

Présentation originale réalisée dans le cadre de la journée d'étude sur
l'Agriculture de Précision
 Organisée par la Chambre de commerce Tuniso-Belgo-Luxembourgeoise


**Imagerie très haute résolution en agriculture:
 potentialité de la technologie drone**

- Ir Sébastien Bauwens -
 Département BIOSE - Gembloux Agro-Bio Tech – Université de Liège

 Sebastien.bauwens@ulg.ac.be
 003281/62.22.14


Tunis, Tunisie, Mars 2017

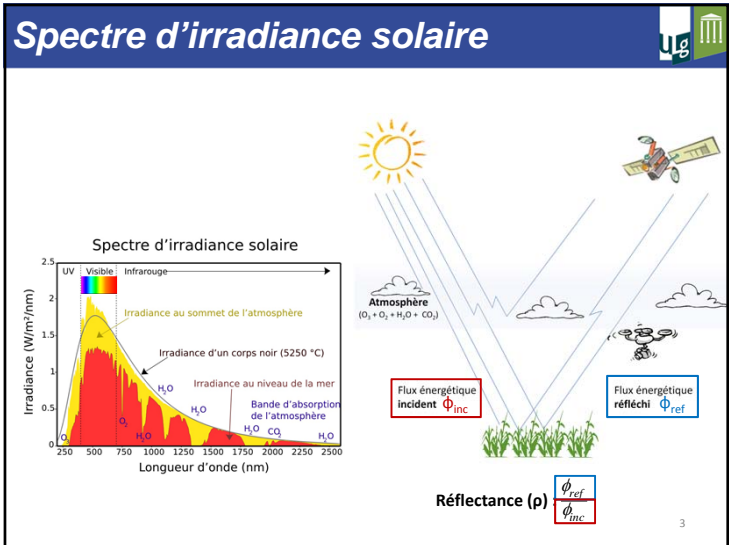
1

Plan 

- Introduction à l'information spectrale
- Capteurs « spectraux »
- Traitement de l'information acquise par drone
- Plateformes drones
- Etudes de cas


