
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene



MASTER 1 BIG DATA ANALYTICS
FACULTÉ D'INFORMATIQUE

GÉOTRAITEMENTS DANS ARCGIS : **MODÈLE DE TRAITEMENTS OU «** **MODELBUILDER »**

Table des matières

Table des figures	3
1 Géotraitements dans les Systèmes d'Information Géographique :	5
1.1 Qu'est ce que le géotraitement ?	5
1.2 Système d'Information Géographique	5
1.3 Qu'est ce que ArcGIS :	6
1.4 Définition d'un Modèle de traitements	6
1.5 ArcGIS ModelBuilder	7
1.6 Les composants d'un modèle de traitements	7
1.7 Intérêt d'un modèle de traitement dans le processus d'analyse :	9
2 Création d'un modèle de traitements sous ArcGIS	10
2.1 Exemple 1 : Élaboration d'une carte des pentes (d'exposition) à partir d'une image raster :	10
2.1.1 Définition :	10
2.1.2 Etapes d'élaboration d'une carte des pentes :	10
2.1.3 Elaboration de la carte des pentes en utilisant ModelBuilder	11
2.2 Exemple 2 : Création d'un ModelBuilder qui fait l'extraction d'un mo- dèle hydrographique à partir d'une image raster en utilisant le langage python	27

Table des figures

1.1	Système d'Information Géographique	6
1.2	Classification des éléments d'un modèle de traitement	8
1.3	Schéma représentant un Modèle de traitement.....	8

Introduction générale

ArcGIS ModelBuilder est un outil visuel de modélisation intégré dans le logiciel de SIG ArcGIS d'Esri. Il permet de créer des modèles de géotraitement, c'est-à-dire des séquences d'opérations de traitement de données géospatiales. Les utilisateurs peuvent simplement glisser-déposer les outils de géotraitement dans un espace de travail, les connecter en fonction de l'ordre des opérations et des entrées/sorties de données pour créer le modèle.

Le géotraitement est un processus essentiel dans les SIG, qui permet de réaliser des opérations sur des données géographiques pour obtenir des informations utiles. Les tâches pouvant être accomplies par le géotraitement sont nombreuses, telles que la conversion de formats de fichiers, le traitement de données raster ou vectorielles, la manipulation de données spatiales en 3D, etc.

L'utilisation d'ArcGIS ModelBuilder pour effectuer le géotraitement facilite le traitement de grands volumes de données géospatiales, qui peuvent être longs et fastidieux s'ils sont réalisés manuellement. Les modèles peuvent être partagés et réutilisés entre les utilisateurs, ce qui en fait un outil précieux pour les entreprises et les organisations travaillant avec des données géographiques.

Dans cet exposé, nous explorerons le ModelBuilder et son utilisation pour automatiser des tâches de géotraitement dans ArcGIS. Nous verrons comment créer des modèles personnalisés, les sauvegarder. Enfin, nous examinerons quelques exemples de modèles qui peuvent être utilisés pour résoudre des problèmes communs de géotraitement dans ArcGIS.

Géotraitements dans les Systèmes d'Information Géographique :

1.1 Qu'est ce que le géotraitement ?

Le géotraitement, également connu sous le nom de **géoanalyse** ou d'**analyse spatiale**, est un processus qui consiste à manipuler et à analyser des données géographiques pour obtenir des informations significatives et des connaissances sur l'environnement géographique. Il fait référence à l'ensemble des techniques et des méthodes utilisées pour collecter, gérer, analyser et visualiser les données spatiales.

Le géotraitement implique généralement l'utilisation de logiciels SIG (Système d'Information Géographique) et d'outils spécialisés pour effectuer des opérations telles que la superposition de couches de données, la recalcul, l'extraction de valeurs, la modélisation et l'analyse de données spatiales. Ces opérations permettent de répondre à des questions spécifiques sur les relations et les patterns spatiaux, et d'extraire des informations utiles pour la prise de décision dans divers domaines tels que la planification urbaine, la gestion des ressources naturelles, la prévention des catastrophes, la santé publique, etc.

1.2 Système d'Information Géographique :

Un Système d'Information Géographique (SIG) est un système informatique conçu pour stocker, gérer, analyser et visualiser des données géographiques. Les données géographiques peuvent inclure des informations sur les emplacements, les limites, les caractéristiques physiques et les phénomènes naturels ou artificiels présents sur la surface de la Terre.

Les SIG permettent aux utilisateurs de cartographier, d'analyser et de présenter ces données sous forme de cartes et d'autres types de visualisations, ce qui peut aider à la prise de décisions dans de nombreux domaines tels que l'aménagement du territoire, la gestion de l'environnement, les transports, les services publics, l'agriculture, la géologie, la sécurité, etc.

Il est également très utilisé pour des applications plus spécialisées, telles que la cartographie des océans, la modélisation de l'écoulement des eaux souterraines, la gestion des catastrophes, la planification de la conservation de la faune et de la flore. Parmi les

SIG les plus répandus on cite : ArcGIS, QGIS, MapInfo, GeoServer..



FIGURE 1.1 – Système d'Information Géographique :

1.3 Qu'est ce que ArcGIS :

ArcGIS est système d'information géographique (SIG) développé par la société Esri (Environmental Systems Research Institute), Il s'agit d'un logiciel de cartographie et d'analyse spatiale permettant plusieurs opérations dans de nombreux domaines tels que l'environnement, l'aménagement du territoire, les services publics, l'industrie, l'agriculture, la gestion des ressources naturelles, etc. Il permet de créer, de gérer, d'analyser et de visualiser des données géographiques. Avec ArcGIS, il est possible de créer des cartes interactives, des graphiques et des tableaux de données géographiques, d'analyser les données spatiales pour identifier des modèles, des tendances et des relations, de gérer des bases de données géographiques pour stocker et organiser des informations géographiques, de partager et publier des cartes et des données géographiques sur le web ou sur un réseau local, et de collaborer avec d'autres utilisateurs en temps réel pour élaborer des projets géographiques communs.

