

# INVESTIGATION DRONE ET GEOPHYSIQUE DES MONUMENTS HISTORIQUES : CAS DU SITE ARCHÉOLOGIQUE DE CHELLAH-RABAT

**Pr. Aarab Abdellatif**

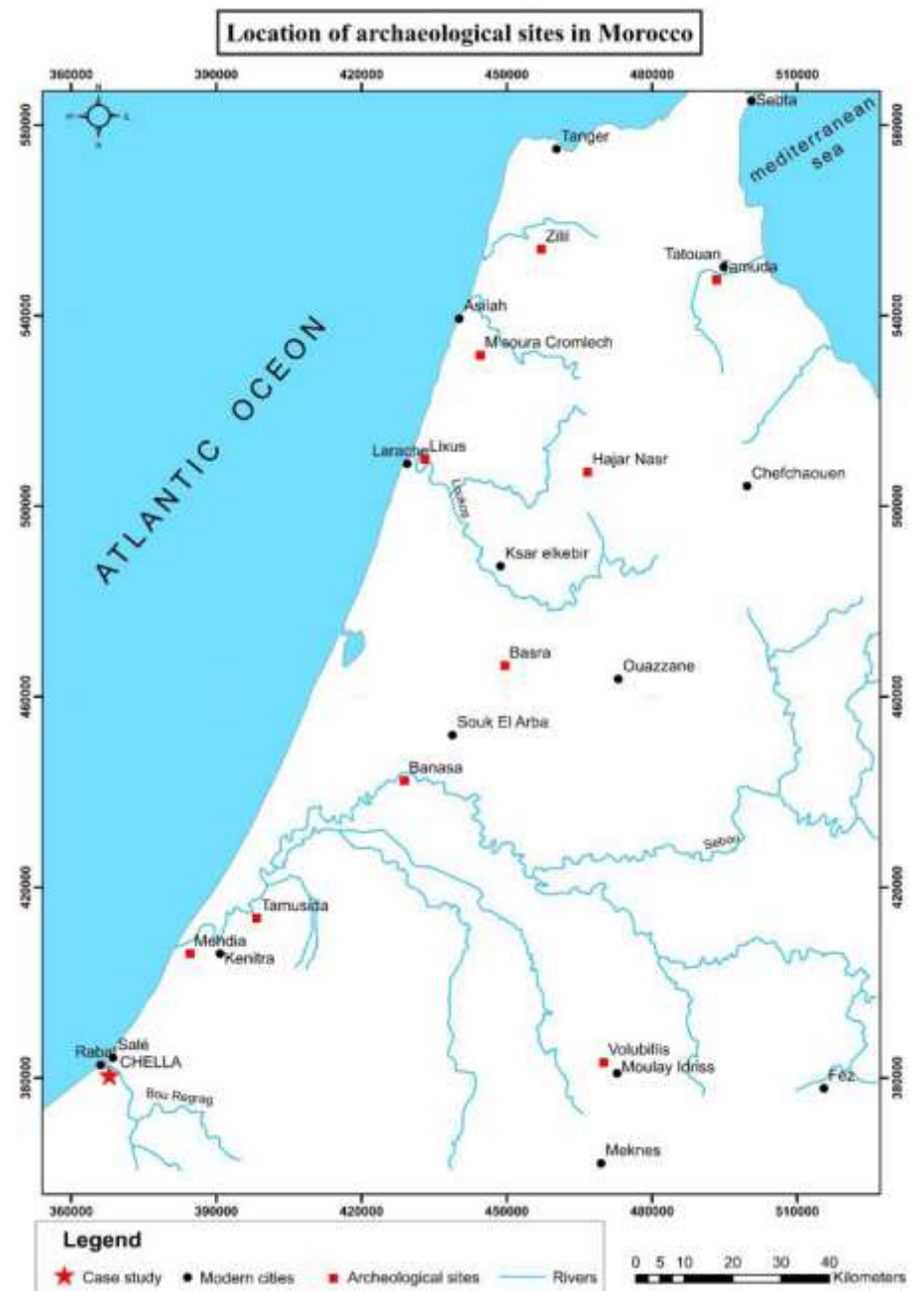
**ENS- Département des Sciences de la Terre**

