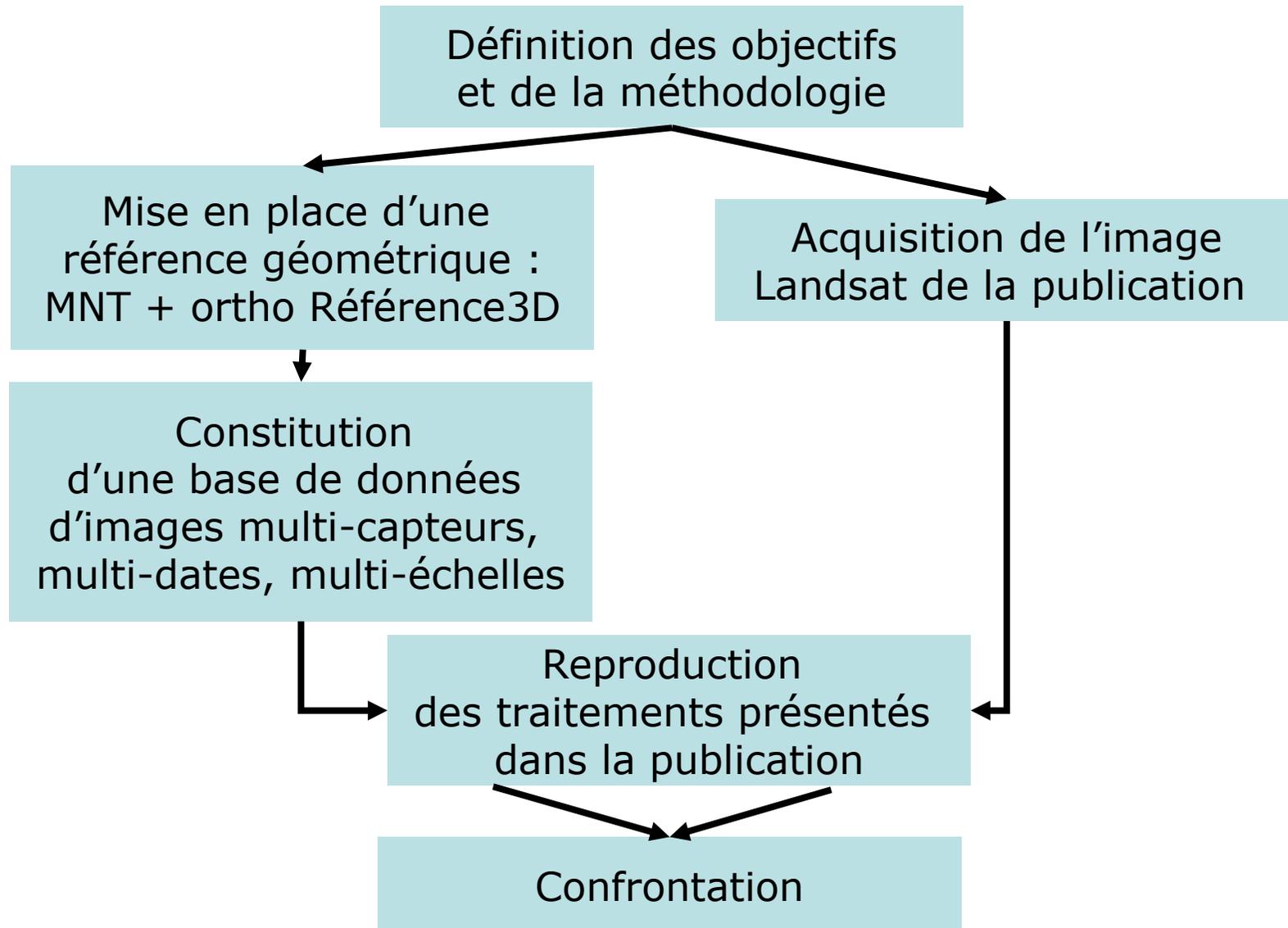




Objectifs du projet

- Valider ou infirmer les travaux publiés
- Proposer une méthodologie minimisant les risques d'erreur
- Démontrer l'intérêt et la facilité d'implémentation des approches multi-échelles dans des workflows opérationnels

Démarche





Des données à de multiples échelles

Les outils sont là, les données sont disponibles.
Les observations à diverses échelles sont
possibles. Pourquoi s'en priver ?