2

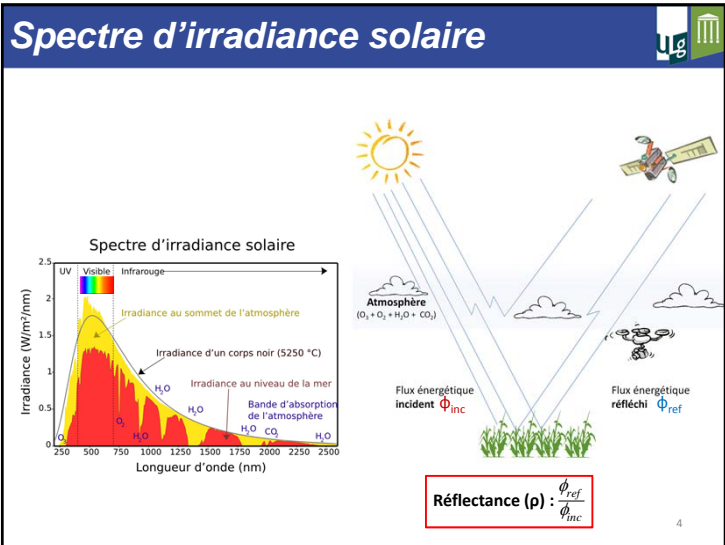
Spectre d'irradiance solaire 



Réflectance (ρ) : $\frac{\phi_{ref}}{\phi_{inc}}$

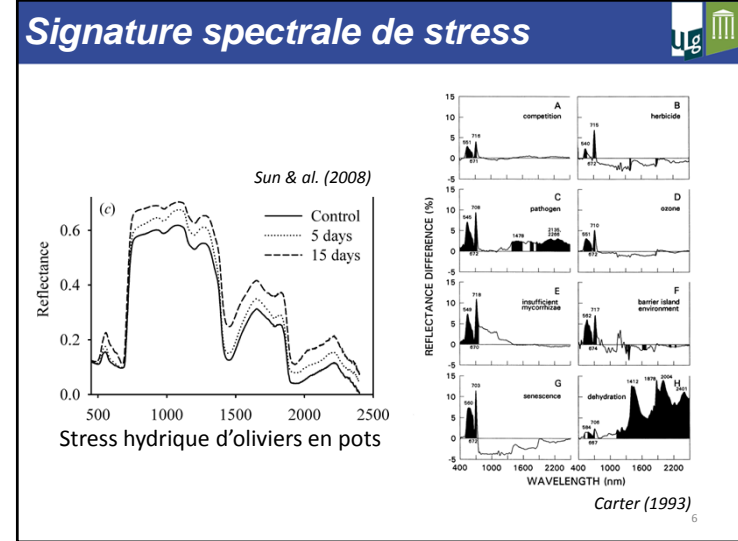
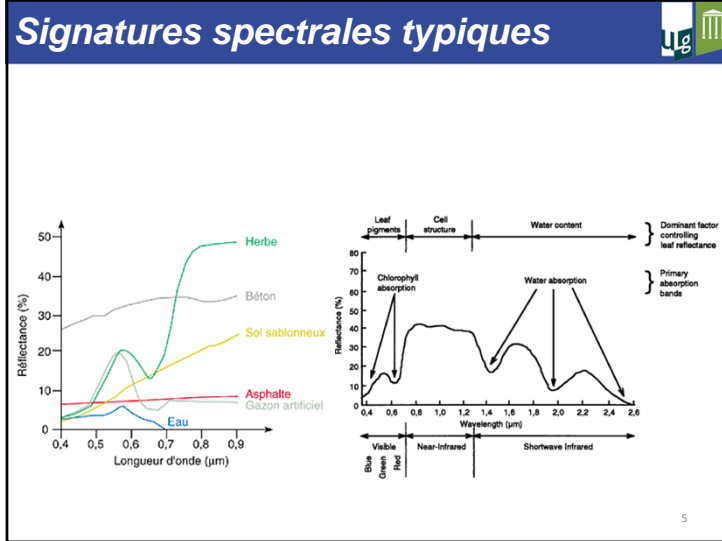
3

Spectre d'irradiance solaire 



Réflectance (ρ) : $\frac{\phi_{ref}}{\phi_{inc}}$

4



- ### Plan
- Introduction à l'information spectrale
 - Capteurs « spectraux »
 - Traitement de l'information acquise par drone
 - Plateformes drones
 - Etudes de cas
- 7



Résolution spectrale RGB classique

- 3 bandes pour les 3 couleurs primaire:
 - Rouge-Vert-Bleu

9

Résolution spectrale RGB classique

- Qualité spectrale
 - Bandes larges
 - Chevauchement des bandes
 - Camera suppl.
 - Mesures lum. incidente

10

Résolution spectrale Capteur multispectral

- Plusieurs bandes dans le visible et Infrarouge

11

Résolution spectrale Capteur multispectral

- Plusieurs bandes dans le visible et Infrarouge

RGB : (composition colorée couleurs vraies)

RGB : (composition colorée fausses couleurs)

12

Résolution spectrale Capteur hyperspectral

- Nombreuses bandes contigües ($n > 100$) et étroites ($< 10\text{nm}$)

The graph shows reflectance curves for three materials: Dry bare soil (Gray-brown), Vegetation (Green), and Water (Clear). The x-axis represents Wavelength in micrometers (μm) from 0.4 to 2.6, and the y-axis represents Reflectance in percent (%) from 0 to 60. A color bar on the left indicates the visible spectrum. To the right, images of xISpec and cubeo HSI cameras are shown.

Résolution spatiale

- **Images satellites:**
 - Résolution $> 10\text{ m}$
- **Images drones:**
 - Résolution $< 40\text{ cm}$

A satellite image showing a coastline with a mix of green land and blue water.

Résolution spatiale

- **Images satellites:**
 - Résolution $> 10\text{ m}$
- **Images drones:**
 - Résolution $< 40\text{ cm}$

Two drone images are shown. The left image shows a forest with several trees outlined in red, indicating high spatial resolution. The right image shows a cornfield with individual plants visible, also indicating high spatial resolution.

Résolution spatiale

Plantation d'oliviers

Three images of an olive plantation are shown. The first image is a high-resolution view with a grid overlay, labeled 'Pixels 1m'. The second image is a lower-resolution view, labeled 'Pixels 25 m'. The third image is a blurred version of the same scene.

Résolution spatiale

Plantation d'oliviers

ρ_{52750} ρ_{53200} ρ_{53250}
 ρ_{51750} ρ_{52250} ρ_{52750}
 ρ_{51250} ρ_{51750} ρ_{52250}

Pixels 1m Pixels 25 m

Crown
 Crown+Shadow+Soil

Signature spectrale en fonction de la résolution

Indices spectraux

Exemples:

- NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

$$\frac{NIR - Red}{NIR + Red} = \frac{\rho_{800} - \rho_{680}}{\rho_{800} + \rho_{680}}$$
- PRI (Photochemical Reflectance Index)

$$\frac{Green - Yellow}{Green + Yellow} = \frac{\rho_{531} - \rho_{570}}{\rho_{531} + \rho_{570}} \quad \text{ou} \quad \frac{Y - G}{Y + G}$$
- WBI (Water Band Index)

18

Indices spectraux

Exemples:

- NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

$$\frac{NIR - Red}{NIR + Red} = \frac{\rho_{800} - \rho_{680}}{\rho_{800} + \rho_{680}}$$
- PRI (Photochemical Reflectance Index)

$$\frac{Green - Yellow}{Green + Yellow} = \frac{\rho_{531} - \rho_{570}}{\rho_{531} + \rho_{570}}$$
- WBI (Water Band Index)

$$\frac{\rho_{900}}{\rho_{XXX}} \quad \text{XXX} = 970, 1200, 1440, 1950$$

Sims & Gamon (2003)

Water absorption coefficient (cm⁻¹)

Canopy reflectance

Wavelength (nm)

Plan

- Introduction à l'information spectrale
- Capteurs « spectraux »
- Traitement de l'information acquise par drone
- Plateformes drones
- Etudes de cas

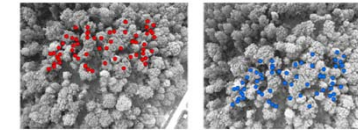
20

Information « brute » des capteurs

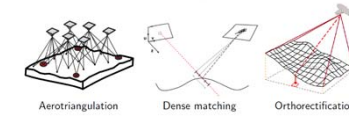
- Collection d'images géoréférencées approximativement
 - Voir animation

21

Traitement photogrammétrique



Tie points generation



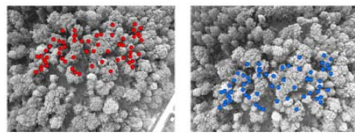
Aerotriangulation

Dense matching

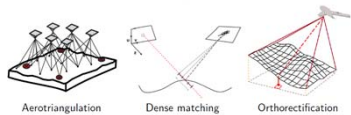
Orthorectification

22

Traitement photogrammétrique



Tie points generation



Aerotriangulation

Dense matching

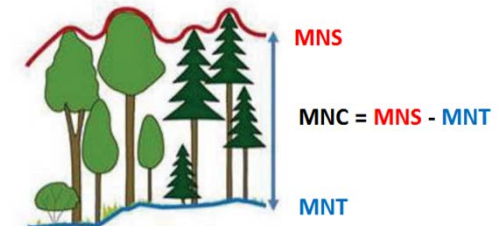
Orthorectification

- Deux produits:
 - Orthophotomosaïque (Information spectrale mètree)
 - Modèle Numérique d'Élévation (information « 3D »)

23

Traitement photogrammétrique

- Modèle Numérique d'Élévation (MNE) = Modèle Numérique de Surface (**MNS**)



- Modèle Numérique de Hauteur (MNH) = Modèle Numérique de Canopée (**MNC**)

24

Types de plateforme drone



Ailes fixes

Multi-rotor

25

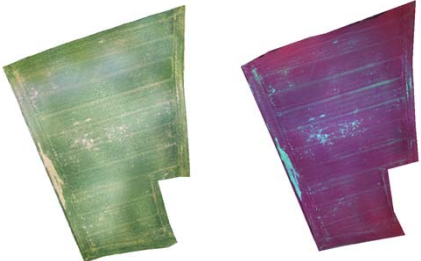
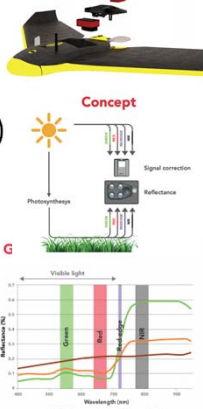
Plan

- Introduction à l'information spectrale
- Capteurs « spectraux »
- Traitement de l'information acquise par drone
- Plateformes drones
- Etudes de cas

26

Exemple 1: dégâts sur culture

- Culture: orge
- Drone: à ailes fixes (ebee)
- Capteur: Sequoia (multispectrale)

