

# Détection de l'érosion dans un bassin versant agricole par comparaison d'images multidesacquises par drone

journée d'études sur l'apport des drones pour l'environnement

Lisein Jonathan, Nathalie Pineux, Marc Pierrot-Deseilligny,  
Aurore Degré et Philippe Lejeune

Université de Liège - Gembloux Agro-Bio Tech (Belgique) / Ecole Nationale des Sciences Géographiques (France)

Rennes, 26 mars 2015



Gembloux Agro-Bio Tech  
Université de Liège

# Université de Liège - Gembloux Agro-Bio Tech (Belgique)

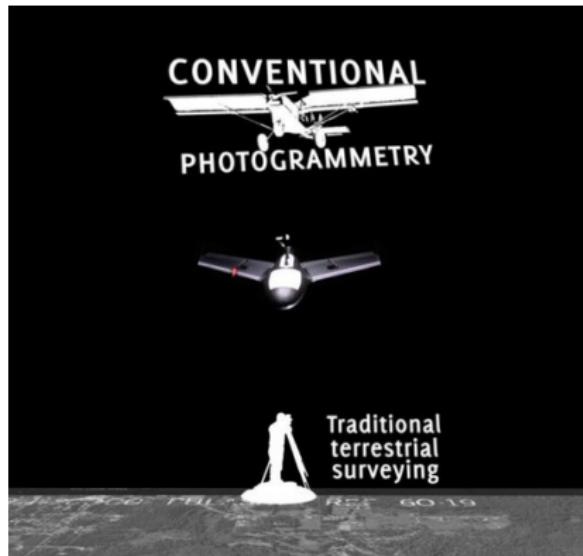


# Drone : une technologie de pointe au service des scientifiques



# La valeur ajoutée des drones en comparaison avec les avions et les satellites

- ▶ La **résolution spatiale** : les avions sans pilote volent à basse altitude, couvrent de petites surfaces mais les images aériennes permettent la distinction de très petits objets.
- ▶ La **résolution temporelle** : Le déploiement des drones est rapide et les coûts opérationnels sont bas.



# Les drones, des outils polyvalents



Gestion de la Faune



Agriculture



Hydrologie

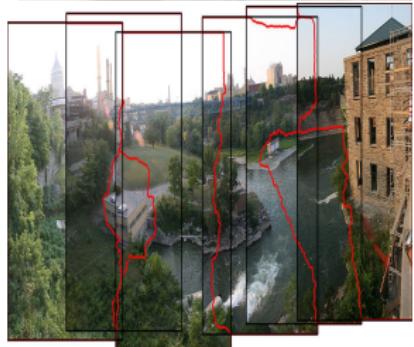
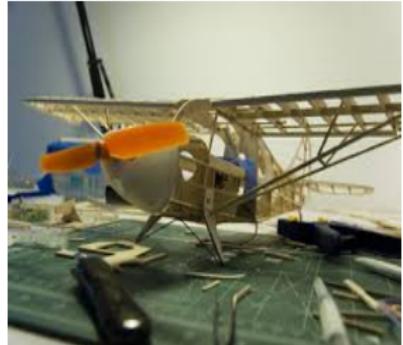


Foresterie

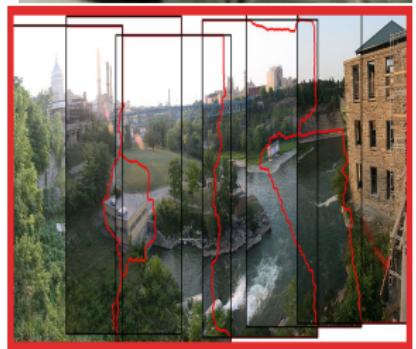
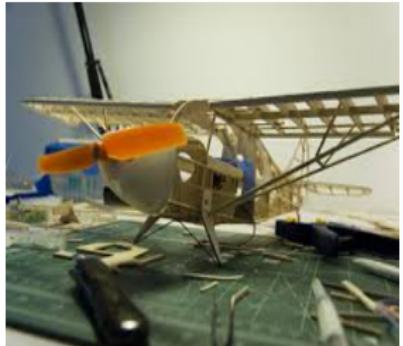
# Axe de recherche "drone-Modélisation du terrain"



# Drones : Filière intégrée



# Photogrammétrie



# Projet GISER



Thèse de Nathalie Pineux

# Projet GISER



# Bassin versant de Haute-Heuval





Thèse finalisée : Moussa Ouedraogo



The evaluation of unmanned aerial systems-based photogrammetry and terrestrial laser scanning  
to generate DEMs of agricultural watersheds - Ouédraogo et al. 2014

# Objectifs

## Question de recherche

Comment effectuer le suivi des changements de relief d'un bassin versant agricole au moyen d'un drone

## Sous-questions de recherche

- ▶ Est-on capable de détecter des changements de relief très fin (20 cm en altimétrie) par comparaison d'images multi-dates?
- ▶ Quel paramètres d'acquisitions utiliser : → capteur, dates de vol, nombre et disposition des points d'appui, géométrie du bloc d'images, etc.
- ▶ Quels traitements d'images effectuer : → logiciel et paramétrage