LR Sensors	MR Sensors	HR Sensors	VHR Sensors
Météosat1/2 Modis Meris AVHRR	L7 ETM+ ASTER Hyperion Radarsat1	Spot5 HRS Spot5 HRG Formosat2	Kompsat2 QuickBird

DEM : SRTM Level1 & Spot5 HRS Level2

Et sur les autres images ?

Un premier contrôle sur la collection d'images Landsat en libre accès :

- sur les acquisitions de 1999 à 2003
89 images sont entièrement sans nuage;
- une seule montre les structures linéaires
(date d'acquisition : 28 décembre 2002)

C'est l'image choisie dans l'étude de référence

Des linéaments invisibles sur les différents traitements !



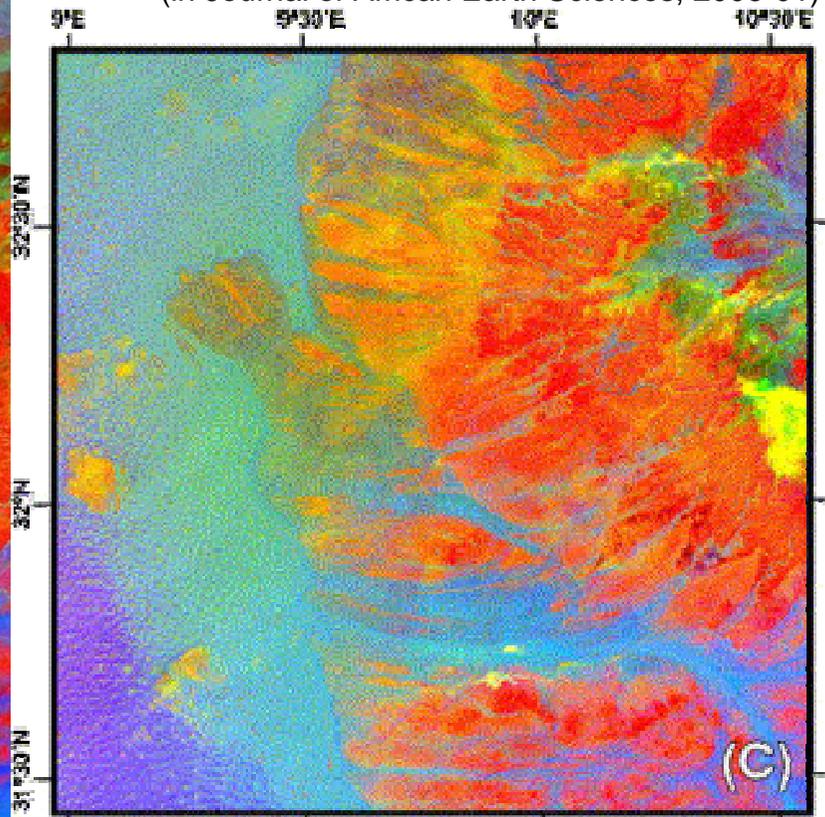
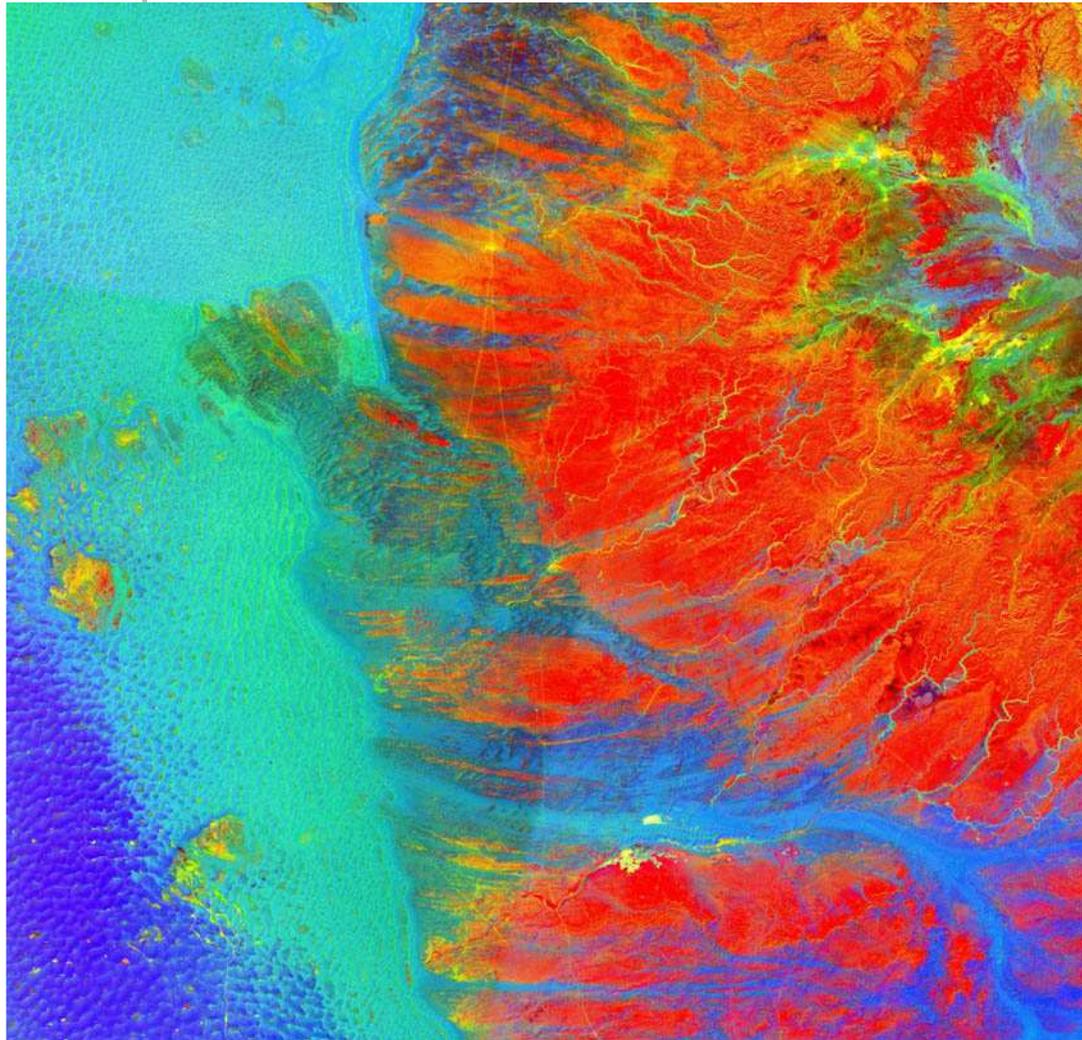
Our results