1.4 Définition d'un Modèle de traitements

Un modèle de traitements, dans le contexte du géotraitement ou de l'analyse spatiale, fait référence à une représentation formelle d'un processus ou d'une série d'opérations effectuées sur des données géographiques pour atteindre un objectif spécifique. Il s'agit d'une structure logique qui définit l'ordre et les étapes des opérations à effectuer sur les données spatiales afin d'obtenir un résultat souhaité.

Un modèle de traitements peut être créé à l'aide de langages de programmation dédiés, tels que Python ou R, ou avec des environnements de modélisation graphique disponibles dans certains logiciels SIG, comme ModelBuilder dans ArcGIS. Il peut inclure des opérations telles que la sélection, le filtrage, l'agrégation, la transformation, l'analyse statistique, la modélisation géostatistique, la création de cartes, etc.

L'avantage d'utiliser un modèle de traitements est qu'il permet de reproduire facilement des analyses complexes et de les appliquer à de nouvelles données. Il permet également de documenter et de communiquer clairement les étapes d'analyse.

1.5 ArcGIS ModelBuilder

ModelBuilder est un environnement graphique de création de modèles de traitements dans le logiciel ArcGIS. Il permet aux utilisateurs de construire des workflows complexes en utilisant une interface visuelle intuitive plutôt que de devoir écrire du code.

Il permet de :

- Paramétrer les outils
- Définir les propriétés du diagramme et du modèle
- Sauvegarder le modèle et l'exécuter
- Éditer et changer le modèle selon vos besoins
- Utiliser l'environnement du géotraitement

1.6 Les composants d'un modèle de traitements

- **Outils** : les outils constituent la structure de base des workflows d'un modèle. Ils effectuent différentes opérations sur des données géographiques ou tabulaires. Lorsqu'ils sont ajoutés à un modèle, ils deviennent des éléments de modèle.
- **Variables** : les variables sont des éléments du modèle qui détiennent une valeur ou une référence aux données stockées sur le disque. Il existe deux types de variables :
 - **Données** : les variables de données sont des éléments du modèle qui contiennent des informations descriptives relatives aux données stockées sur disque. Les propriétés des données décrites dans une variable de données comprennent des informations de champ, de référence spatiale et de chemin d'accès.
 - **Valeurs** : les variables de valeur sont des éléments, tels que des chaînes, des nombres, des booléens (valeurs true/false), des références spatiales, des unités linéaires ou des étendues. Elles peuvent tout contenir sauf des références à des données sur disque.
- **Connecteurs** : les connecteurs relient des données et des valeurs aux outils. Les flèches des connecteurs indiquent la direction du traitement. Il existe quatre types de connecteurs :
 - **Données** : les connecteurs de données connectent des données et des variables de valeur aux outils.
 - **Environnement** : les connecteurs d'environnement connectent une variable contenant un paramètre d'environnement (données ou valeur) à un outil. Lorsque l'outil est exécuté, il utilise le paramètre d'environnement.
 - **Pré-condition** : les connecteurs de pré-condition connectent une variable à un outil. L'outil s'exécute seulement une fois le contenu de la variable de pré-condition créée.
 - **Feedback** : les connecteurs de feedback connectent en tant qu'entrée la sortie d'un outil au même outil.

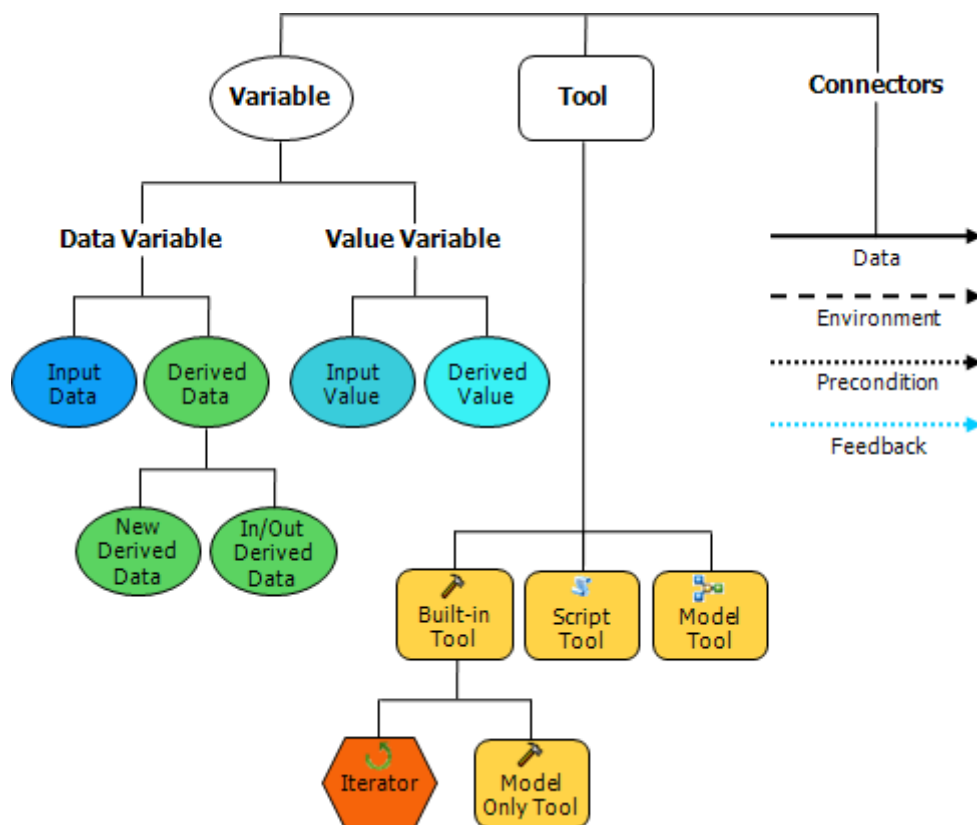


FIGURE 1.2 – Classification des éléments d'un modèle de traitement

On appelle **Processus** un ensemble d'éléments, on peut lancer un seul processus à la fois ou tous en même temps, voici une schématisation d'un modèle de traitement :