# The mini-UAS<sup>1</sup> Gatewing X100



---

<sup>1</sup>Unmanned Aerial System

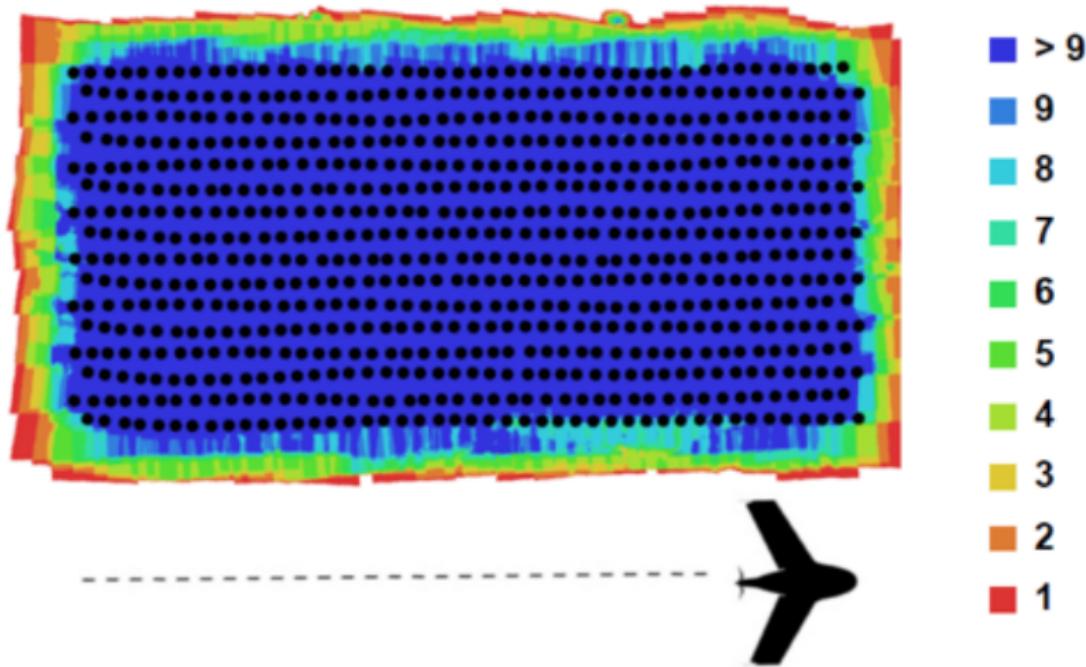
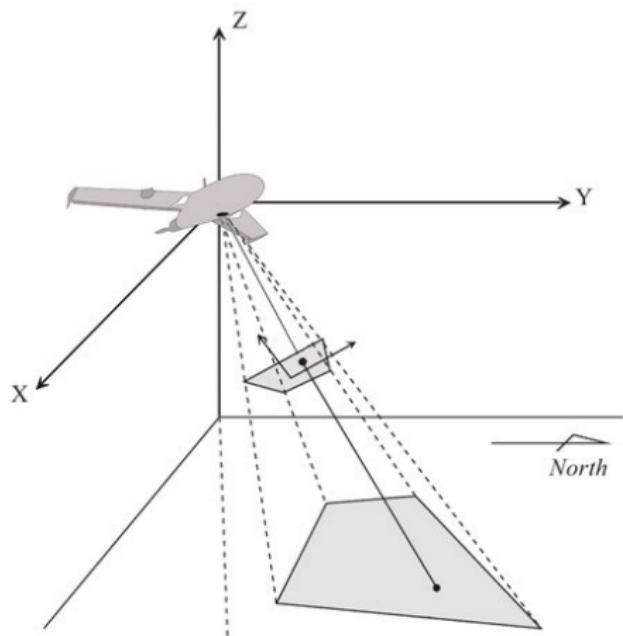


Schéma d'un bloc de 720 images acquises par drone avec le Gatewing X100. La position des prises de vues est représentée par des points noirs et le recouvrement entre images est schématisé par la palette de couleur.

# Prise de vue légèrement oblique



images peu texturée



# Les capteurs



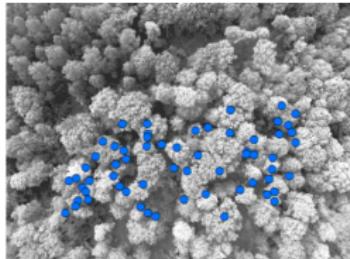
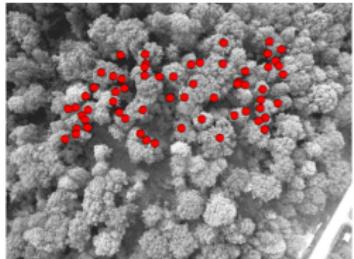
Richo GR3 proche  
infra-rouge

Richo GR4 visible

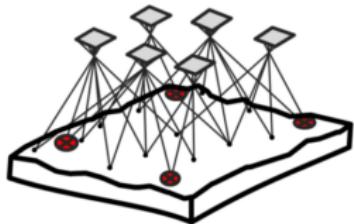
## Chaine de traitement “classique” :

1. Génération automatique de points de calage/ homologues/ de liaison
2. Calcul de l'orientation du bloc d'images
  - ▶ calibration de la camera
  - ▶ orientation relative (non géoréférencée)
  - ▶ orientation absolue (géoréférencée)
    - ▶ géoréférencement avec point d'appuis
    - ▶ géoréférencement avec GPS embarqué (centre de prise de vue)
    - ▶ contrôle du résultat avec des points de vérification
3. Corrélation dense
4. Orthorectification et mosaiquage

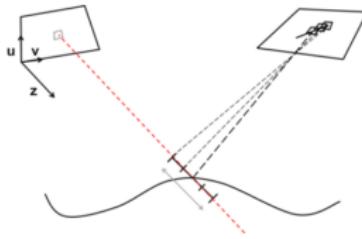
# Chaine de traitement<sup>2</sup> photogrammétrique



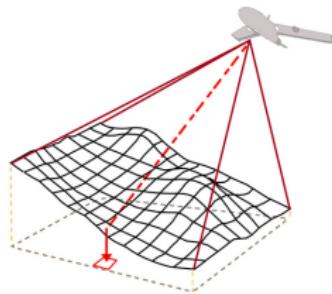
Tie points generation



Aerotriangulation



Dense matching

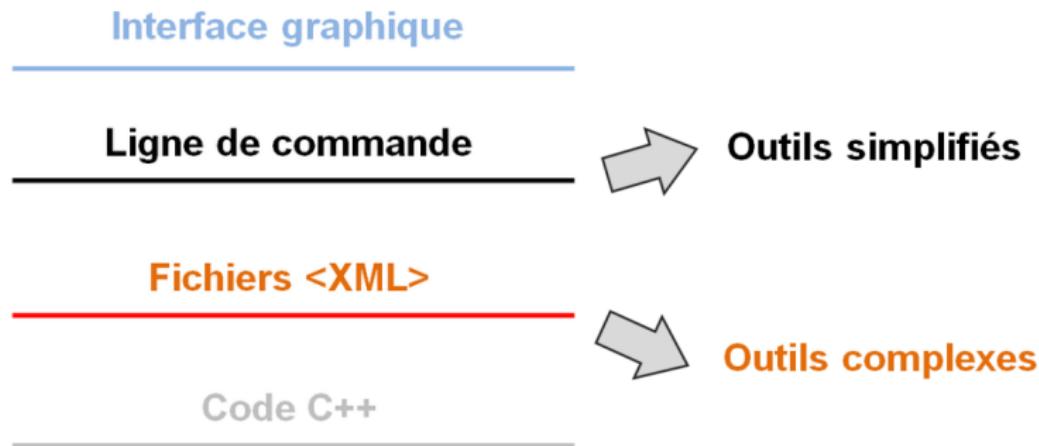


Orthorectification

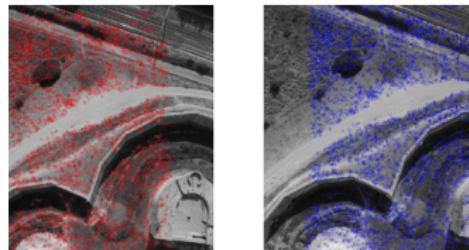
---

<sup>2</sup>workflow en anglais

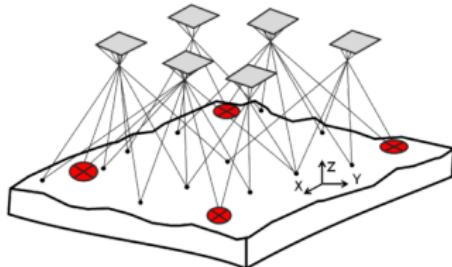
# La suite photogrammétrique **MICMAC**, différents niveaux de complexité