Concept

Photometry

Signal correction

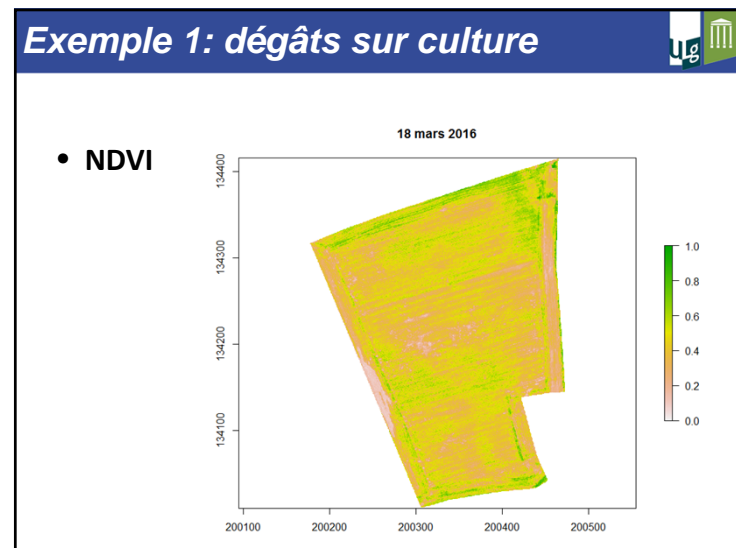
Reflectance

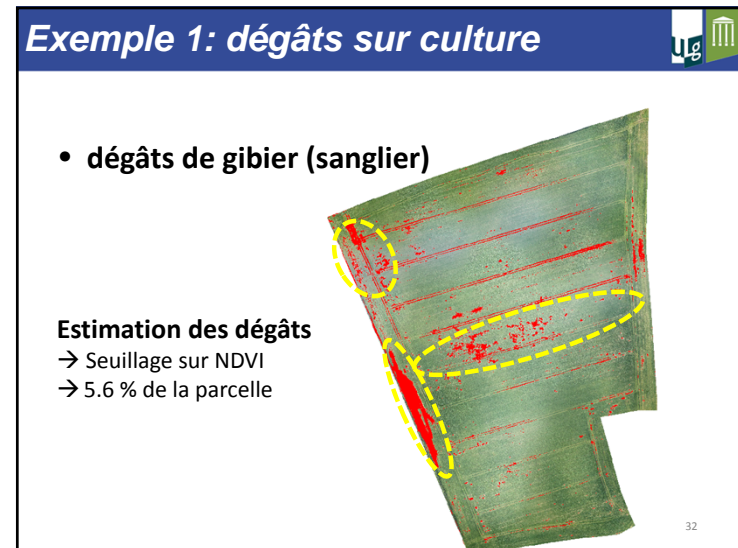
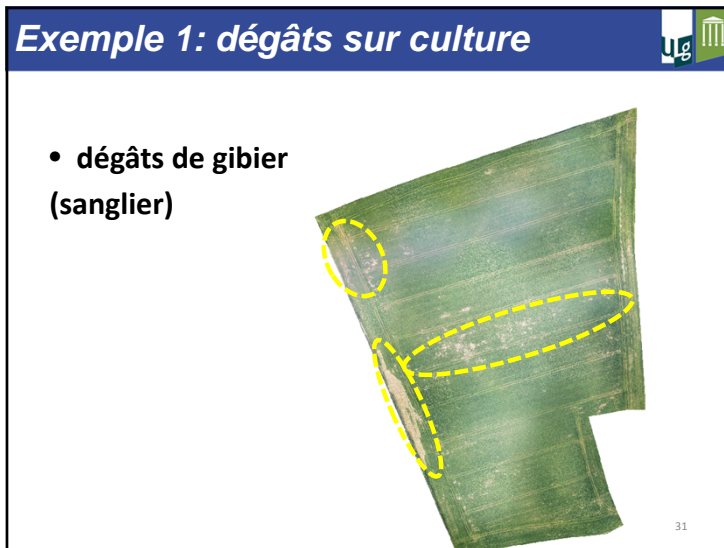
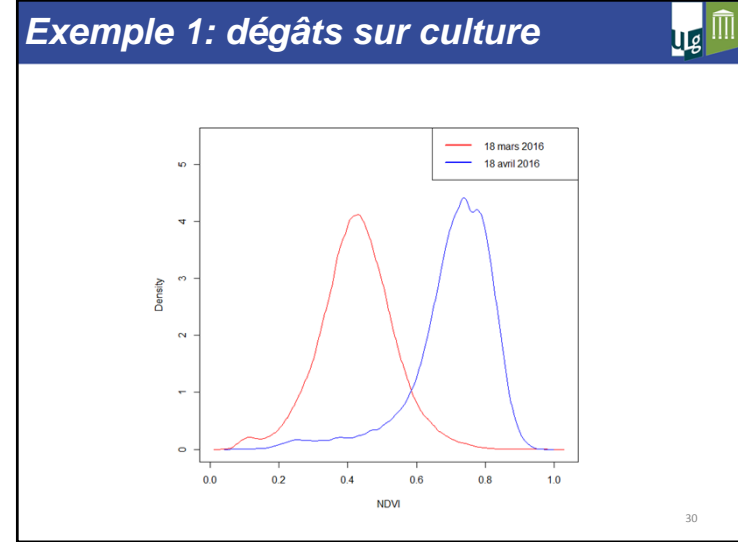
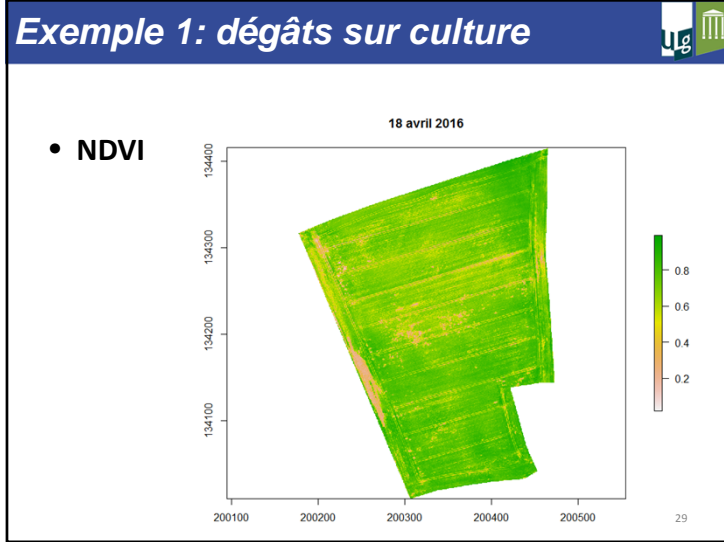
Visible light

