

# Systemes d'Information Géographique

## نظم المعلومات الجغرافية SIG



كلية العلوم القانونية والاقتصادية والاجتماعية  
FACULTÉ DES SCIENCES JURIDIQUES, ÉCONOMIQUES ET SOCIALES



Lieu :

**Faculté des Sciences Juridiques, Economiques et Sociales**

Date :

**Semestre printemps 2019-2020**

**(Master DEVELOPPEMENT DURABLE DES TERRITOIRES, DDT)**

Professeur :

**Abdelouahab NEJJARI**

Pr NEJJARI Abdelouahab 2020-Master DDT-FSJES-UMI Meknès

# GÉORÉFÉRENCEMENT

**Définition** : c'est l'attribution d'une référence géographique (géolocalisable) à une entité cartographique (image raster : carte, photo aérienne, plan...). L'opération consiste à passer d'une **localisation relative** de ses entités (c-à-d votre carte sur votre bureau ou sur pc...) à une **localisation absolue** dans un système de coordonnées géographiques (ou cartographique) appelé projection reconnu via un outil de SIG (en l'occurrence logiciel ArcGis).

# GÉORÉFÉRENCEMENT


**Pourquoi** : une fois votre entité cartographique est géolocalisée, ceci veut dire que tous les éléments qui y figurent (point d'altitude, point d'eau, route, forêt, ville, usine...) ont une référence spatiale qui correspond à leur emplacement dans l'espace réel. A partir de votre ordinateur, vous pouvez donc calculer des distances, des surfaces... et d'autres paramètres plus complexes (géostatistique, modélisation, prévision...) en fonction de vos bases de données et vos champs d'intérêts.

# GÉORÉFÉRENCIEMENT

Les données de travail : c'est la carte topographique de Meknès (échelle 1:50000) (format image JPG). Elle est obtenue par numérisation (scannée). On peut aussi procéder par l'acquisition de photographies aériennes et d'images satellite via internet (image raster). Ces jeux de données de cartes numérisées peuvent ne pas contenir d'informations de références spatiales (c-à-d sans projection : méthode par laquelle la surface courbe de la Terre est représentée sur une surface plane) (voir cours 1)



## GÉORÉFÉRENCEMENT

**Les données de travail:** vous trouverez avec ce tuto un dossier compressé  DONNEES TP\_ARCGIS Master DDT 19-20.rar avec toutes les données de travail du module. Il est par contre impératif d'en faire un double en cas où vous perdez ou modifiez les données par inadvertance. Décompressez le dossier, il contient les éléments de travail suivants :

Carte de Meknès JPG

 CARTES RASTER

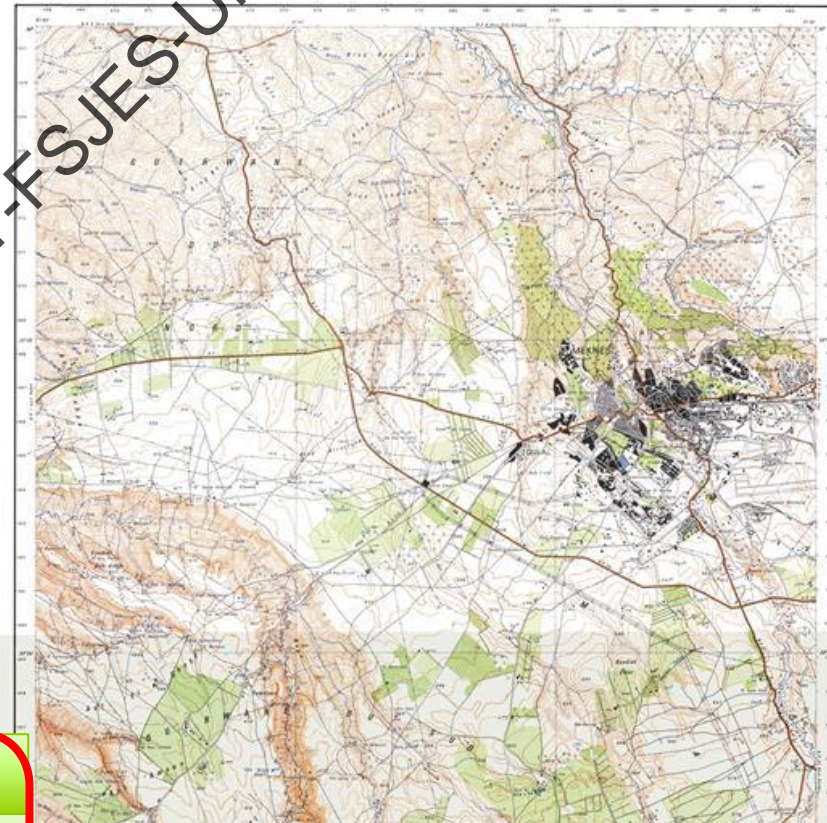
 CARTES VECTEUR

 Communes région Fès Meknes.xls

 Provinces région Fès Meknes.xls

- Limites communes région Fès Meknès
- Limites provinces FM
- Limite Région FM
- Limite Maroc
- Villes

Base de données numériques (Excel)



- Les travaux doivent être exécutés par étapes. Veuillez donc suivre l'organisation des tutos.
- Chaque travail fini doit être répété au moins 1 fois pour une meilleure maîtrise.

# RAPPEL

## ARCGIS

ARCGIS est construit de plusieurs programmes



ArcCatalog : gestion des dossiers (suppression, création...)

ArcMap : pour réaliser les cartes, analyse...