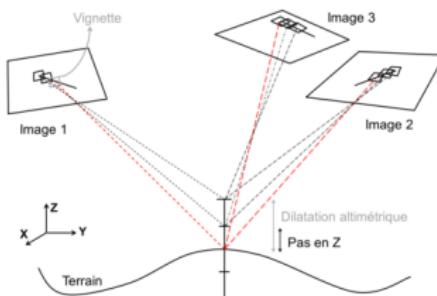
# MICMAC : outils simplifiés



Points Homologues : **Tapioca**

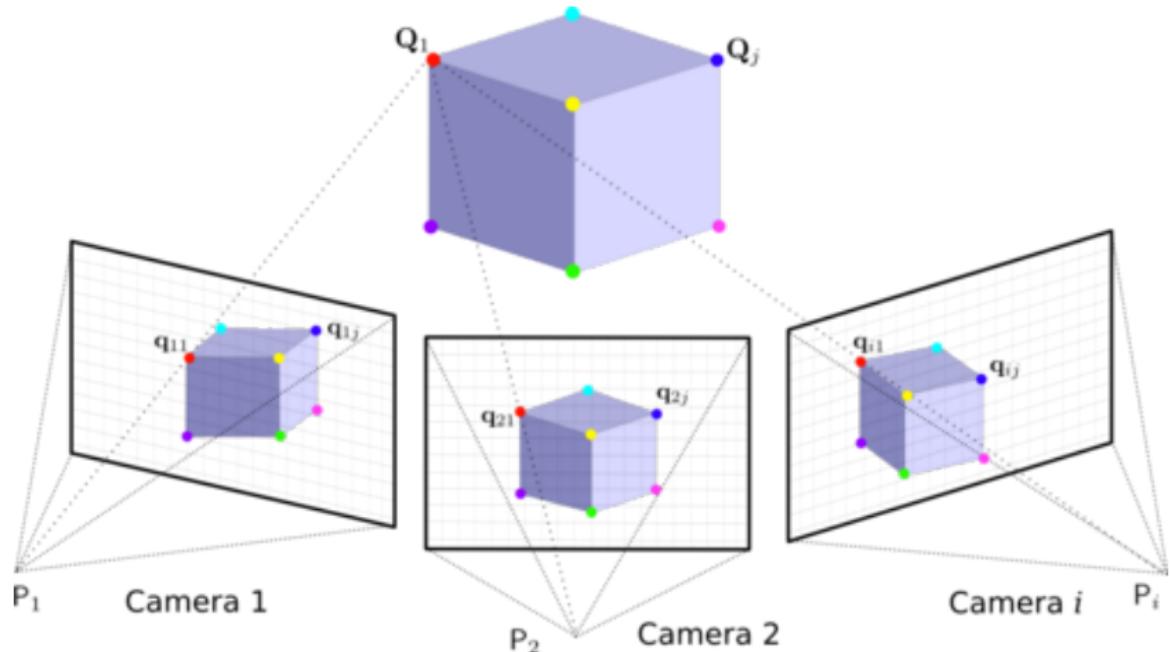


Orientation, calibration : **Tapas**

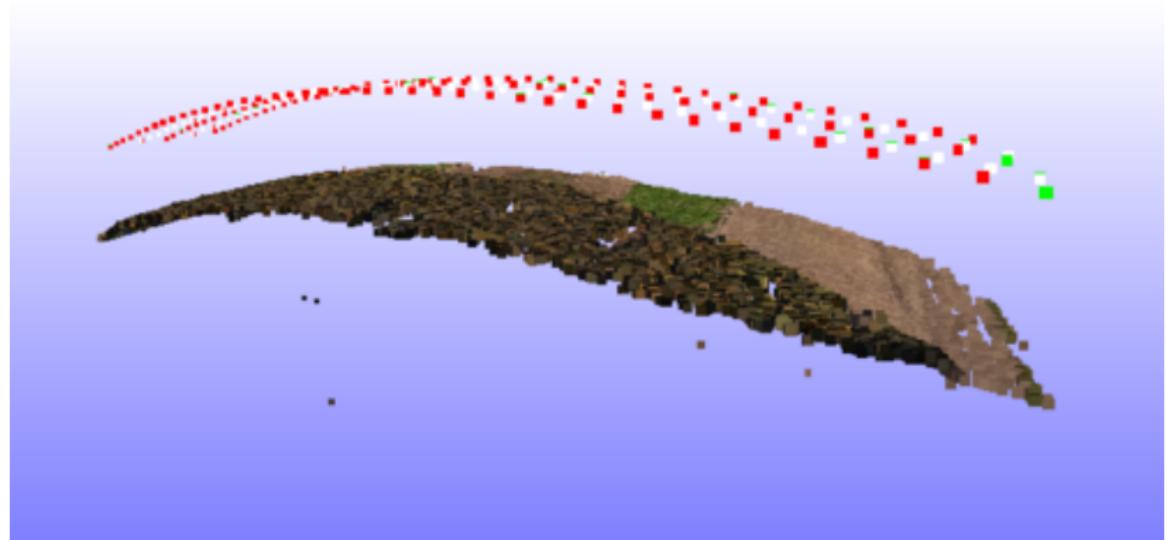


Corrélation dense : **Malt**

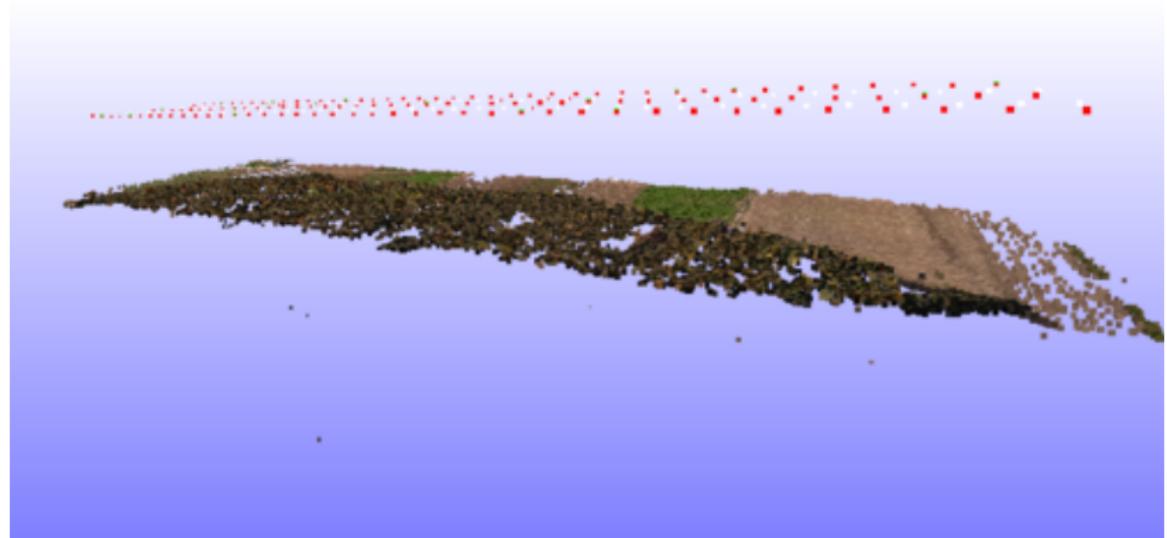
# Calibration externe (Structure from Motion) / Photogrammétrie



## Distorsion non-linéaire: torsion de bande



## Distorsion non-linéaire: torsion de bande



# Calibration

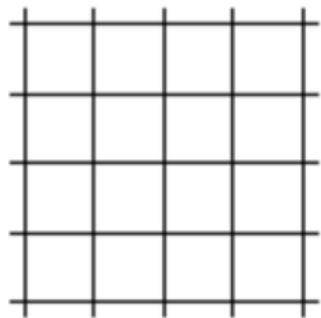
Calibration de la caméra : modéliser sa **géométrie interne** : distance focale, point principal et modèle de distorsion. L'image est assimilée à une projection sur une surface (le capteur) d'un faisceaux de droites passant par un même points (centre optique) : **la perspective conique**

Caméra **métrique** : capteur grand format, distorsions faibles et connues, géométrie interne stable.

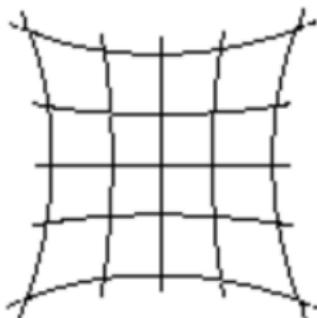