Wavelength (nm)

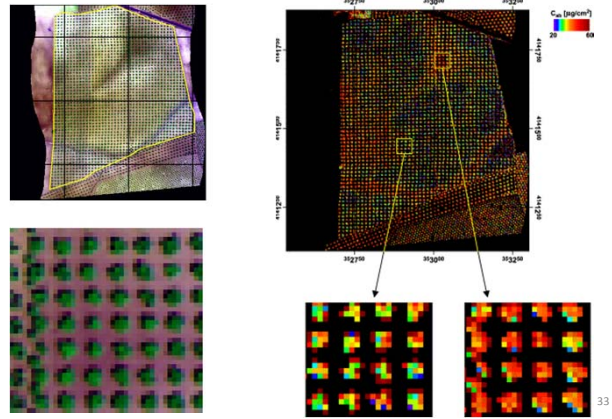
Reflectance (%)

Healthy Plant Stressed Plant Soil





Exemple 2: Photosynthèse oiliviers



33

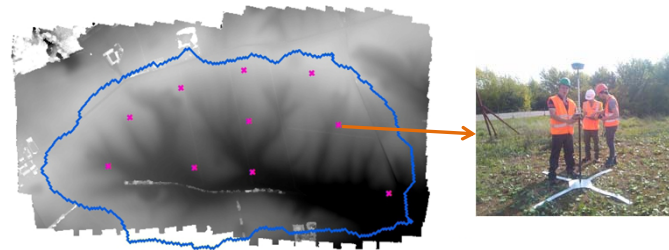
Exemple 3: Erosion sols agricoles

- Quantification de l'érosion
- Drone: aile fixe (X100)
- Capteur: Ricoh GR4 (RGB)



34

Exemple 3: Erosion sols agricoles

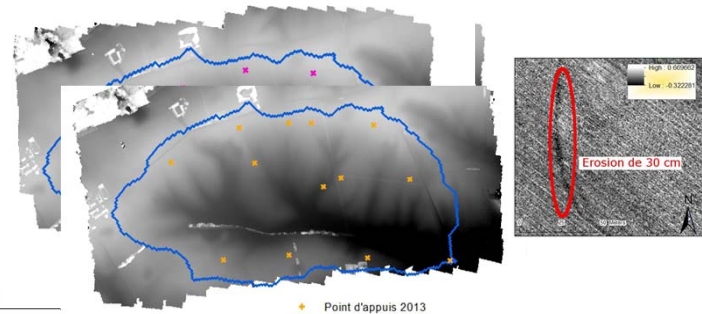


◆ Point d'appuis 2011
 ☞ Limite du bassin versant

0.5 1 Km

35

Exemple 3: Erosion sols agricoles




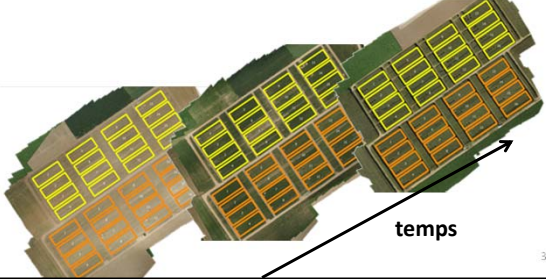
◆ Point d'appuis 2013
 ☞ Limite du bassin versant