ArcToolbox : outils d'analyse et de traitement de données

ArcGlobe : présentation 3D

ArcScène : scénarisation mobile

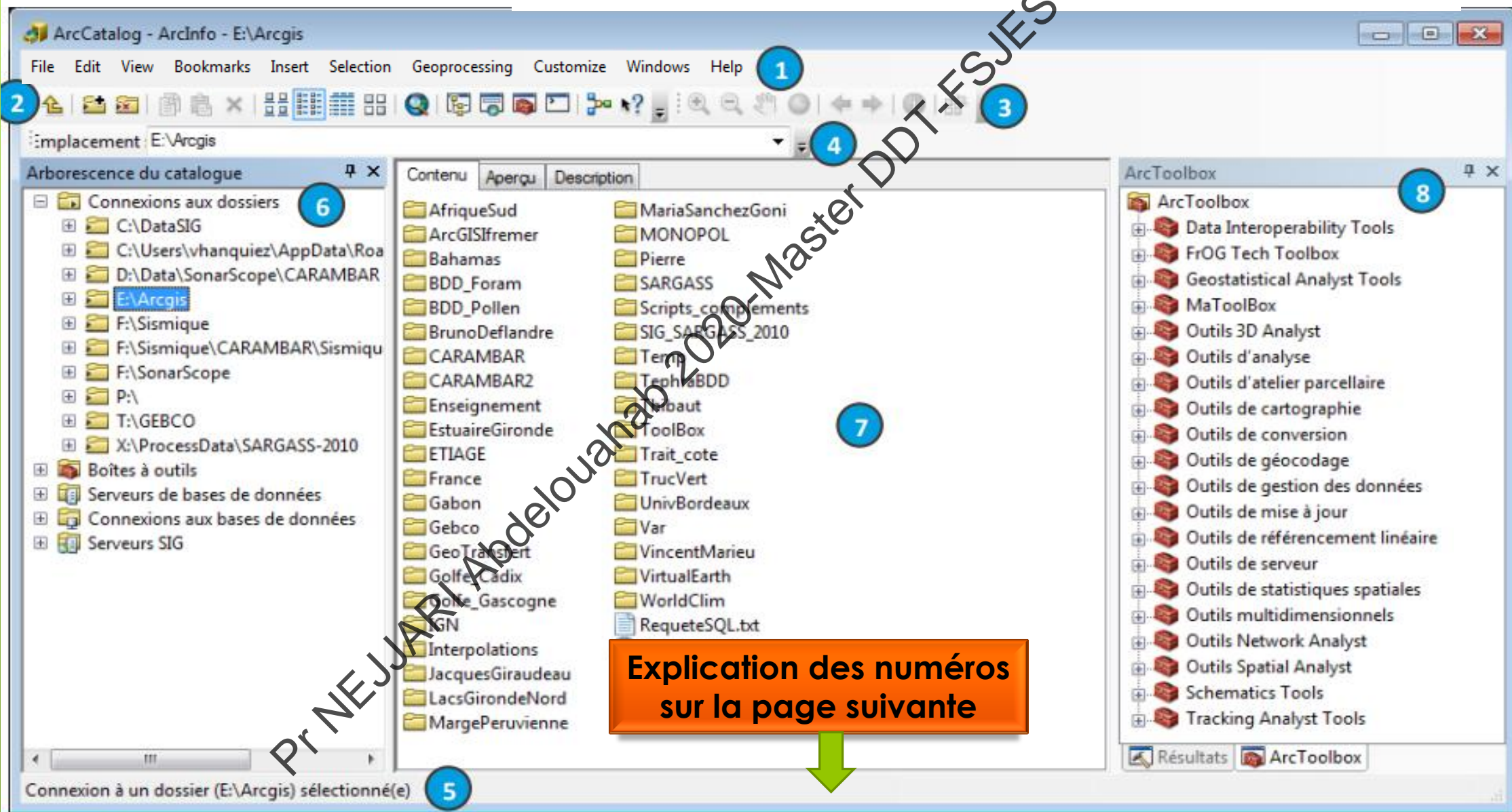
ArcObject : programmation informatique

- Se sont les éléments qui nous intéressent en premier temps dans ce module



# ARCGIS

ArcCatalog est l'application d'ArcGIS for Desktop qui va permettre de rechercher des données géographiques, d'en afficher un aperçu, et de les gérer. L'interface de l'application se présente sous la forme suivante