Caméra **compacte** : distorsions importantes et inconnues.  
Géométrie interne peu stable (évolue dans le temps).

# Distortion

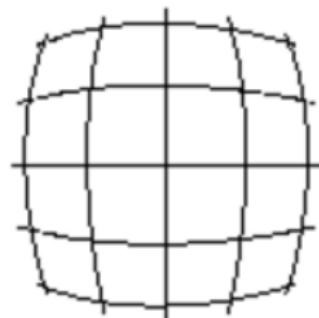
Sans Distortion



Distorsion  
en coussinet



Distorsion  
en barillet



## Revisiter l'aérotriangulation par compensation par faisceaux

[...] However, fifteen years later, the traditional, long established and proven photogrammetric automatic aerial triangulation software was not able to process UAS blocks.

*[Colomina and Molina 2014,  
Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review]*

Photogrammétrie  
traditionnelle



Vision par ordinateur

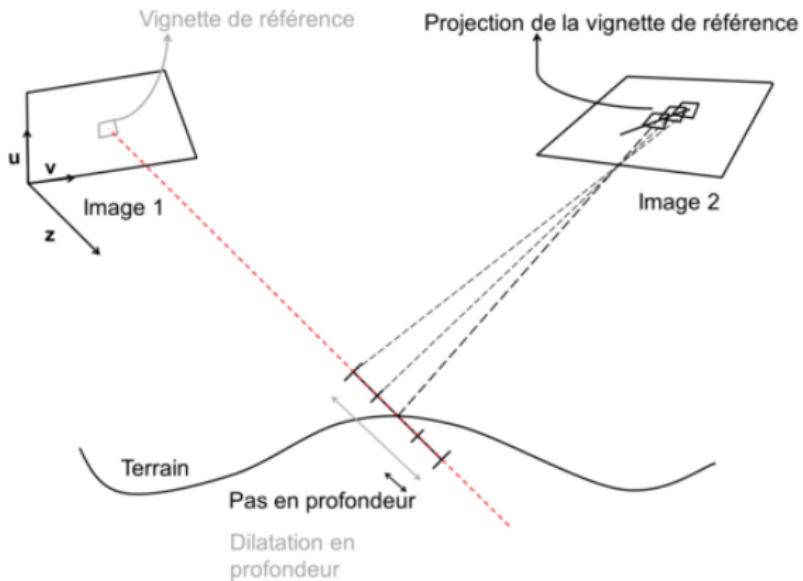


Photogrammétrie moderne

## Comment?

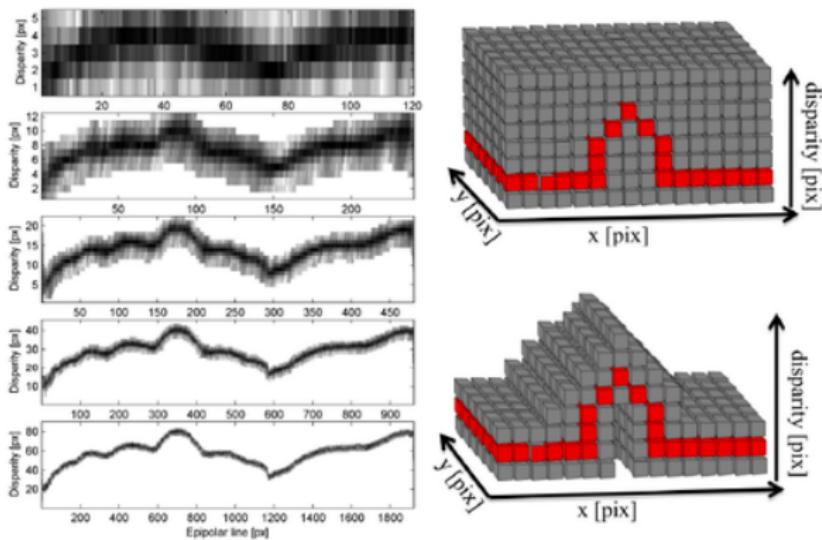
- ▶ Calibration de la caméra : → précalibration ou autocalibration avec points d'appui?
- ▶ Pondération des mesures hétérogènes dans la compensation par faisceaux : → pondération points homologues versus points d'appui