**équipe de recherche LAMERN- EMI**

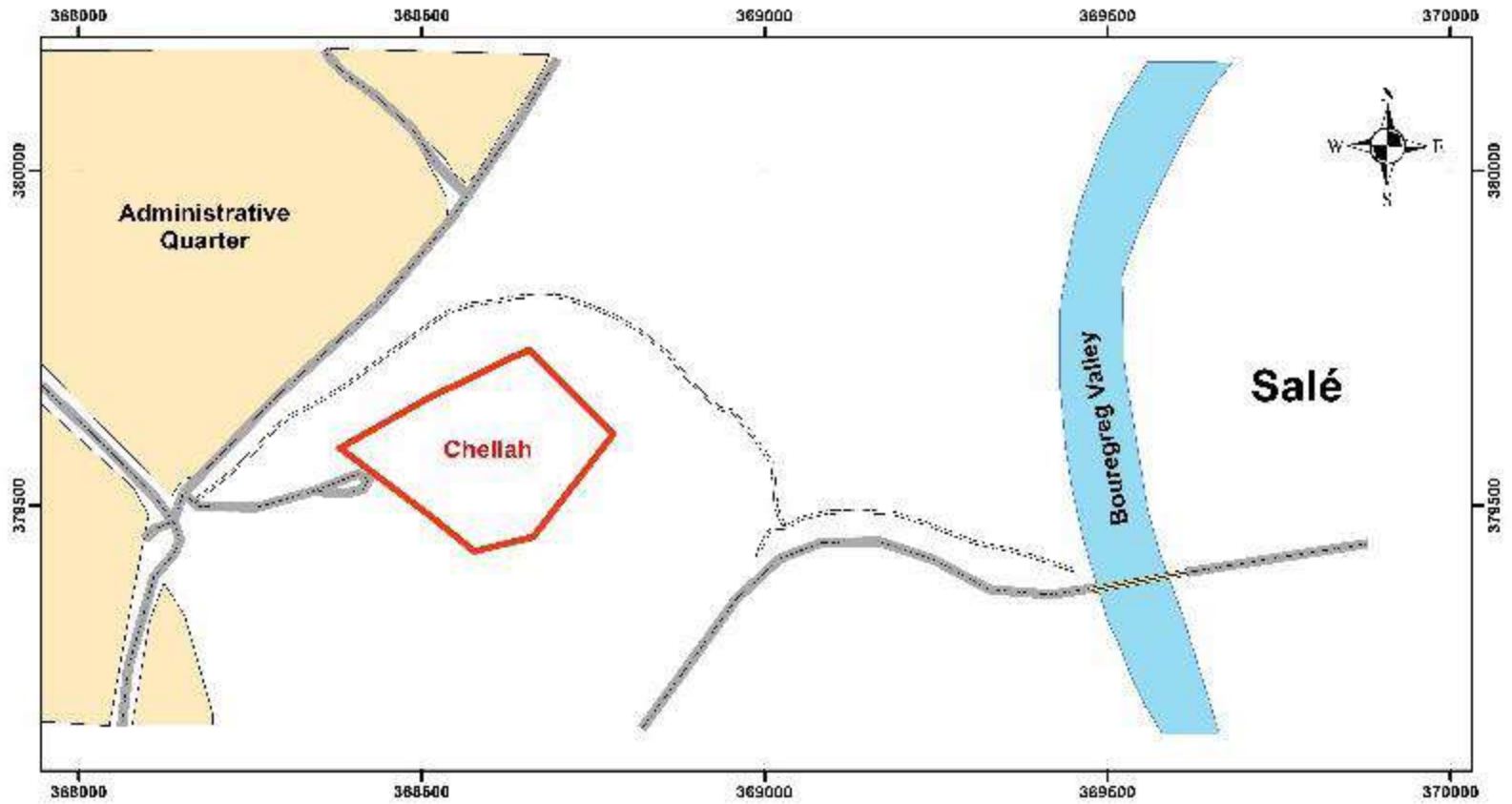
**[Abdellatif.aarab@ens.um5.ac.ma](mailto:Abdellatif.aarab@ens.um5.ac.ma)**