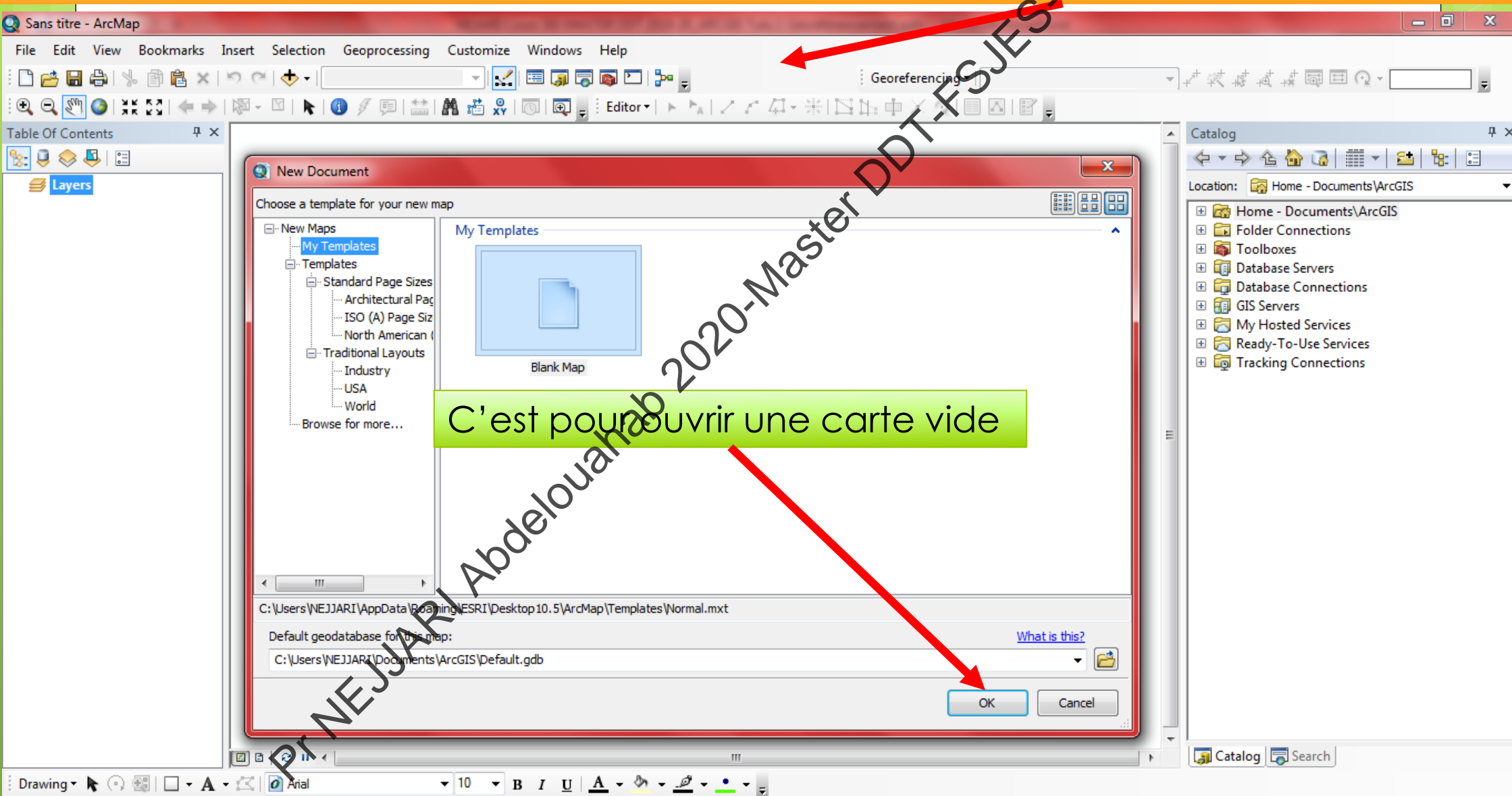
# ARCGIS


1. La **barre de Menu principal** : permet d'accéder à la majorité des fonctionnalités d'ArcCatalog.
2. La **barre d'outils Standard** : permet la connexion ou déconnexion aux dossiers, le lancement de certaines applications.
3. La **barre d'outils Géographie** : permet de se déplacer, de zoomer sur la donnée sélectionnée.
4. Le **menu Emplacement** : permet de visualiser ou de se positionner dans un emplacement du Catalogue.
5. La **barre d'état** : permet la description de l'élément, fonction ou bouton sélectionné.
6. L'**Arborescence du catalogue** : permet de parcourir l'arborescence des disques durs, du réseau.
7. La **fenêtre de visualisation** : permet de visualiser l'élément sélectionné à partir de l'arborescence du catalogue, d'en avoir un aperçu géographique ou sous la forme de données attributaires, ou d'en afficher les métadonnées.
8. La **fenêtre ArcToolbox** : permet la gestion, l'analyse, la conversion des données. L'activation de cette fenêtre s'opère à partir du menu **Géotraitement – ArcToolbox** de la barre de **Menu principal** ou à partir du bouton **ArcToolbox** de la barre d'outils **Standard**.

N.B. : Les barres d'outils sont accessibles à partir de la barre de **Menu principal** dans **Personnaliser – Barre d'outils**, ou par un clic droit sur cette dernière.



Après avoir décompresser les données dans un dossier, placez ce dossier dans un emplacement facile à trouver (bureau, Disque D...). **Conseil : Évitez de déplacer vos données.** Ensuite, procédez à l'ouverture d'ArcGis, vous allez voir cette fenêtre :