# Corrélation dense en géométrie image

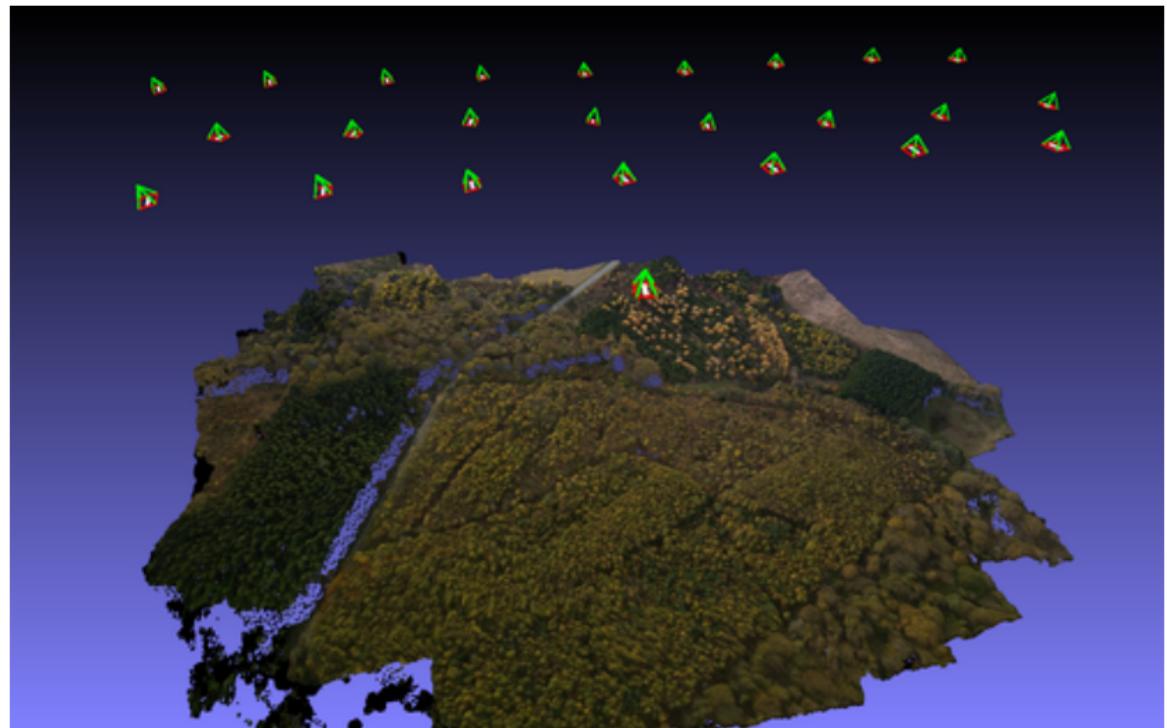


**Figure:** Corrélation stéréo en géométrie image : pour chaque position  $(u, v)$  dans la géométrie de l'image maîtresse, la profondeur ( $z$ ) est recherchée le long d'un intervalle d'incertitude par la mise en correspondance des 2 images.

# Approche hiérarchique



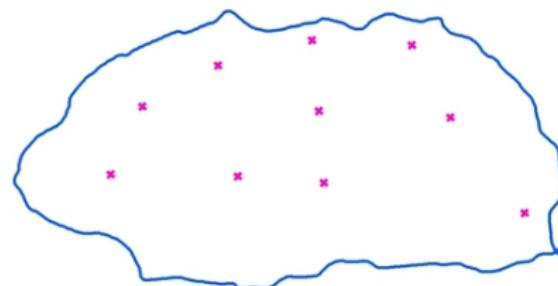
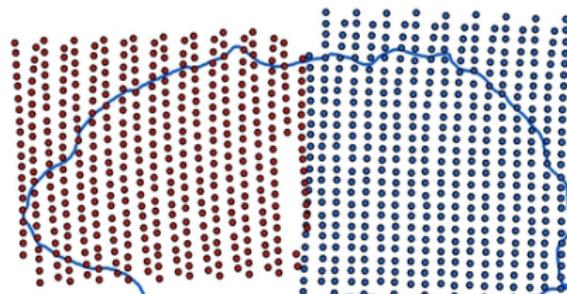
# Corrélation multi-résolution



# Bassin versant de Haute-Heuval



Acquisition 1 : 2012-01-16

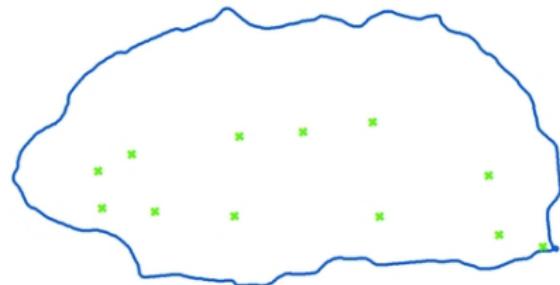
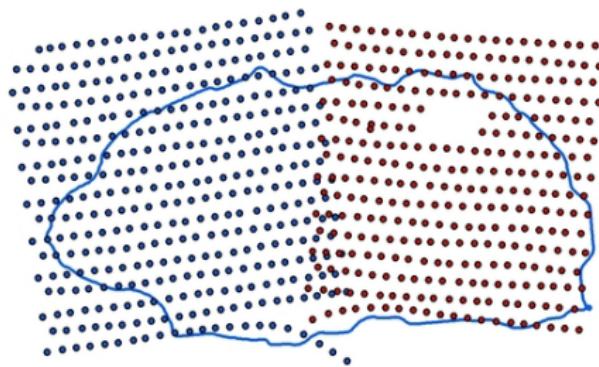