0 0.5 1 Km

36

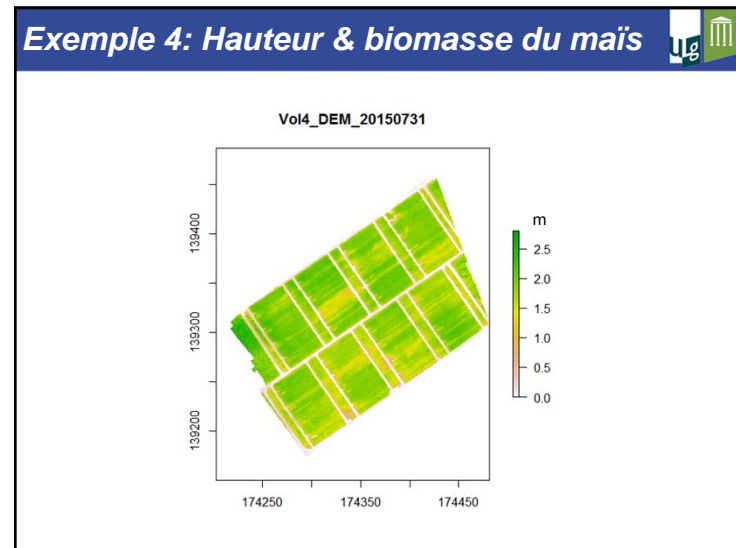
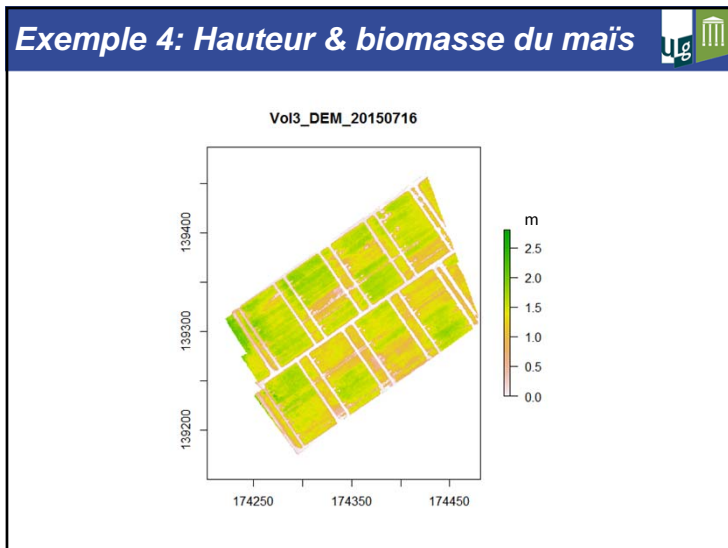
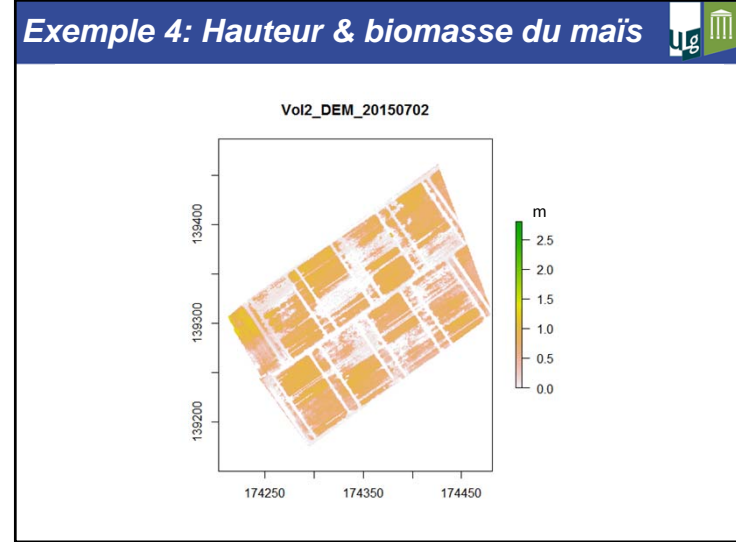
Exemple 4: Hauteur & biomasse du maïs