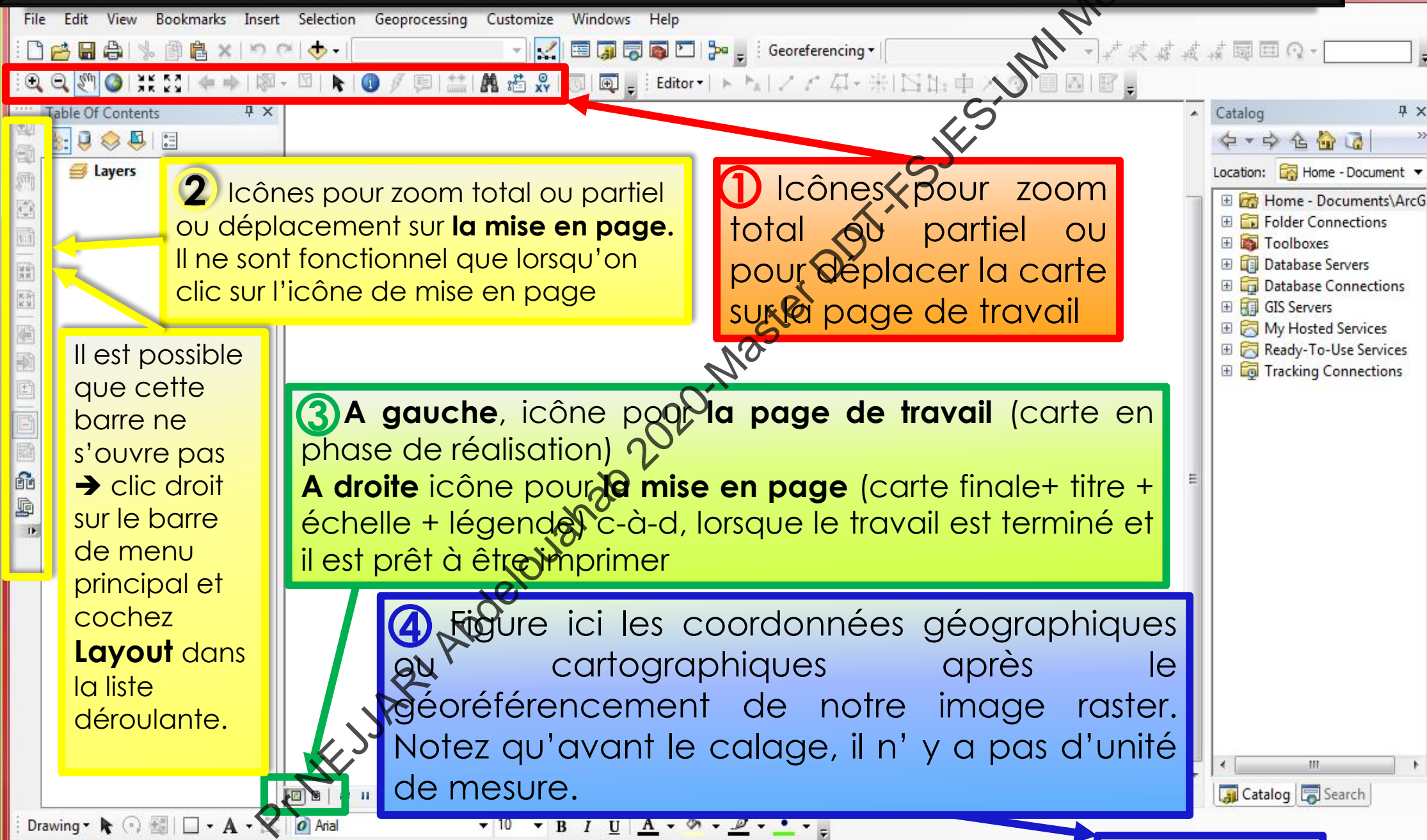
**① Fenêtre ArcCatalog: pour gérer vos dossiers en liaison avec ArcGis** → En fait, c'est comme Explorateur Windows. Il vous permet de gérer l'ensemble de fichiers et de dossiers (ouverture, recherche...). Il faut l'utiliser s'il n'apparaît pas, clic sur cette icône →  ou clic droit sur la barre de menu principal et cochez **Standard** dans la liste déroulante.

**②** C'est la fenêtre Map (carte), là où apparaîtra vos travaux cartographiques réalisés.

**③** Fenêtre des layers = calques = couches. C'est ici que vous aurez la visibilité de l'ensemble des calques réalisées.

203,402 865,5 Unknown Units

➔ Avant de commencer, vous devez connaître les fonctions suivantes :



② Icônes pour zoom total ou partiel ou déplacement sur **la mise en page**. Il ne sont fonctionnel que lorsqu'on clic sur l'icône de mise en page

① Icônes pour zoom total ou partiel ou pour déplacer la carte sur la page de travail

Il est possible que cette barre ne s'ouvre pas ➔ clic droit sur le barre de menu principal et cochez **Layout** dans la liste déroulante.

③ **A gauche**, icône pour **la page de travail** (carte en phase de réalisation)  
**A droite** icône pour **la mise en page** (carte finale+ titre + échelle + légende) c-à-d, lorsque le travail est terminé et il est prêt à être imprimé

④ Figure ici les coordonnées géographiques ou cartographiques après le géoréférencement de notre image raster. Notez qu'avant le calage, il n' y a pas d'unité de mesure.

203,402 865,5 Unknown Units



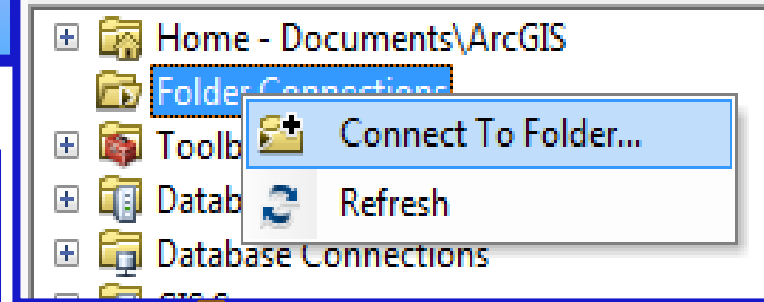
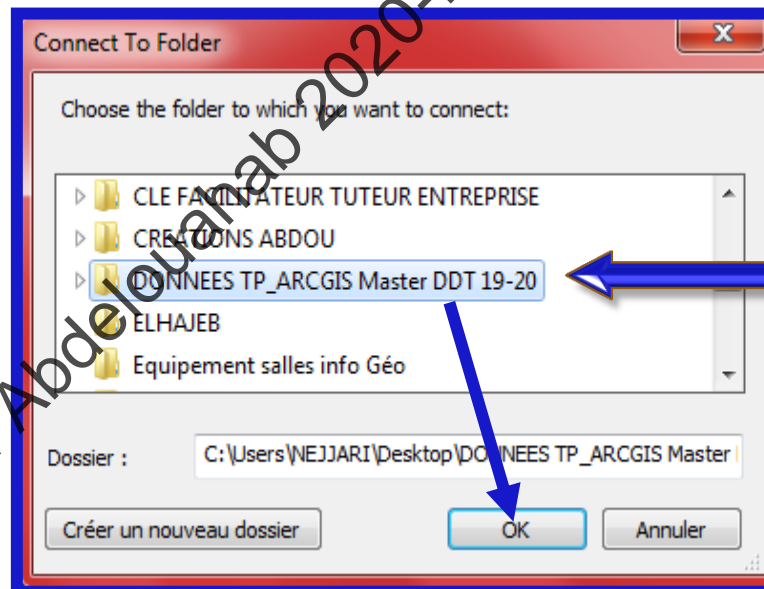
Les éléments de **Georeferencing** ne sont pas encore actif

① si elle n'est pas affichée → clic droit sur la barre de menu principal et cochez **Georeferencing** dans la liste déroulante.