Proche infra-rouge  
images : 868  
rec. : 80%



10 points d'appui

# Acquisition 2 : 2012-12-11

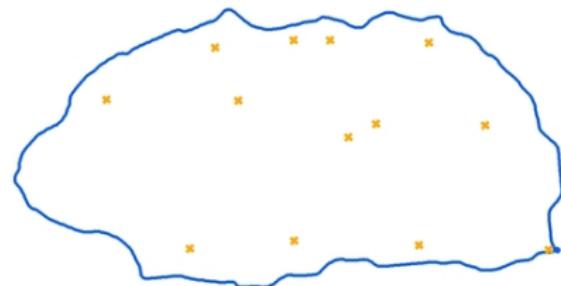
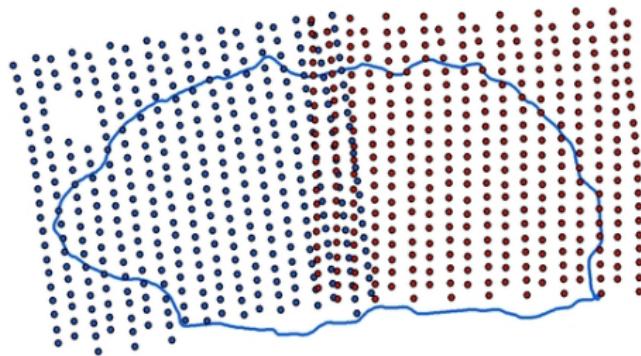


Proche infra-rouge  
images : 685  
rec. : 75%



11 points d'appui

# Acquisition 3 : 2013-12-12

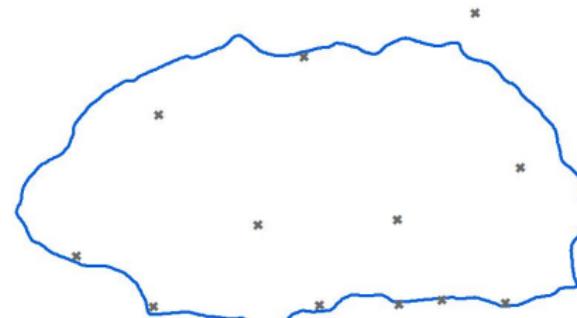