Landsat 7 : band ratio

5/7 - 4/5 - 3/1

Pena & Abdelsalam results

(in Journal of African Earth Sciences, 2006-01)



Bilan de la première étape

- On retrouve les mêmes résultats sur les mêmes images.
- Les structures dans les dunes de sables ne sont mis en avant que sur certaines combinaisons colorées, pas sur les canaux originels ni sur les ratios.
- L'article est scientifiquement correct et les paramétrages sont suffisamment expliqués

Idée

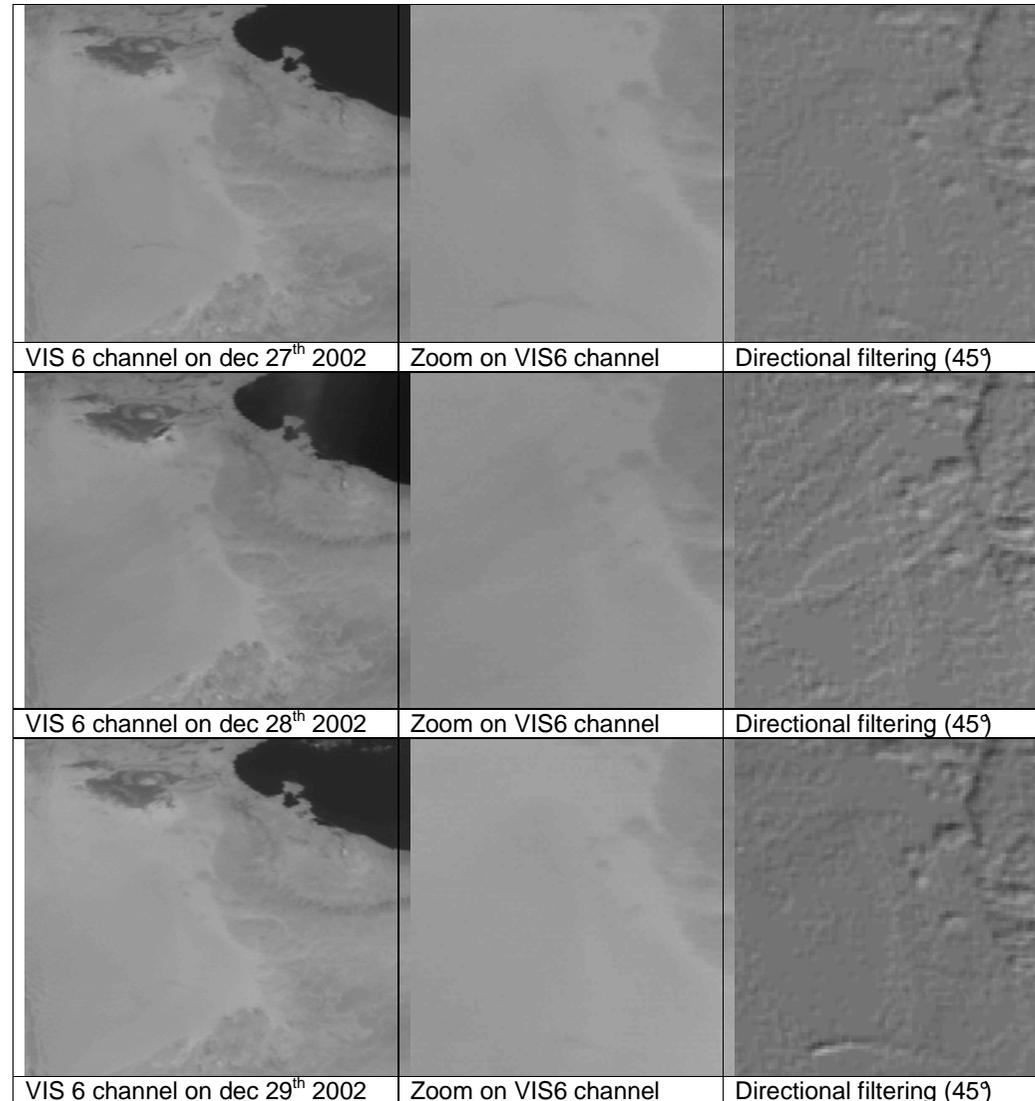
- Si les « linéaments » ne sont liés ni à un objet au sol, ni à un objet profond, ni à un nuage repéré sur les images moyenne résolution, on va essayer de mettre en évidence la cause en jouant sur l'évolution temporelle.
- Seules les images Météosat nous permettent de reconstituer la séquence des jours avant et après l'observation Landsat.



Un changement d'échelle s'impose !

Images Météosat 7
prises entre le 27 et
le 29 décembre 2002

Seules les images
acquises le 28
décembre montrent
des structures
d'orientation NE-SW





Bilan

- Contrôle qualité :
 - Recherche de faible coût
 - Démarches du plus simple au plus compliqué
- Météosat et MSG 5 ou GOES
 - Disponible sur le monde entier
 - Une image tous les ¼ heure → toujours moyen de se recalibrer par rapport à une observation MR, HR ou THR
 - Faibles coûts (récupération FTP facile ; coûts de traitement faibles)



Conclusion

- L'utilisation d'images Meteosat multitudes permet de distinguer les composantes liées au paysage et aux structures géologiques des effets atmosphériques momentanément perturbants.
- La méthodologie est peu coûteuse et fiable.
- Elle peut donc être généralisée aux phases de choix de sources comme au contrôle *a posteriori*.