En ce début d'utilisation du logiciel, voici quelques consignes à respecter scrupuleusement :

- Ne pas changer d'emplacement du dossier de données après la 1<sup>ère</sup> utilisation,
- Ne pas changer le nom ou rajouter une lettre(...) à votre dossier de travail (ou fichier) via Explorateur Windows
- Ne pas supprimer de dossiers ou des fichiers via Explorateur Windows.
- Évitez d'utiliser la langue arabe pour nommer les dossiers et fichiers.

② se connecter via Catalog à votre dossier de travail joint à ce Tuto.



➔ Que contient le dossier du travail ➔ Base de données du SIG :

① Carte raster : MEKNES ➔ 1ère étape pour géoréférencer une carte est de caler l'image raster qui servira de fond pour le dessin carte.

Folder Connections

- C:\Users\NEJJARI\Desktop\DONNEES TP\_ARCGIS Master DDT 19-20
  - CARTES RASTER ①
    - MEKNES-50000.jpg
  - CARTES VECTEUR
    - COMMUNES FES\_MEKNES\_region.shp
    - LIMITE MAROC\_region.shp
    - PROVINCES FES\_MEKNES\_region.shp
    - REGION FES MEKNES\_region.shp
    - VILLES MAROC\_point.shp
  - Communes région Fès\_Meknes.xls ③
  - Provinces région Fès\_Meknes.xls ③

② Cartes vecteur : se sont les cartes déjà dessinées (digitalisées) et qui serviront à réaliser les analyses thématiques (prochaines Tutos)

③ Tableaux Excel : base de données pour réaliser les analyses et les cartes thématiques.

## → Les étapes du géoréférencement:

1 Clic droit sur Meknès 5000.jpg

2 Clic sur Properties

**L'objectif** est de fixer la projection de l'image raster qu'on veut caler (!) **ETAPE OBLIGATOIRE)**



## → Les étapes du géoréférencement:

Ouverture de cette fenêtre

Clic sur **Edit**

**Remarquez** : aucune projection n'est détectée, c'est pourquoi il n'y a pas d'unité de mesure **ici**

Property	Value
Format	JFIF
Source Type	Generic
Pixel Type	unsigned integer
Pixel Depth	8 Bit
NoData Value	
Colormap	absent
Pyramids	level: 3, resampling: Nearest Neighbor
Compression	JPEG
Mensuration Capabilities	None
<b>Extent</b>	
Top	0,5
Left	-0,5
Right	50565
Bottom	
<b>Spatial Reference</b>	Undefined>
<b>XY Coordinate System</b>	Unknown
Linear Unit	
Angular Unit	

## Les étapes du géoréférencement:

The image shows a sequence of ArcGIS Spatial Reference Properties dialog boxes. The first dialog shows a search for 'Maroc' in the XY Coordinate System. The second dialog shows the search results, with 'Nord Maroc' selected. The third dialog shows the details for 'Nord Maroc', including the projection name 'Lambert\_Conformal\_Conic' and the linear unit 'Meter (1,0)'. The fourth dialog shows the 'Add To Favorites' button. The fifth dialog shows the 'OK' button.

**1** Vous écrivez Maroc

**2** (Search icon)

**3** Sélectionnez chaque zone et la mettre en favoris

**4** (Add To Favorites icon)

**5** (OK button)

Après **Edit**

Sont les zones d'application du système Lambert Conforme (projection conique) utilisé dans ArcGis (en degré et en km)

**Note** : Comme je l'ai expliqué lors du cours, le système de projection en km (coordonnées cartographiques) est plus utilisée car il est plus facile et plus précis sur les cartes topographiques

**Note** : Sont les détails des calculs du système de projection pour chaque zone du Maroc

Master DDT-FS JES-UMI Maroc 2020

## Les étapes du géoréférencement:

Une fois les zones sont placées dans Favorites → **sélectionnez Nord Maroc**  
**Attention** : ne pas sélectionner Nord Maroc (Degrees)

Nouvelle fenêtre pour valider le système et la zone, on confirme :

1

2

3

Property	Value
<b>Extent</b>	
Top	0,5
Left	-0,5
Right	5056,5
Bottom	-4730,5
<b>Spatial Reference</b>	<Undefined>
<b>XY Coordinate System</b>	Nord_Maroc
Linear Unit	Meter (1,000000)
Angular Unit	Grad (0,0157079632679490)
False_Easting	500000
False_Northing	300000
Central_Meridian	-6
Standard_Parallel_1	37
Scale_Factor	0,999625769
Latitude_Of_Origin	37
Datum	D_Merchich
<b>Vertical Coordinate S...</b>	
<b>Statistics</b>	



## → Les étapes du géoréférencement:

Cette fenêtre Map (carte) est prête à recevoir l'image raster → c-à-d la carte topographique MEKNES-50000.