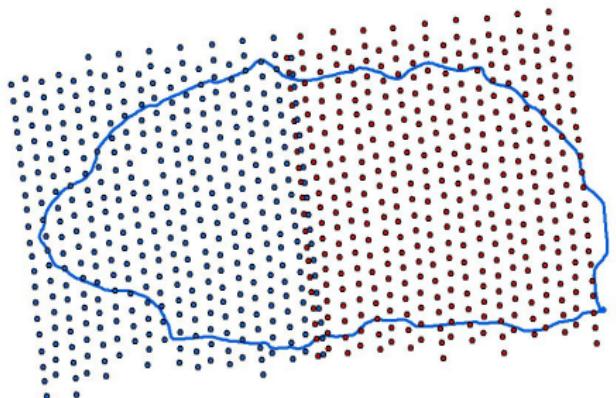


Proche infra-rouge  
images : 736  
rec. : 75%



13 points d'appui

# Acquisition 4 : 2014-12-16



Couleur  
images : 786  
rec. : 80%



12 points d'appui

# Dispositions des points d'appuis

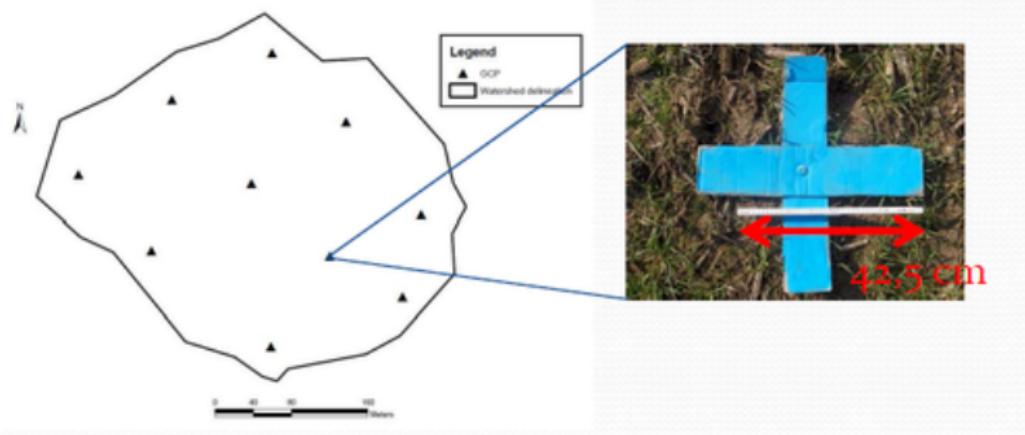
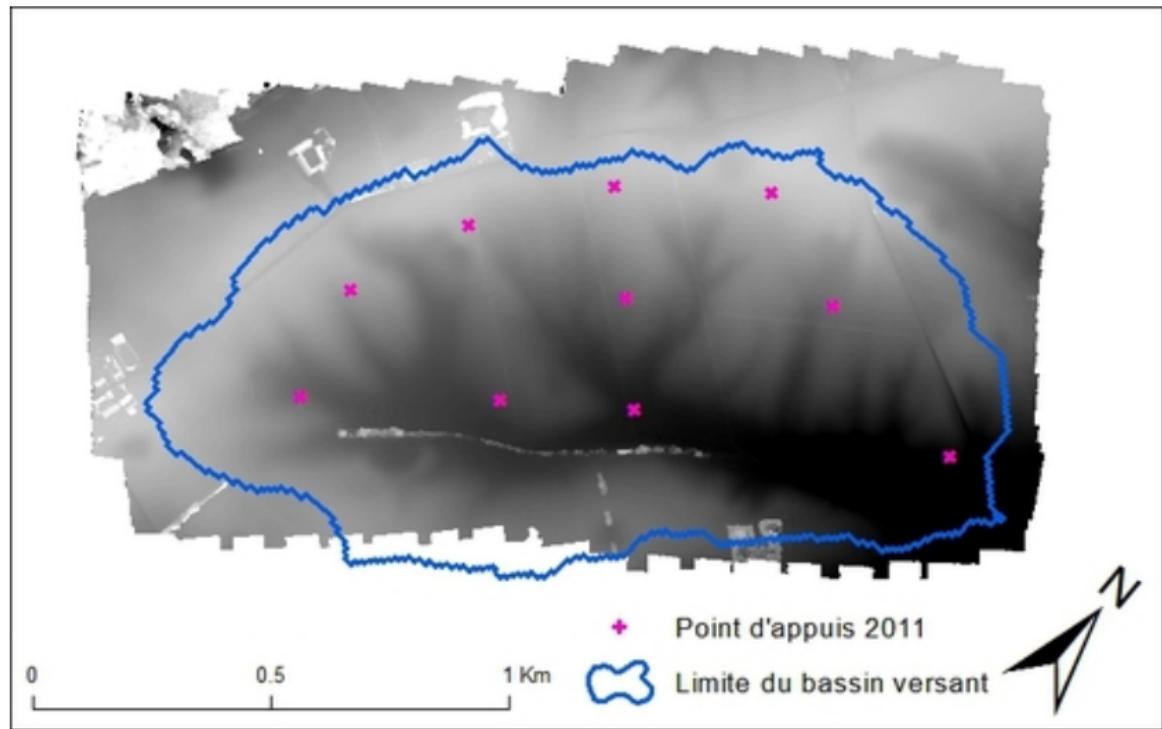
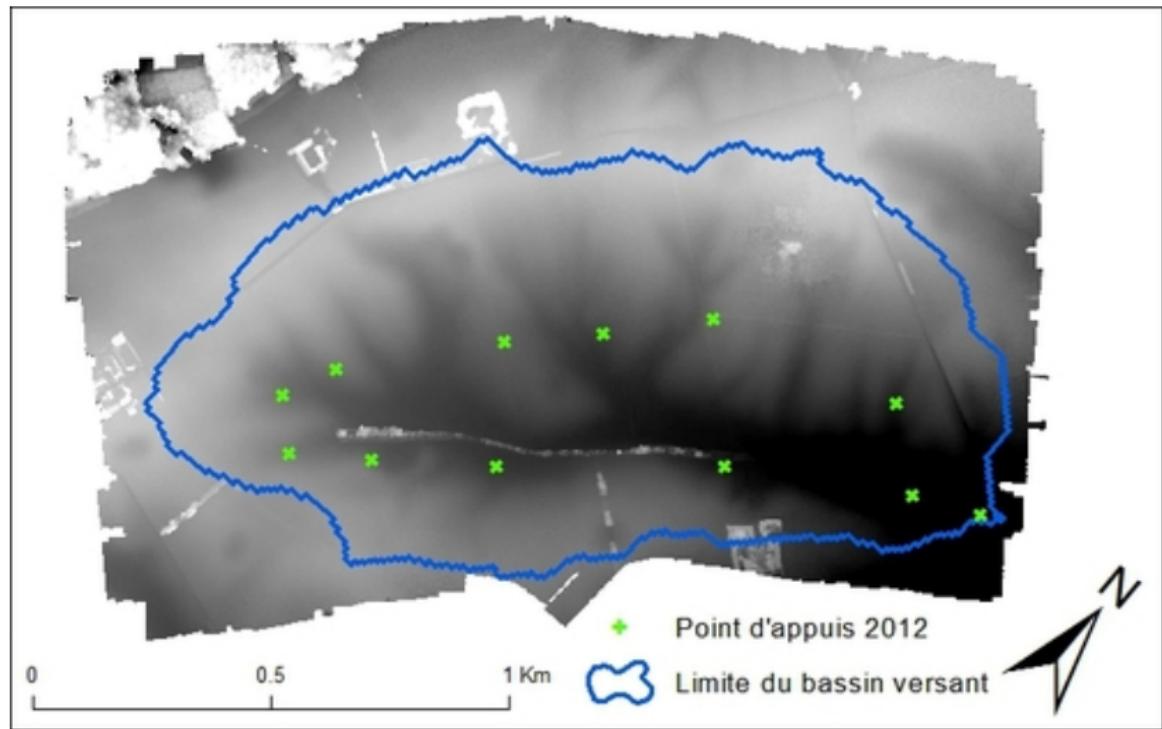