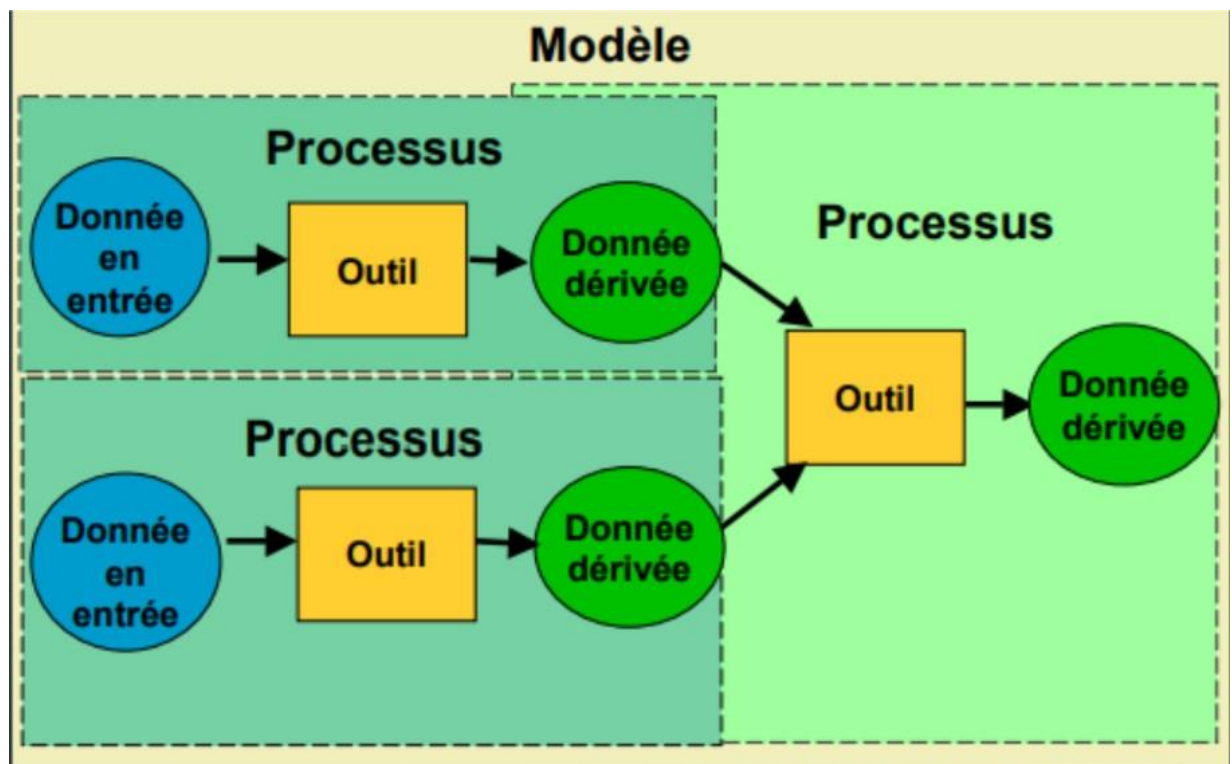


FIGURE 1.3 – Schéma représentant un Modèle de traitement

1.7 Intérêt d'un modèle de traitement dans le processus d'analyse :

Un modèle de traitement est un outil essentiel dans le processus d'analyse car il permet d'automatiser et de rationaliser le traitement des données.

Voici quelques-uns des principaux intérêts d'un modèle de traitement dans le processus d'analyse :

- **Efficacité :**

Les modèles de traitement automatisent les tâches répétitives, ce qui permet d'économiser du temps et des ressources.

- **Consistance :**

Les modèles de traitement suivent des règles et des algorithmes prédéfinis, ce qui garantit une cohérence dans le traitement des données. Cela élimine les erreurs humaines et les biais potentiels qui peuvent survenir lors d'un traitement manuel.

- **Scalabilité :**

Les modèles de traitement sont conçus pour être évolutifs, ce qui signifie qu'ils peuvent traiter de grandes quantités de données sans compromettre leurs performances.

Création d'un modèle de traitements sous ArcGIS

2.1 Exemple 1 : Élaboration d'une carte des pentes (d'exposition) à partir d'une image raster :

2.1.1 Définition :

Une carte de pentes est une carte qui représente les différentes inclinaisons de terrain d'une région spécifique. Elle utilise des couleurs ou des hachures pour indiquer les différentes pentes, du plat aux pentes les plus abruptes, généralement exprimées en pourcentage ou en degrés. Cette carte peut être utilisée pour la planification des projets de construction, la gestion des ressources naturelles, la prévention des catastrophes naturelles telles que les glissements de terrain, la modélisation du drainage et de l'érosion, ainsi que pour la cartographie de la végétation et des habitats naturels

2.1.2 Etapes d'élaboration d'une carte des pentes :

Pour établir une carte de pentes à partir d'images raster, il est nécessaire d'utiliser un logiciel de SIG (Système d'Information Géographique) qui dispose de l'outil de calcul de pente et suivre les étapes suivantes :

- Importez votre image raster dans le logiciel SIG
- Vérifiez si votre image a des coordonnées spatiales ou si elle a besoin d'être géoréférencée
- Créez une nouvelle couche de carte pour la pente
- Utilisez l'outil de calcul de pente pour calculer la pente de chaque cellule de l'image raster
- Spécifiez les unités de mesure que vous souhaitez utiliser pour la pente (pourcentage, degrés, etc.).
- Définissez la plage de valeurs de pente à utiliser pour les classes de couleurs ou de hachures sur la carte
- Ajoutez une légende pour indiquer la signification des couleurs ou des hachures utilisées
- Ajoutez des symboles pour indiquer les points clés tels que les sommets de montagne, les vallées, les cours d'eau, etc