Pour cela, on clic sur la carte Meknès JPG et on la glisse à l'intérieur de cette fenêtre Map (cadre en bleu)

Location: MEKNES-50000.jpg

- Home - Documents\ArcGIS
- Folder Connections
  - C:\Users\NEJJARI\Desktop\DONNEES TP\_ARCGIS Master DDT 19-20
    - CARTES RASTER
      - MEKNES-50000.jpg
    - CARTES VECTEUR
      - COMMUNES FES\_MEKNES\_region.shp
      - LIMITE MAROC\_region.shp
      - PROVINCES FES\_MEKNES\_region.shp
      - REGION FES MEKNES\_region.shp
      - VILLES MAROC\_point.shp
  - Communes région Fès\_Meknes.xls
  - Provinces région Fès\_Meknes.xls
- Toolboxes
- Database Servers
- Database Connections
- GIS Servers
- My Hosted Services
- Ready-To-Use Services
- Tracking Connections

511,937 1030,787 Unknown Units

## → Les étapes du géoréférencement:

Les éléments de Georeferencing sont maintenant actifs

Reconnaissance du logiciel ArcGis des trois couleurs primaires RVB (Rouge, vert, bleu)

Coordonnées cartographiques

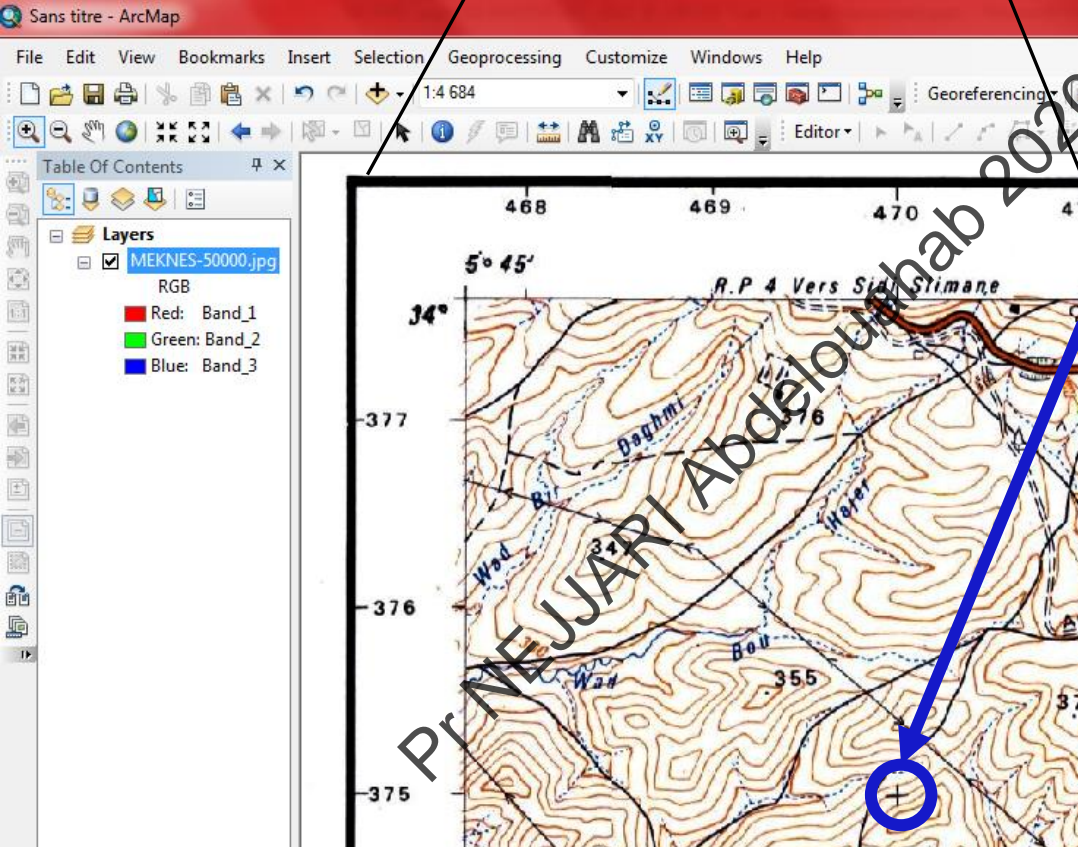
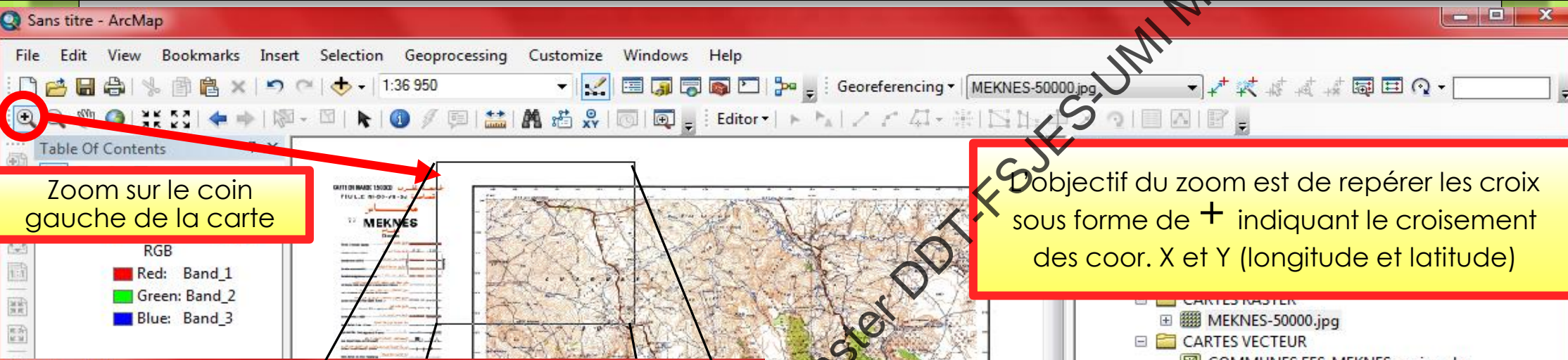
**Remarquez** : Les unités de la projection Nord Maroc sont maintenant identifiées (**en mètre**) .