Figure: Disposition des points d'appuis sur le bassin versant de Ernage.  
Précision planimétrique : 1cm. Précision altimétrique : 2cm.

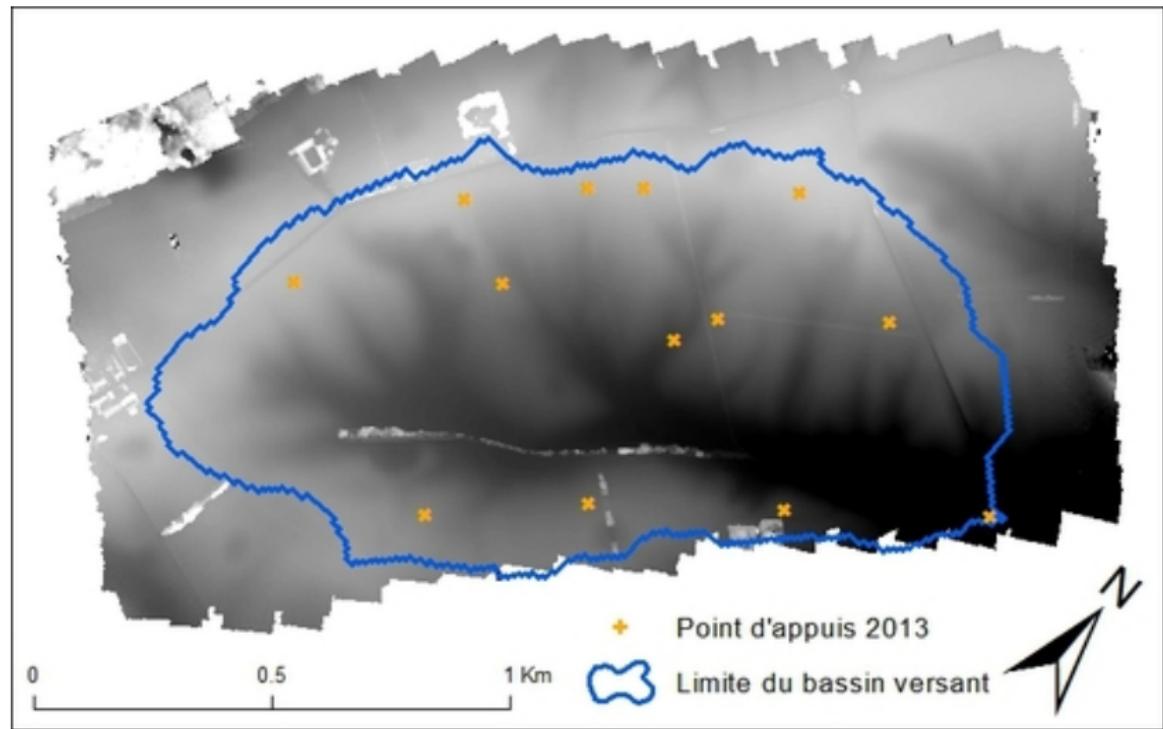
# Relief en 2011



# Relief en 2012



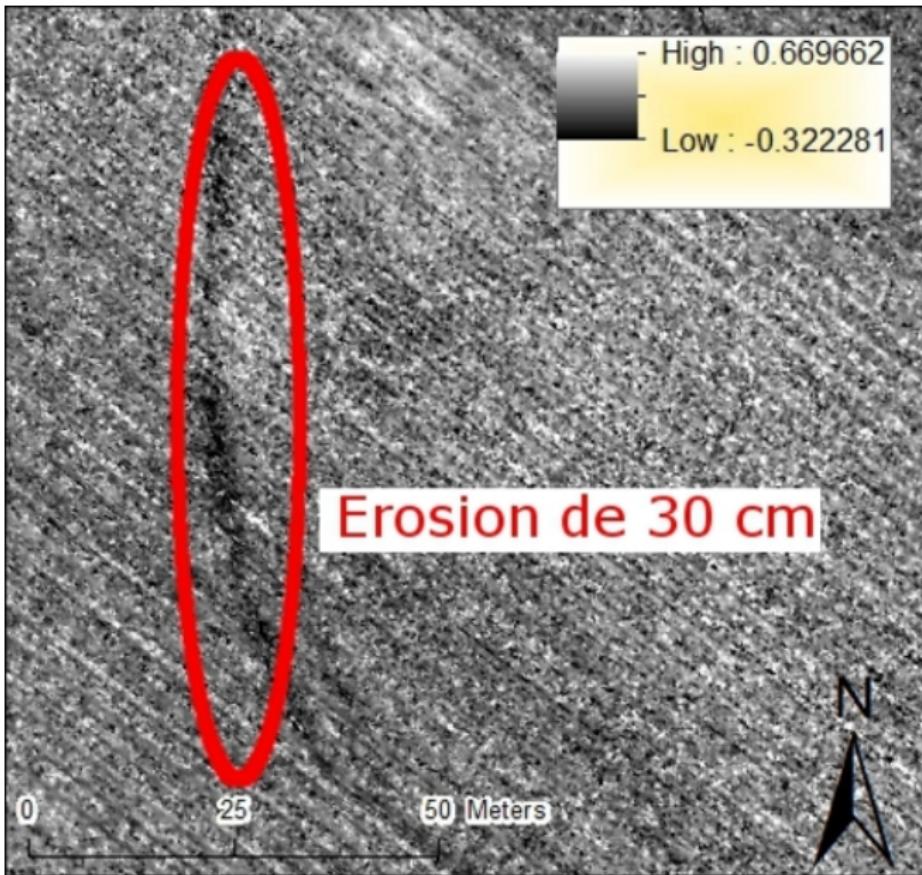
# Relief en 2013



Agrandi sur une petite zone



## Différence de relief entre 2011 et 2013

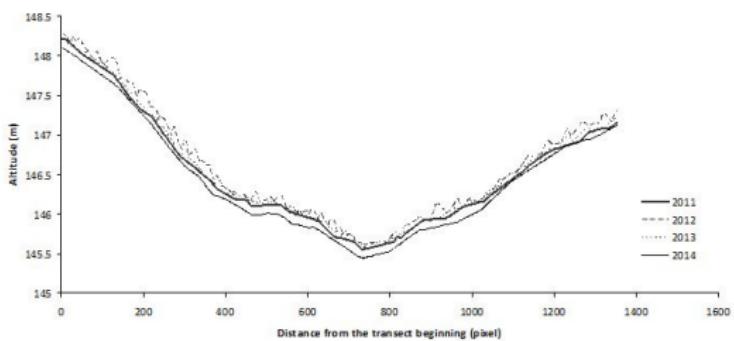


## Différence de rugosité de la surface

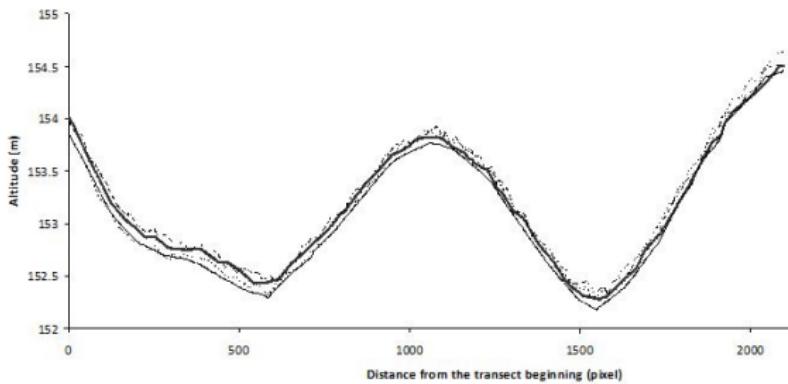


Surface roughness in December 2013 (left) and may 2014 (right).

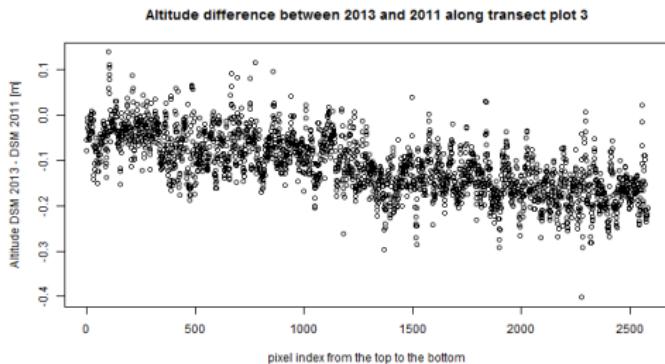
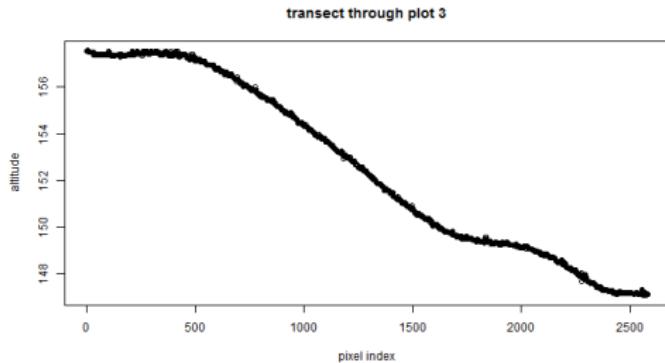
# Différence d'élévation entre les acquisitions



# Différence d'élévation entre les acquisitions



# Compensation des erreurs résiduelles



# Résultats

## Chaine de traitement

- ▶ Calibration de la caméra : → Autocalibration avec points d'appui
- ▶ Pondération des mesures hétérogènes dans la compensation par faisceaux : → contrôle des résidus pour déterminer la meilleure pondération, équilibre entre pondération des mesures terrain et image des points d'appui

## Mesure de changement de relief

- ▶ Peut-on mesurer des changements de relief d'une magnitude en altimétrie de l'ordre de 20 cm : → Non, contrôle de la calibration nécessaire.

*Thank  
you for  
your  
attention*



Contact :  
[jo.lisein@ulg.ac.be](mailto:jo.lisein@ulg.ac.be)