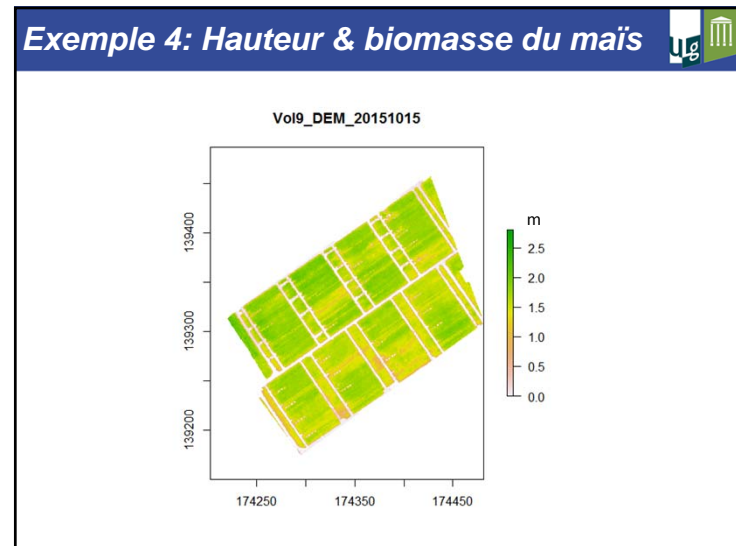
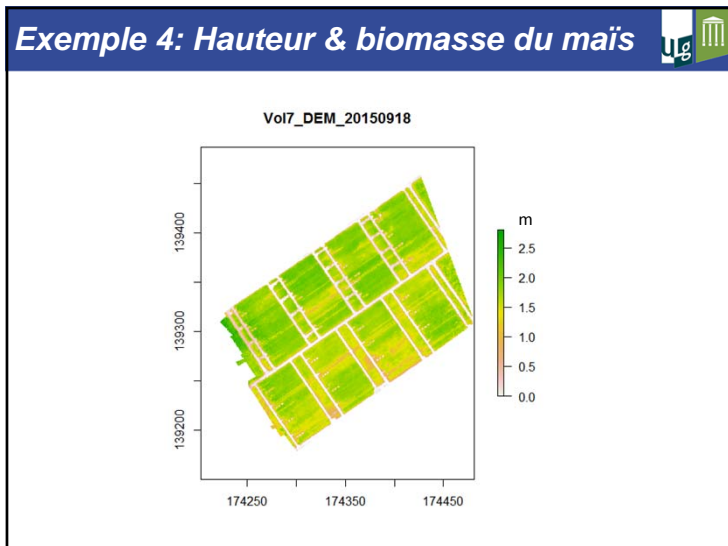
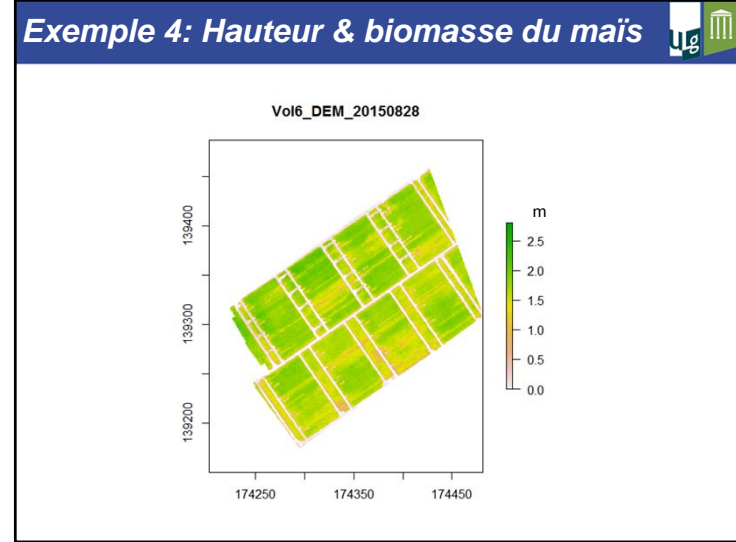
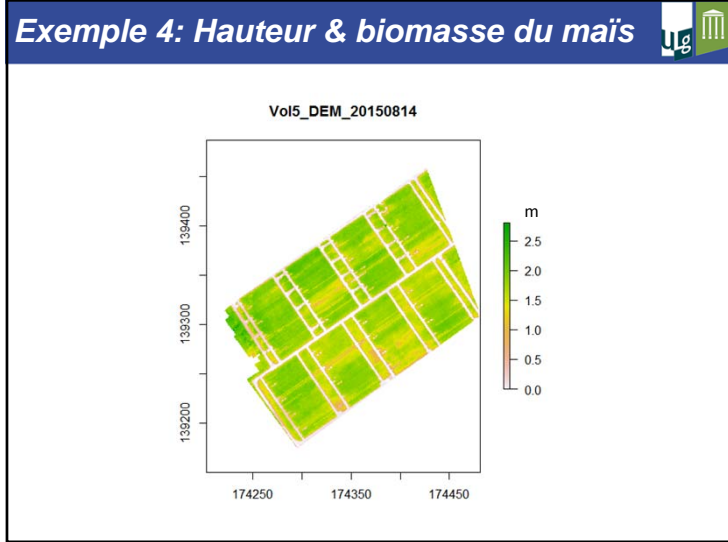
- Culture: maïs
- Drone: multi-rotor
- Capteur: Sony RX100 (RGB)