**Note** : la carte est dans la zone Nord Maroc, mais pas encore localisée selon les coordonnées exactes qui se trouvent sur la cadre externe de la carte (c-à-d à Meknes)

5078,03 -1891,344 Meters

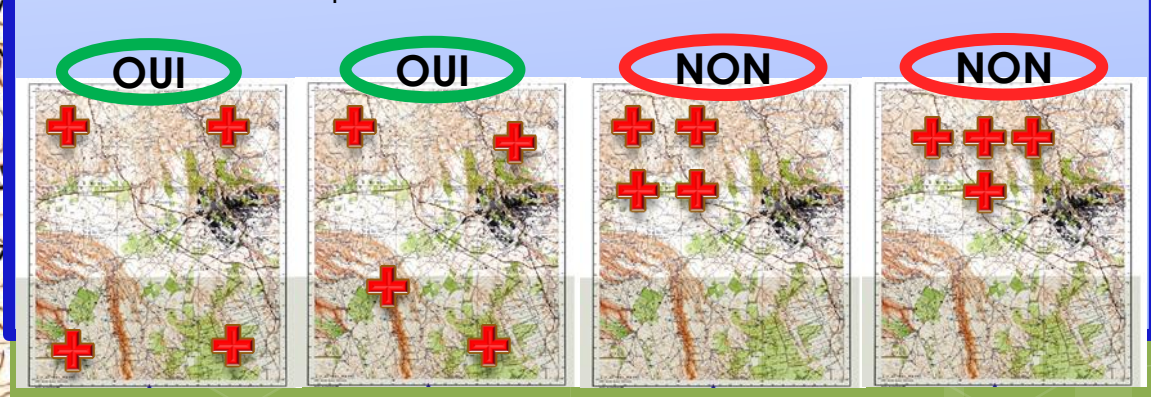


## → Les étapes du géoréférencement:



**Resultat** : le 1er point est localisé, on peut caler la carte.  
**Avant de commencer il faut savoir :**

1. Pour un calage correct, **il faut zoomer PLUS** afin que le clic du calage soit bien précis (sur le croisement de la croix +)
  2. Sur une feuille, notez les coordonnées X et Y repérées. Faites attention à ne pas mélanger entre :  
 $X = 470000 \text{ m}$  et  $Y = 375000 \text{ m}$
1. Le nombre de point à caler est au moins **quatre points**. Ils doivent être répartis sur l'ensemble de la carte





## → Les étapes du géoréférencement:

The screenshot shows the QGIS Georeferencing tool interface. The main window displays a topographic map with a grid overlay. A blue circle with the number '1' highlights a zoomed-in crosshair on the map. A red circle with the number '2' highlights the 'Add Control points' icon in the toolbar. A red circle with the number '3' highlights a context menu that appears over the crosshair, with 'Input X and Y ...' selected. A red circle with the number '4' highlights an 'Enter Coordinates' dialog box with X: 470000 and Y: 375000. A diagonal watermark reads 'Pr NEJJARI Abdelouahab 2020-Master DDT-FSJES-UMI Maroc'.

**1** Zoom sur le repère pour une meilleure précision

**2** Après avoir zoomer plus sur le repère, on clic sur l'icône **Add Control points** → (ajout points de contrôle)

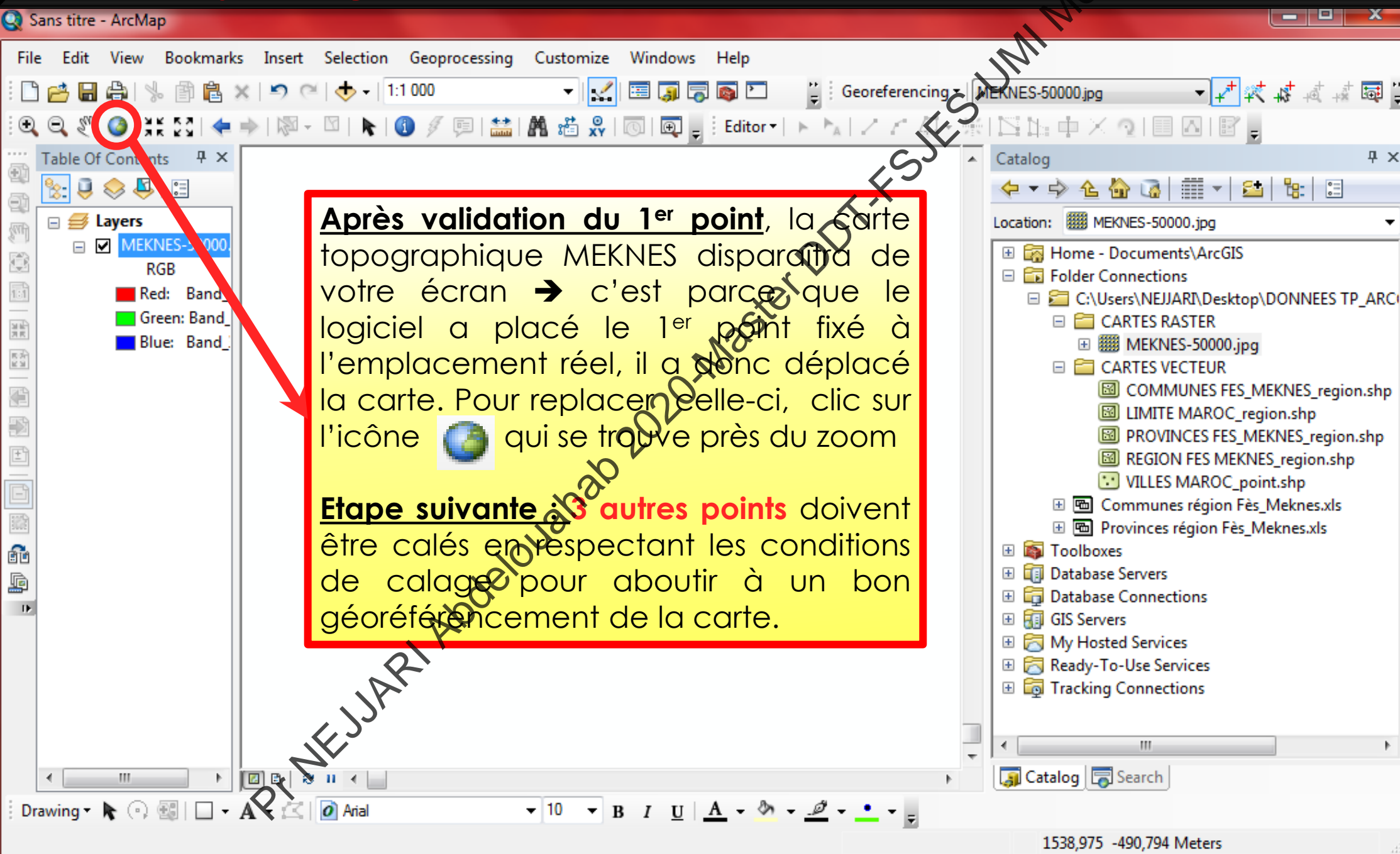
**3** on clic au milieu du repère **+** et on glisse le curseur à droite. Ensuite, un clic droit et on sélectionne **Input X and Y**