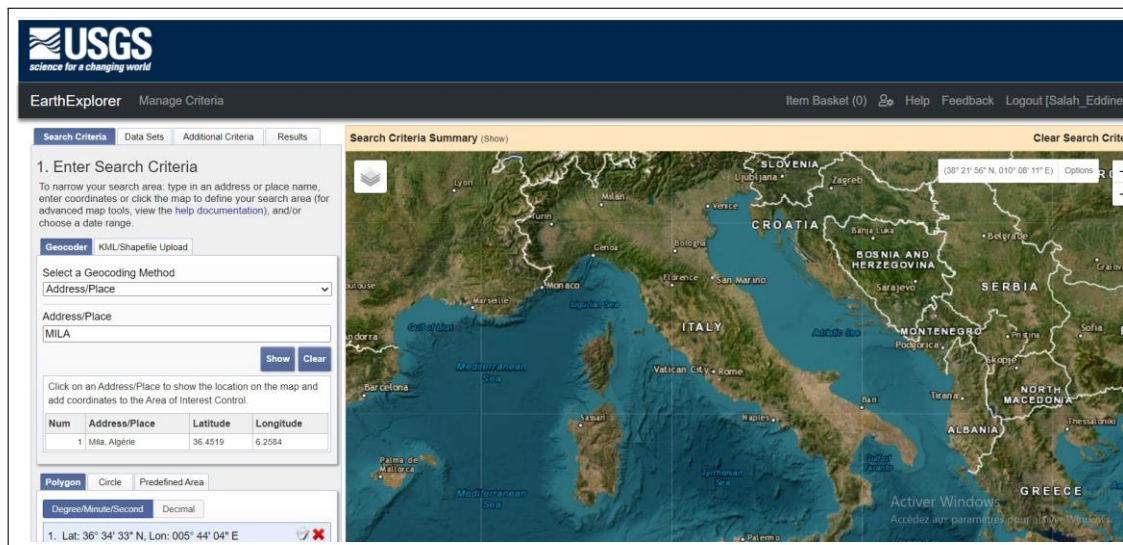
- Exportez votre carte de pentes sous forme d'image ou de fichier PDF.

La manière dont un logiciel calcule une carte de pentes à partir d'images raster :

- Le logiciel analyse les données de hauteur contenues dans l'image raster pour chaque pixel, en utilisant les valeurs de pixel pour déterminer l'élévation relative de chaque point.
- En utilisant les valeurs de hauteur, le logiciel calcule les pentes pour chaque pixel en comparant l'élévation de chaque pixel à celle de ses voisins les plus proches
- Le logiciel applique ensuite une symbologie à la carte pour représenter les différentes pentes. Les zones avec une faible pente peuvent être représentées en vert, tandis que les zones avec une pente élevée peuvent être représentées en rouge ou en orange.
- Enfin, le logiciel peut permettre à l'utilisateur de personnaliser la carte en ajustant les couleurs et les intervalles de pentes représentées sur la carte

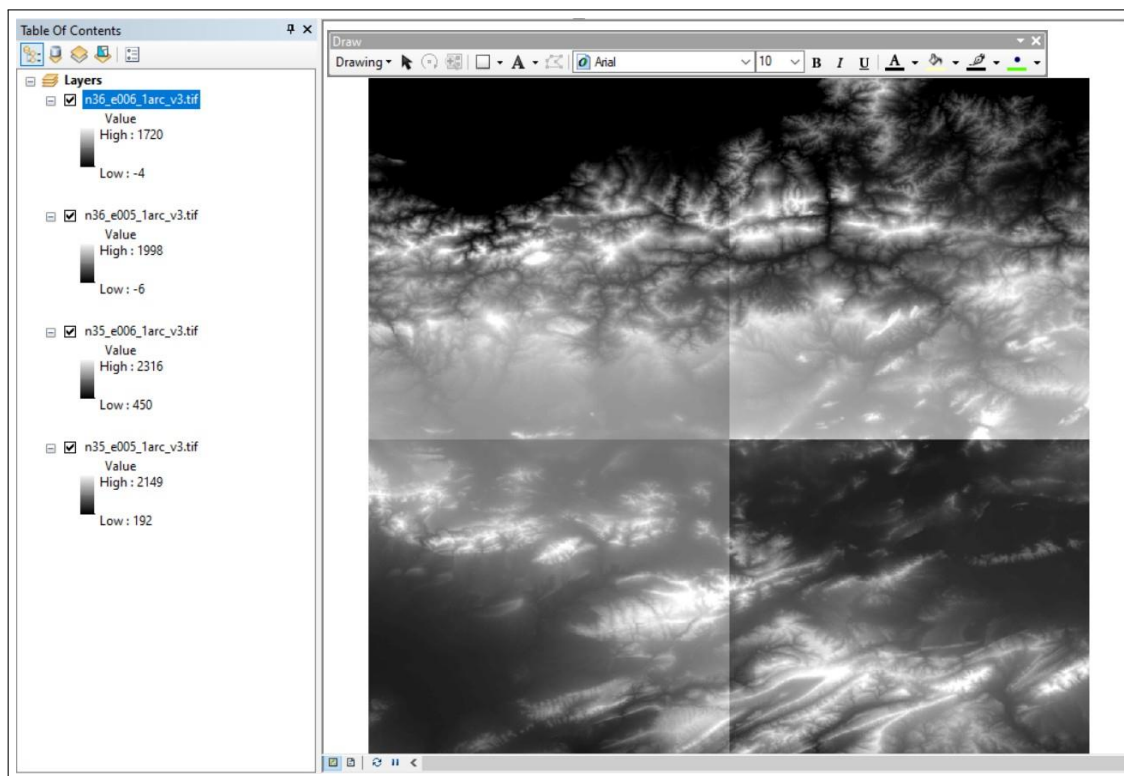
2.1.3 Elaboration de la carte des pentes en utilisant ModelBuilder

- Pour obtenir les images raster on va utiliser le site USGS.