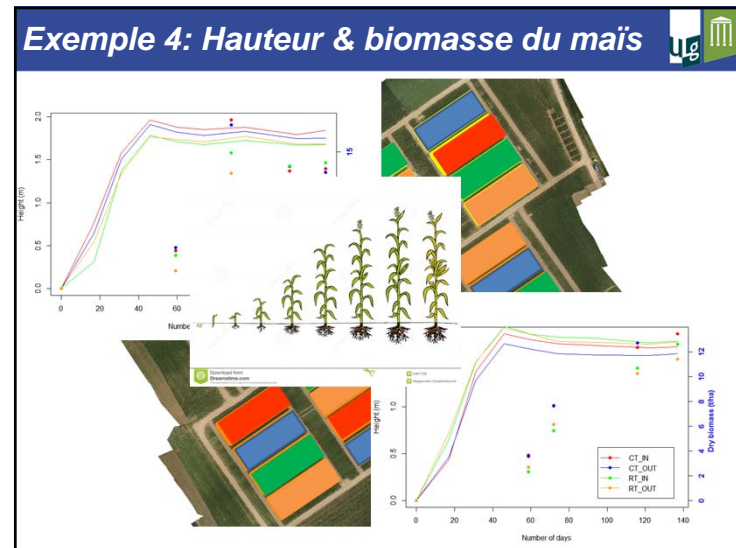
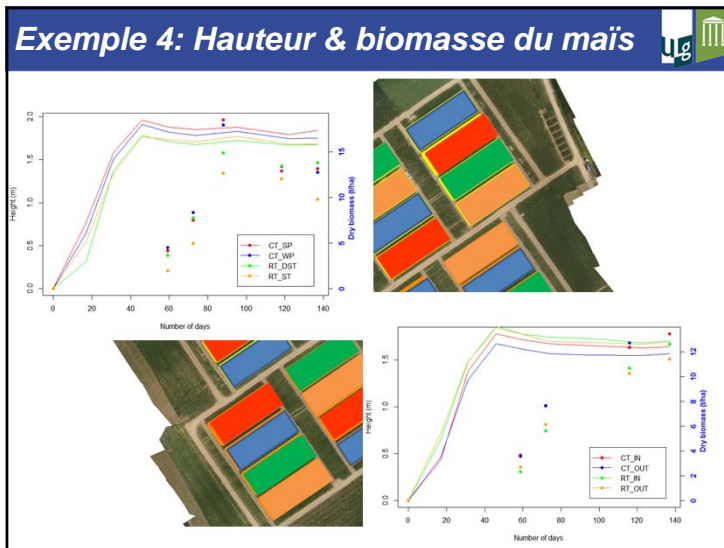
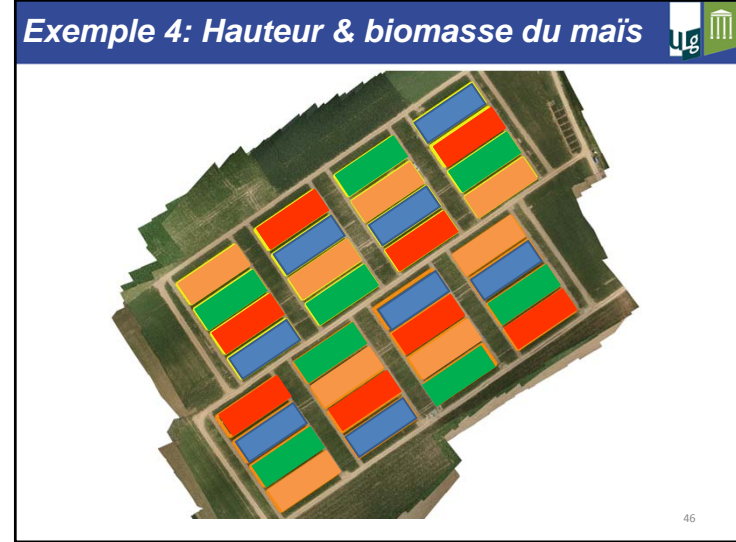
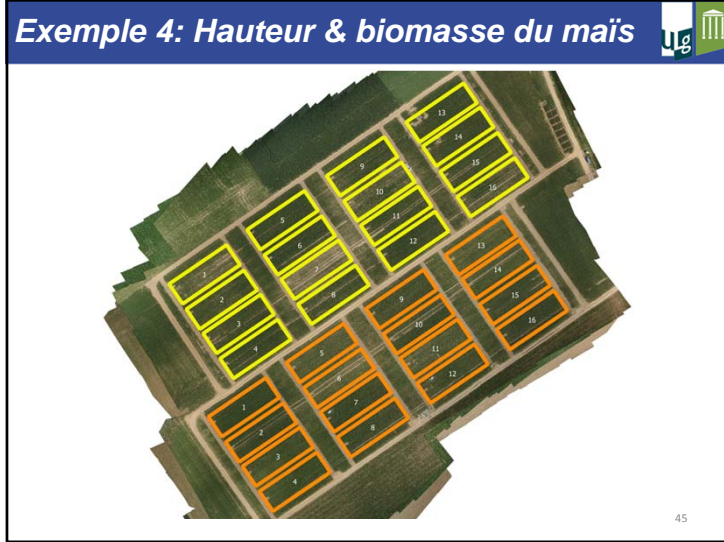



temps

37









Merci de votre attention !