**[aarab.c2g.trek@gmail.com](mailto:aarab.c2g.trek@gmail.com)**

# Situation du site Chella parmi d'autres sites archéologiques



# Chellah situation map



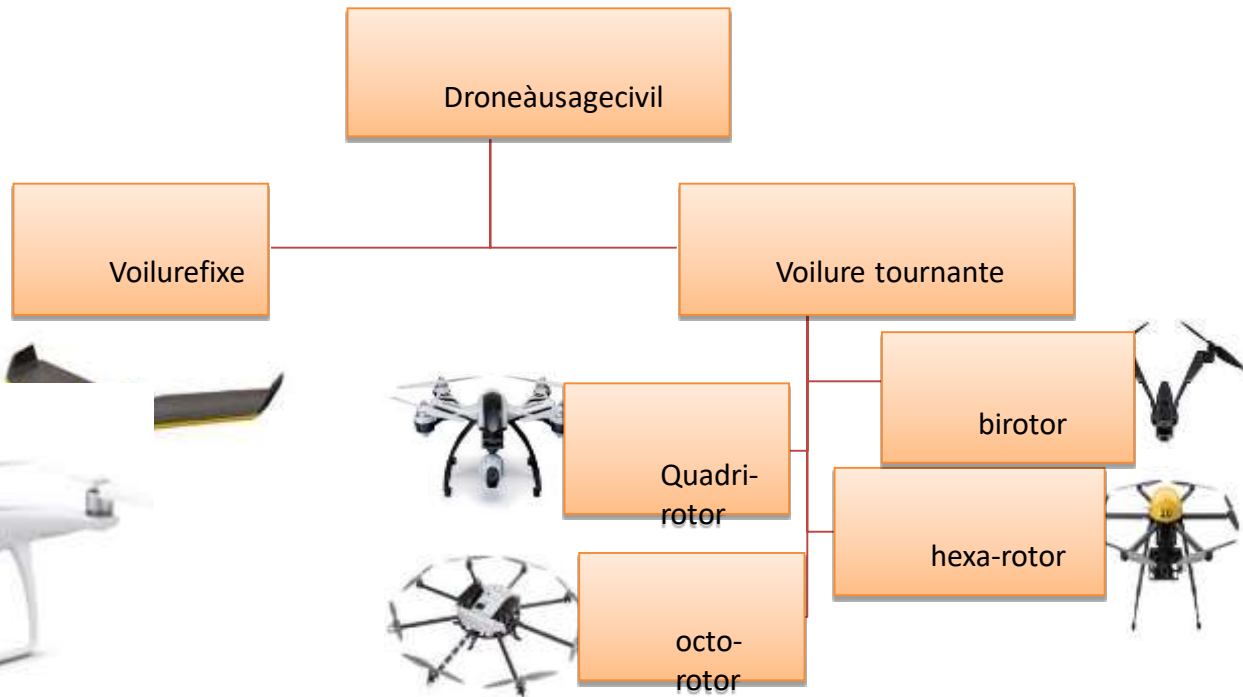
# approches

- la combinaison de deux approches:
  - Aérienne, en utilisant le drone afin de localiser les zones à explorer et d'extraire des données scientifiques et archéologique.
  - Terrestre, par la géophysique en appliquant la tomographie électrique 2D et 3D

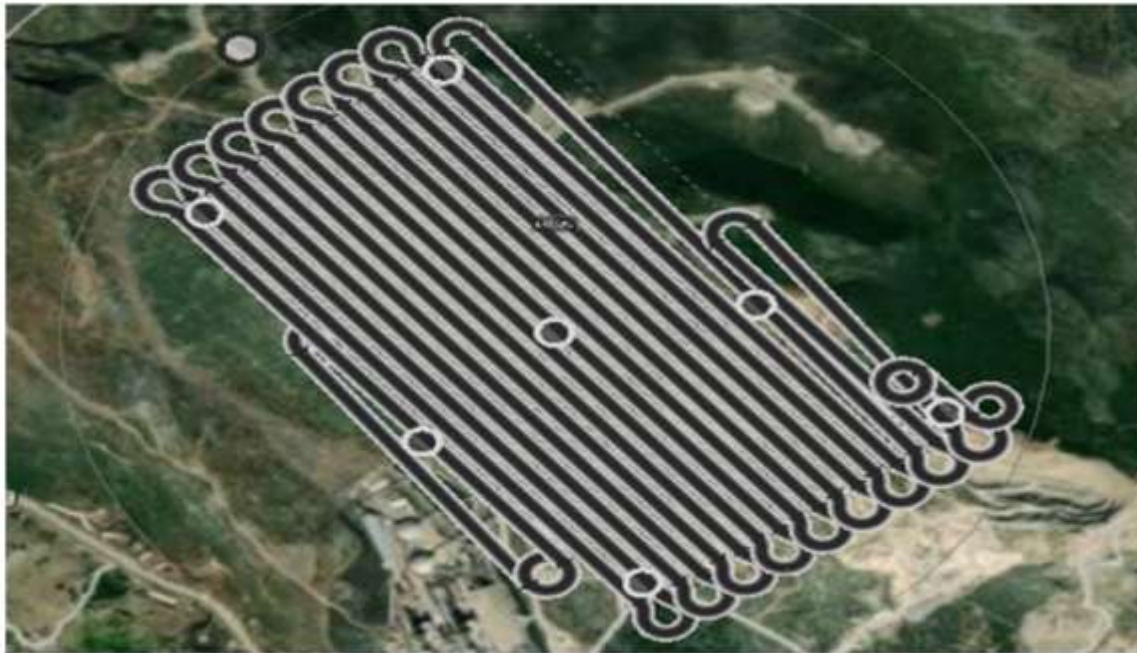
# Investigation par Drone (UAV)