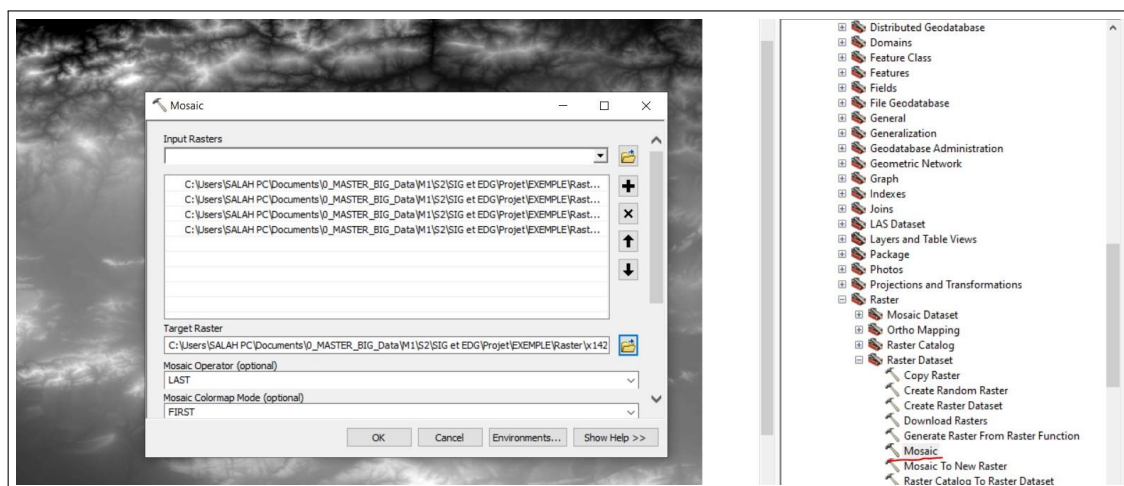


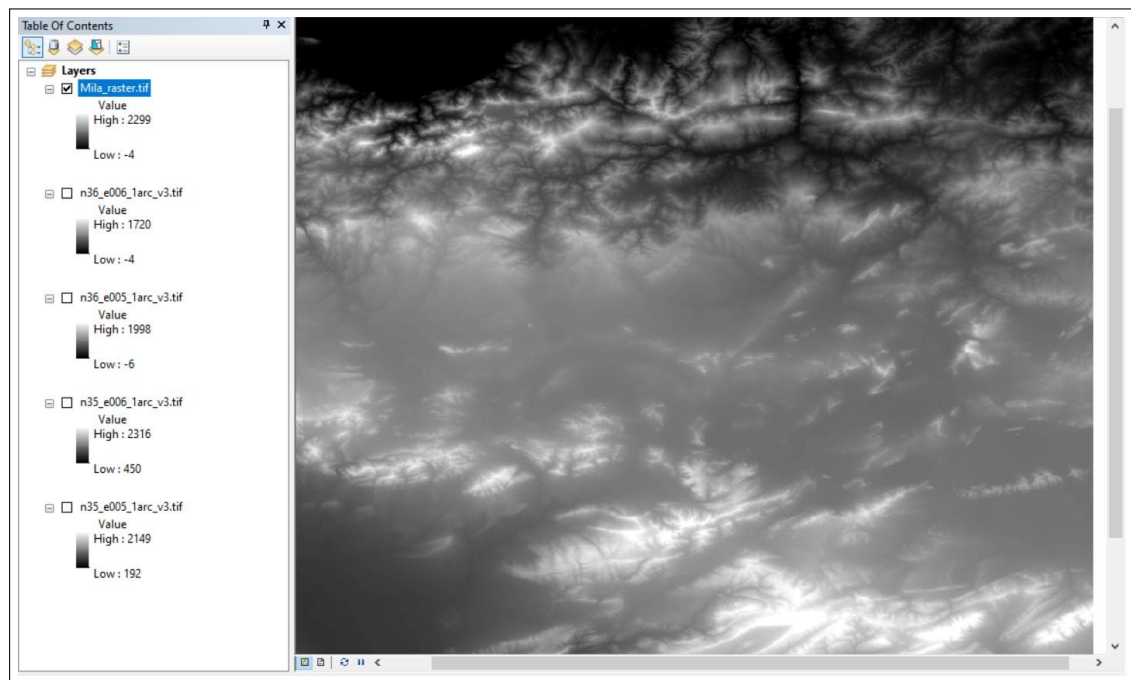
- D'abord on doit préciser la zone d'étude (Wilaya de mila)

— Ouvrir les images dans ArcMap :

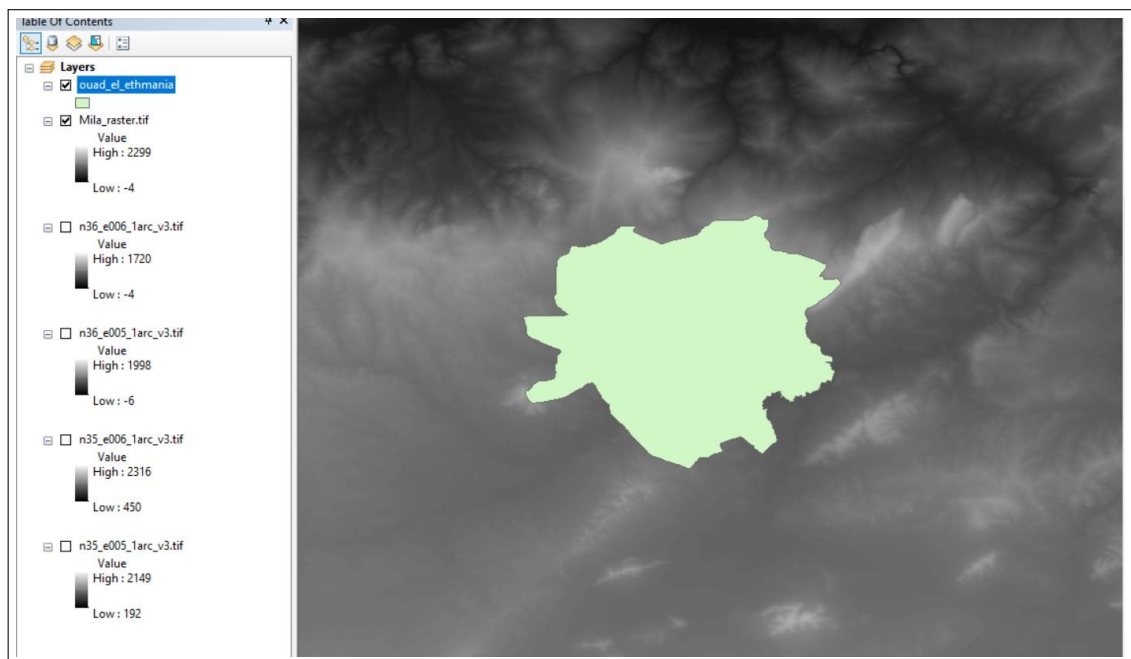


— Fusion d'images en une seule image en utilisant toolbox (Data management tools » Raster » Raster Dataset » Mosaic) :