**4** Entrez les coordonnées X et Y et validez Ok pour le 1<sup>er</sup> point

Input X and Y ...  
Input X and Y  
Input X and Y ...  
Press F1 for more help.

Enter Coordinates  
X : 470000  
Y : 375000  
OK

## → Les étapes du géoréférencement:



**Après validation du 1<sup>er</sup> point**, la carte topographique MEKNES disparaîtra de votre écran → c'est parce que le logiciel a placé le 1<sup>er</sup> point fixé à l'emplacement réel, il a donc déplacé la carte. Pour replacer celle-ci, clic sur l'icône  qui se trouve près du zoom

**Etape suivante** : **3 autres points** doivent être calés en respectant les conditions de calage pour aboutir à un bon géoréférencement de la carte.


The screenshot shows the ArcMap interface with the following elements:

- Table of Contents:** Shows the 'MEKNES-50000' layer selected.
- Layers Panel:** Lists 'MEKNES-50000' with RGB bands (Red, Green, Blue).
- Georeferencing Toolbar:** Shows the 'Georeferencing' toolbar with the 'Globe' icon circled in red.
- Catalog Panel:** Shows the file structure for 'MEKNES-50000.jpg' and other related files.
- Scale:** 1:1 000.
- Status Bar:** Shows coordinates 1538,975 -490,794 Meters.



## → Les étapes du géoréférencement:

**Étape faite :** vos points de calage sont bien visibles sur la carte selon l'ordre de votre travail (1,2,3 et 4)

**Étape suivante :** Pour vérifier les points de calage et le degré des erreurs (Résidual), cliquez sur l'icône  qui fait parti de la barre d'outils Georeferencing.

Diapo suivante...



## → Les étapes du géoréférencement:

Sont les coordonnées que vous avez saisi pour le géoréférencement de votre carte

Sont les erreurs de calage. Elles varient en fonction de plusieurs causes :

- Des erreurs commises lors du calage,
- Le degré du zoom lorsque vous pointez le point de calage choisi,
- L'échelle de la carte.

Dans notre cas, il est mieux de ne pas avoir des résidus qui dépassent 10

**NOTE : Pour toute erreur, sélectionnez la ligne correspondante et supprimer avec le clavier (ou icône Delet link) et refaire le point de calage**

Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map	Residual_x	Residual_y	Residual
1	1550,352294	-599,802429	470000,000000	375000,000000	3,02039	-5,83036	6,56627
2	1558,585252	-4535,473649	470000,000000	350000,000000	-3,02322	5,83389	6,57024
3	4695,296203	-595,842976	490000,000000	375000,000000	3,02321	5,83581	6,5724
4	4701,621685	-4527,845164	490000,000000	350000,000000	-3,02504	-5,83933	6,57637

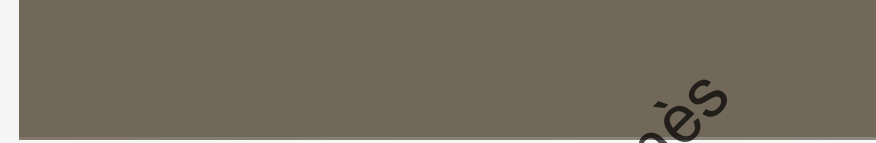


## → Les étapes du géoréférencement:

**Dernières étapes du géoréférencement :**

- 1) Il faut mettre à jour (update georeferencing). Il permet d'enlever les marques de calage (1,2,3 et 4) de la carte
- 2) Enregistrer le projet → File → Save. Donnez un nom au projet exemple : Calage Meknès Topo

**VOTRE GEOREFERENCEMENT EST TERMINE. TOUT DESSIN (point ou symbole, ligne ou polyligne, surface ou polygone) EST LOCALISABLE ET MESURABLE EN FONCTION DE SA REALITE TOPOGRAPHIQUE.**



**Chers(es) étudiants(es)**

**Le PROCHAIN TUTO concernera la mise en page de la carte calée ainsi que les éléments qui doivent figurer avec tout travail cartographique (voir cours). Aussi, vous aurez les premières étapes de mise en dessin vectoriel sous ArcGis.**

**Par ailleurs, portez vous bien et restez chez vous. Pour ceux ou celles qui travaillent à l'extérieur, protégez vous.**

**(S'il y a des questions, n'hésitez pas à me laisser un mail)**

**Pr NEJJARI Géographie FLSH/FSJES-Master DDT - 2020**