- Camera RGB
- Camera spectral
- Camera hyperspectral
- Camera thermique

# Type de drone



# Plan et lignes de vol du drone



Les monuments et les vestiges historiques constituent un documentaire de l'identité culturel de chaque pays.

- La protection et la conservation de ces œuvres est indispensable à travers l'entretien, la restauration et la réhabilitation. De nos jours, les nouvelles technologies promettent de meilleures méthodes d'acquisitions des données et de traitement.
- L'objectif de cette présentation est de présenter l'intérêt des levés aéroporté par drone munie d'une caméra numérique. Un plan de vol planifié à basse altitude permet la restitution stéréoscopique et génération des modèles numériques géoréférencés. Ceci forme une ossature pour la documentation et archivage numérique spatiale du site.



Vues Drone sur le site de Chella





















- Le post traitement des données acquises par drone nous a permis de produire :
  - Un support cartographique de base à très haute définition,
  - des maillages pour la volumétrie et des modèles numériques texturées à l'échelle pour dimensionnement et caractérisation géométrique pour des fins de restauration.
  - des produits drone peuvent servir la valorisation du site comme la confection des maquettes, brochure et produit numérique telle des visites guidées virtuelles.

Ces données aussi nous permettent d'avoir un référentiel 3D sur lequel on peut caler tout changement. Cela va être permis par des revisites en lien avec les levées répétitives sur des laps de temps. Autrement dit introduire une périodicité des levées pour l'auscultation.

# Traitement des images

exemple de traitement

- cropmarks ,
- soil marks
- shadow marks

- Crop marks



différence de couleur peut être due à la présence des vestiges enfouis, ces derniers peuvent entraîner une rétention d'humidité

- Soil marks



# Produit radiométrique IFR

La formule utilisée pour le calcul de  $T_s$  :

$$T_s = \frac{T_b}{1 + \left(\lambda \cdot \frac{T_b}{\rho}\right) * \ln \varepsilon}$$

( $\lambda = 10,5 \text{ um}$ (bande10),  $\lambda = 11,5 \text{ um}$  (bande11) ),  $\rho = 14380$ ,