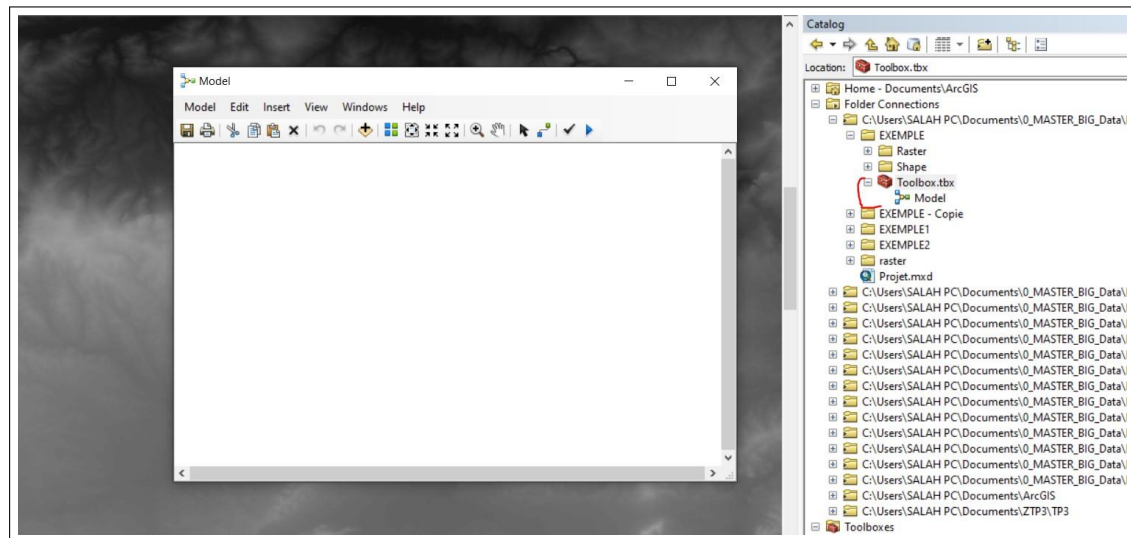




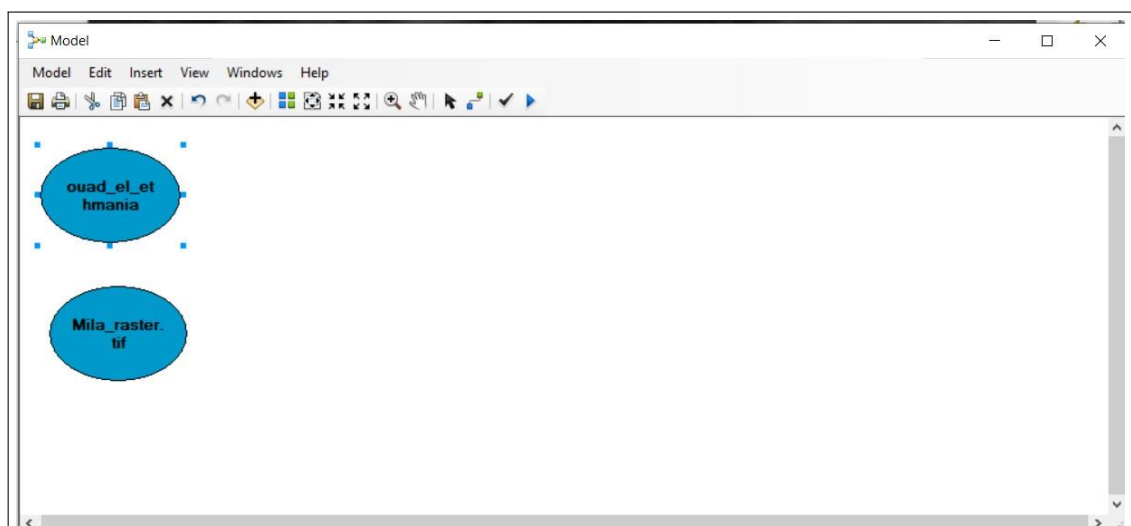
— Importer le shape file du zone d'étude "Commune Ouad el ethmania " :



— Ajouter un Toolbox et créer le model :

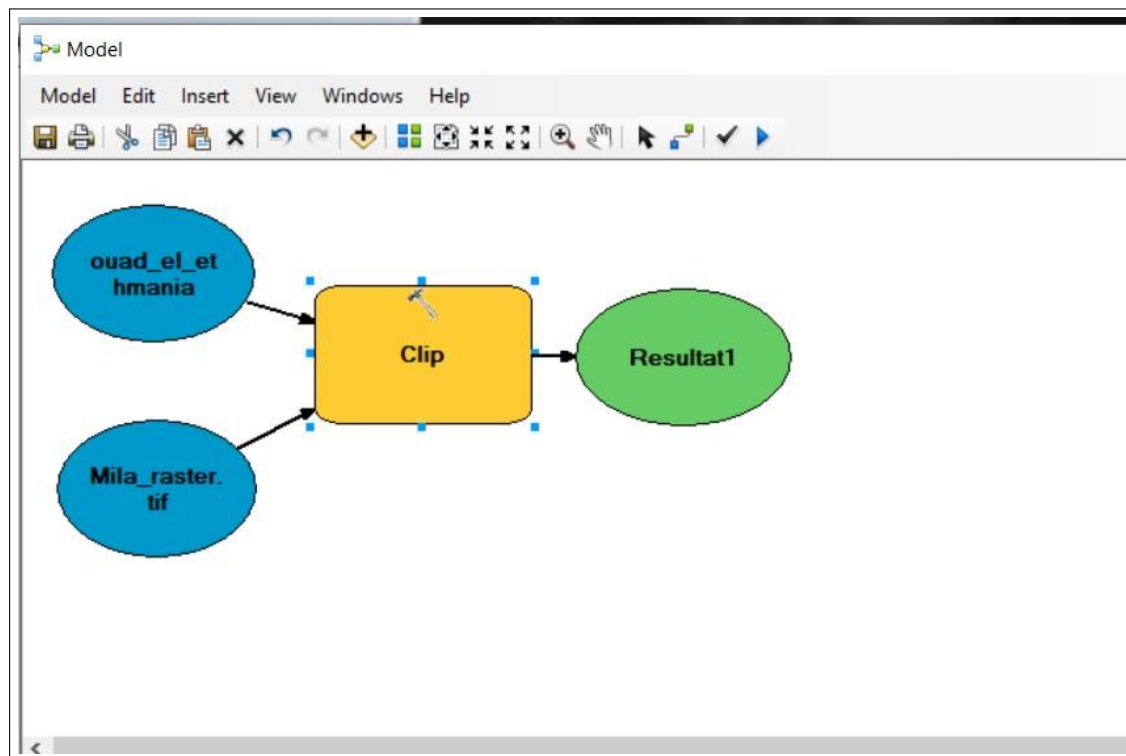


— Déterminer les données en entré du modèle :