*Émissivité utilisée :*

$$\varepsilon = 0.004PV + 0,98$$

*PV = proportion of vegetation*

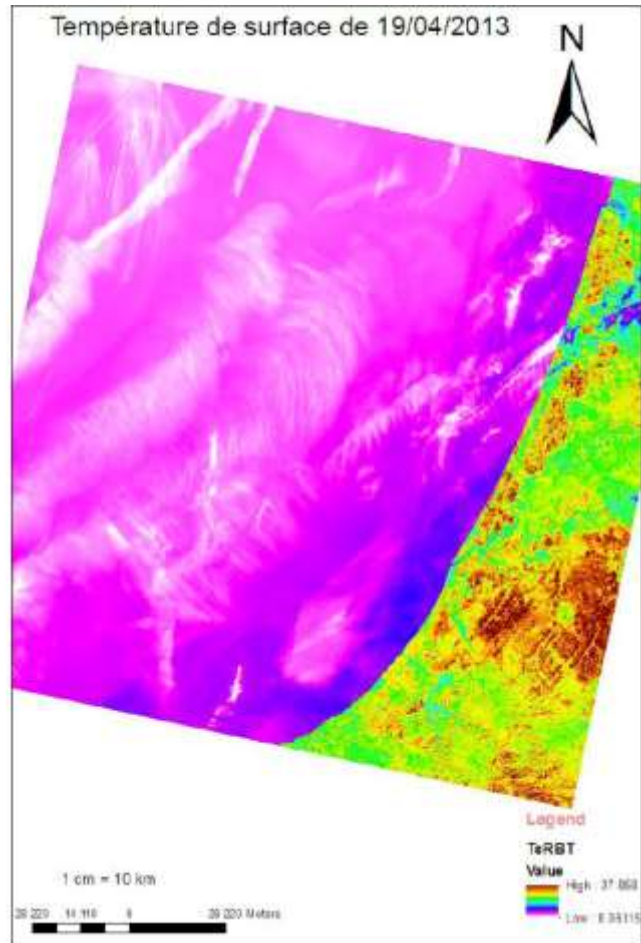
$$PV = \left( \frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right)^2$$

- L'utilisation de la thermométrie est d'un intérêt important. C'est une méthode d'investigation qui révèle beaucoup de données de façon indirecte.

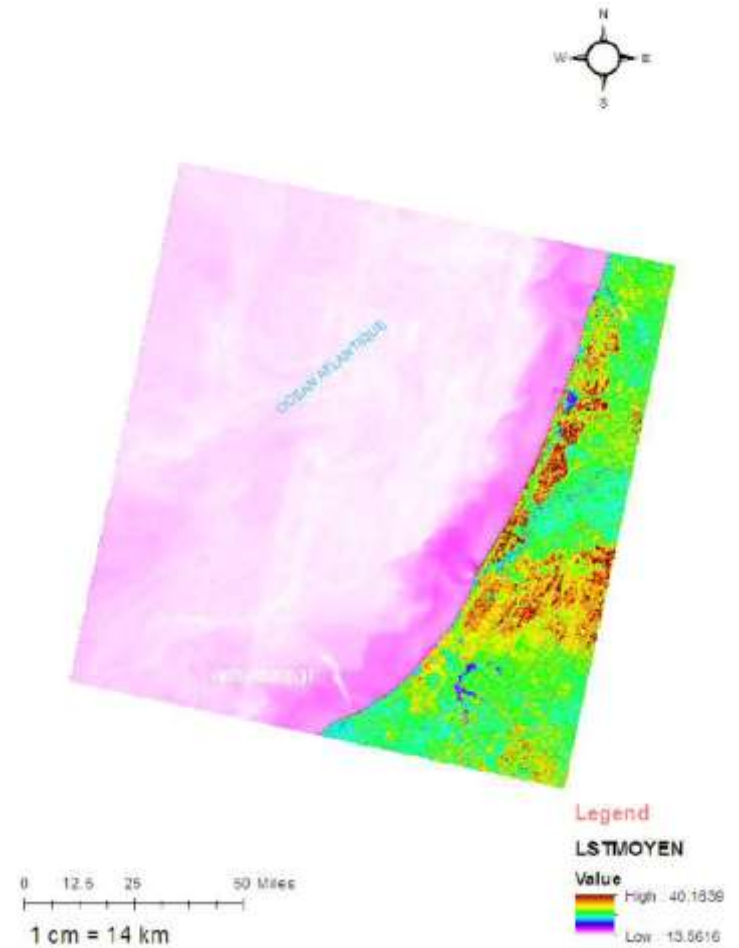


# Produits radiométrique

## IFR



Température de surface du 17/04/2018



# Produits numérique

- La génération de l'orthophoto nous donne la possibilité de faire des mesures et avoir une vue sur l'ensemble de la zone d'étude afin de cartographier les différentes composantes du terrain
- Modèle numérique de surface (MNS), MNT

# Investigation en sous sol

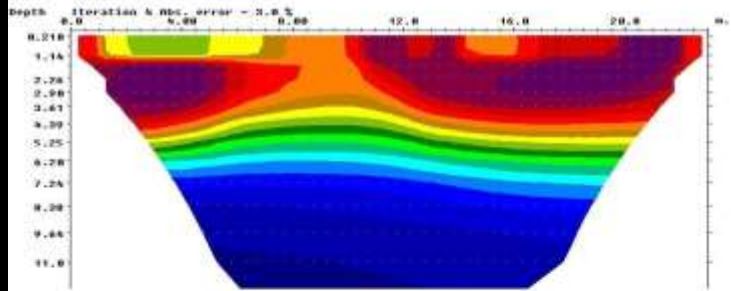
- Tomographie électrique

La mission tomographie électrique était faite à titre d'essai dans ce site. Les résultats obtenus révèlent ;

- Existence de poche très humide

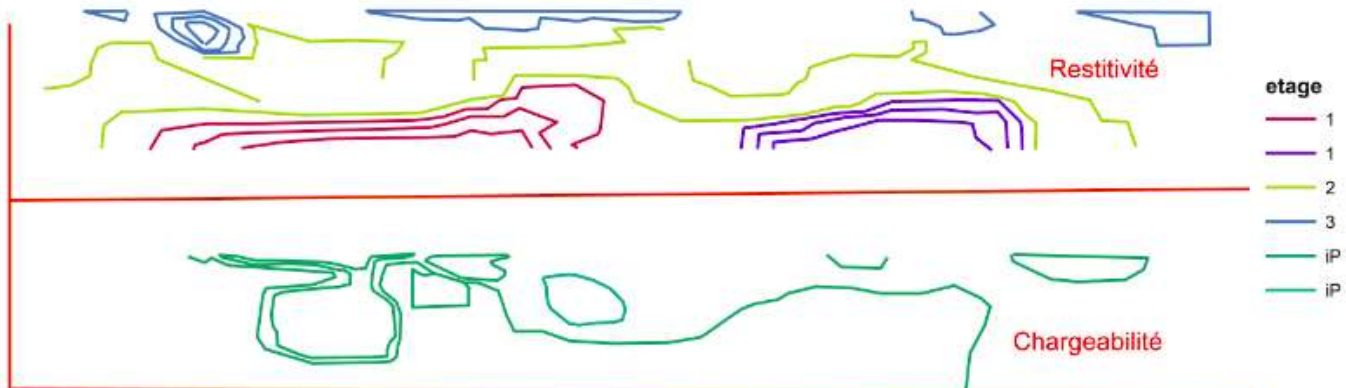
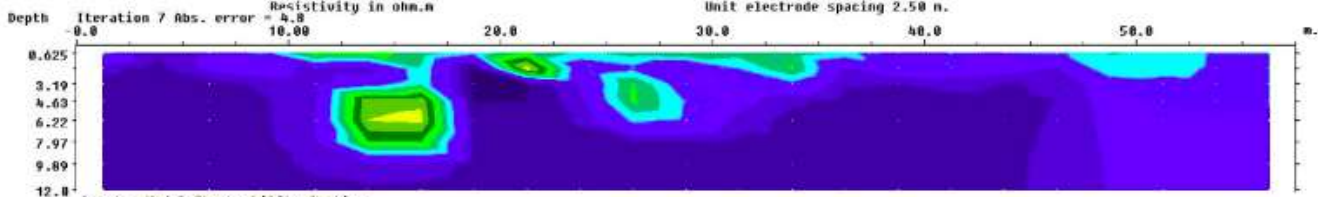
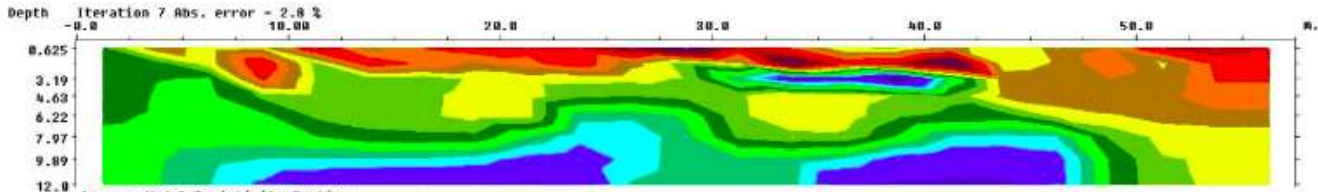
- Existences de structures géométriques. Ces structures sont de 2 à 4 mètres de long. Ils sont enfouis sous environ 2 mètres à un peu plus selon l'endroit

cnalla, Profile #4



Unit electrode spacing 8.000 m.

Site, Profile #1



# Compilation des données sur une carte