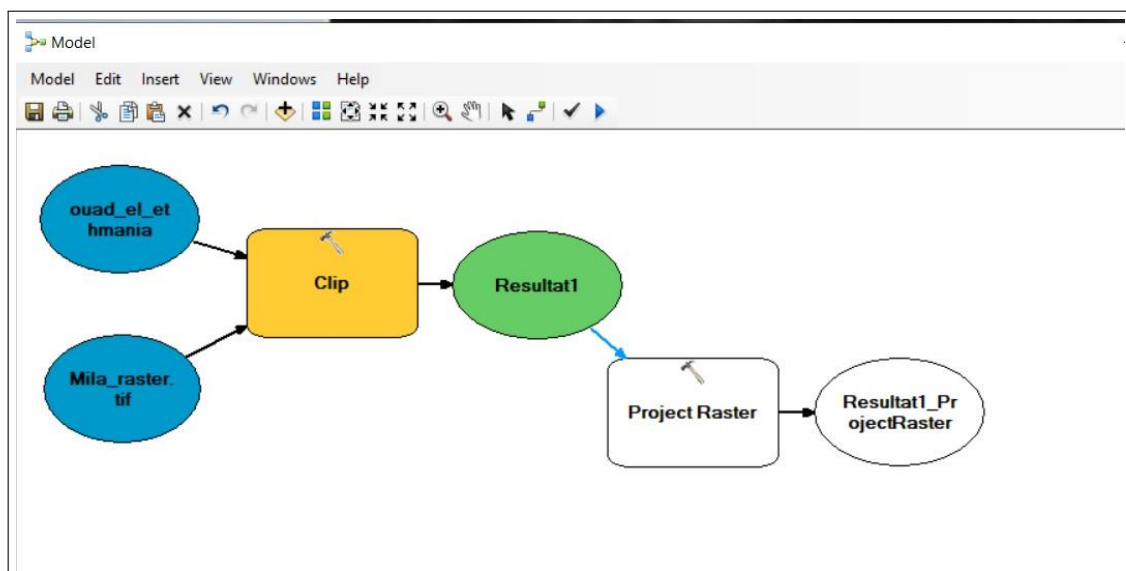


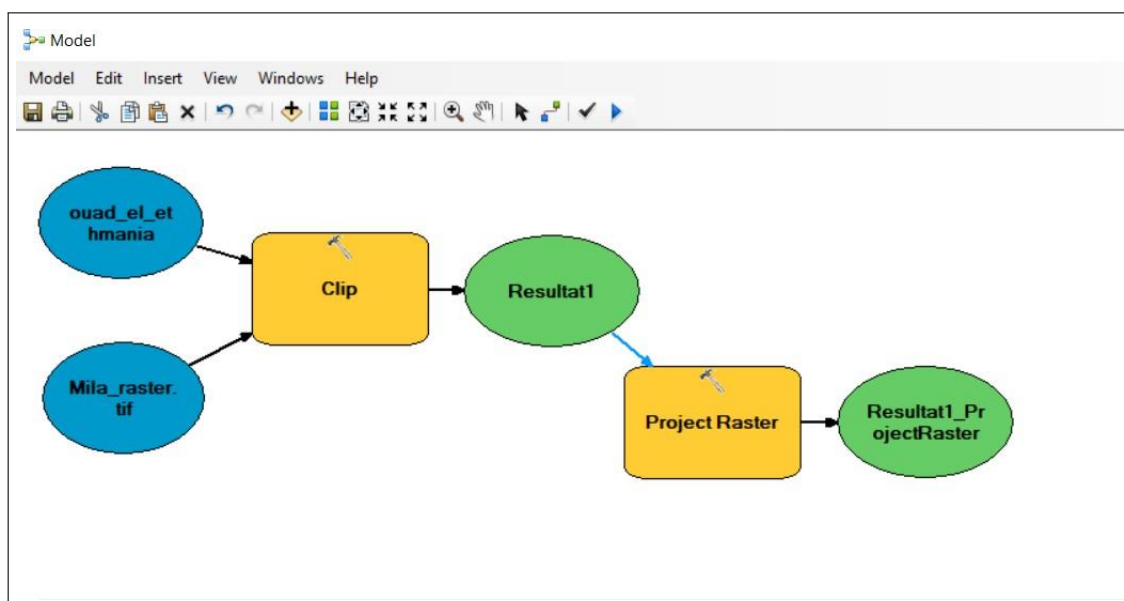
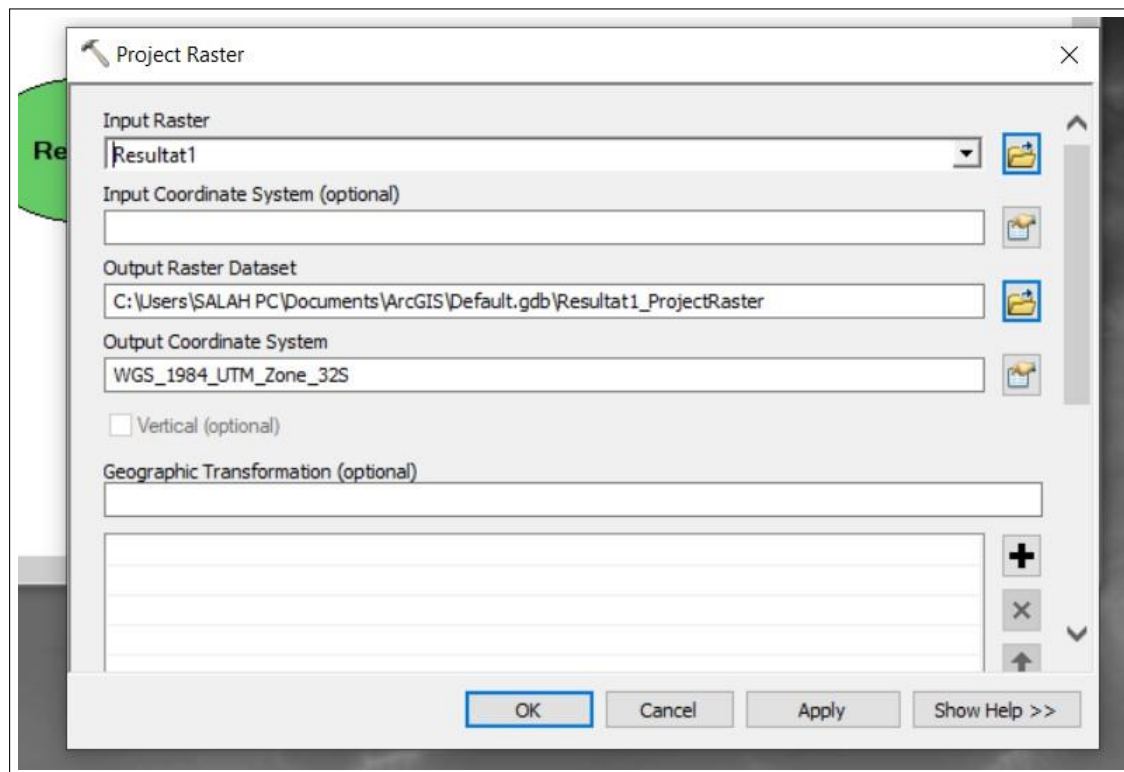
— Découper la zone d'étude à partir du raster :

Clip : permet de découper un raster ou un vecteur en fonction d'une zone d'intérêt définie par l'utilisateur. Les pixels ou les entités situés en dehors de la zone d'intérêt sont supprimés.



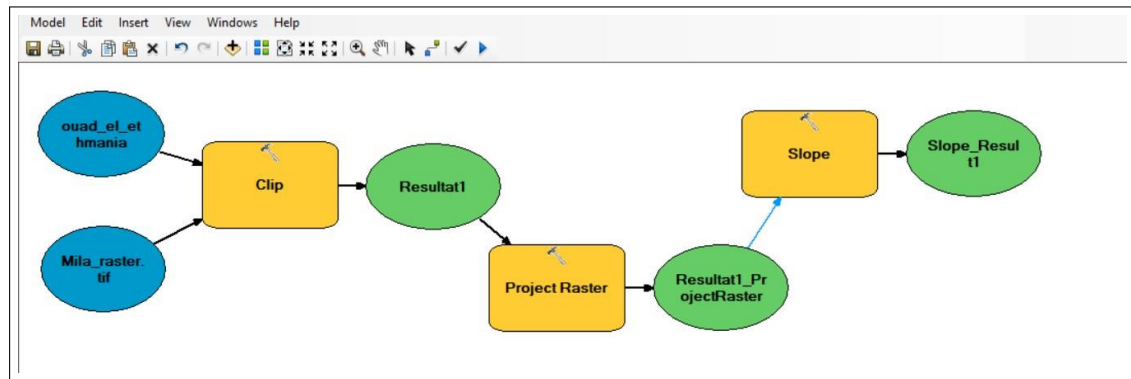
— Projeter le raster dans le système de coordonnées (WGS_1984_UTM_Zone_32S)
Project Raster : permet de projeter un raster dans un système de coordonnées différent. Ce processus permet de corriger la déformation des données et de les aligner avec d'autres couches d'information.





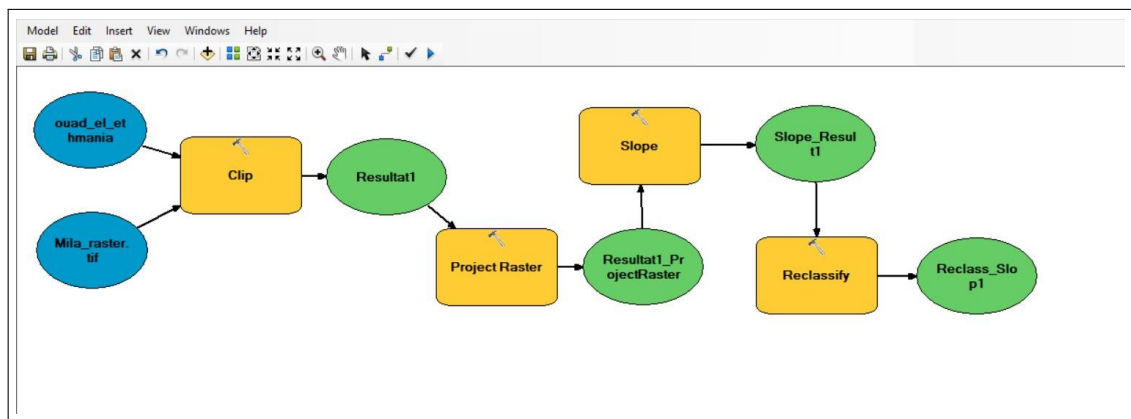
— Calculer la pente de chaque cellule du raster :

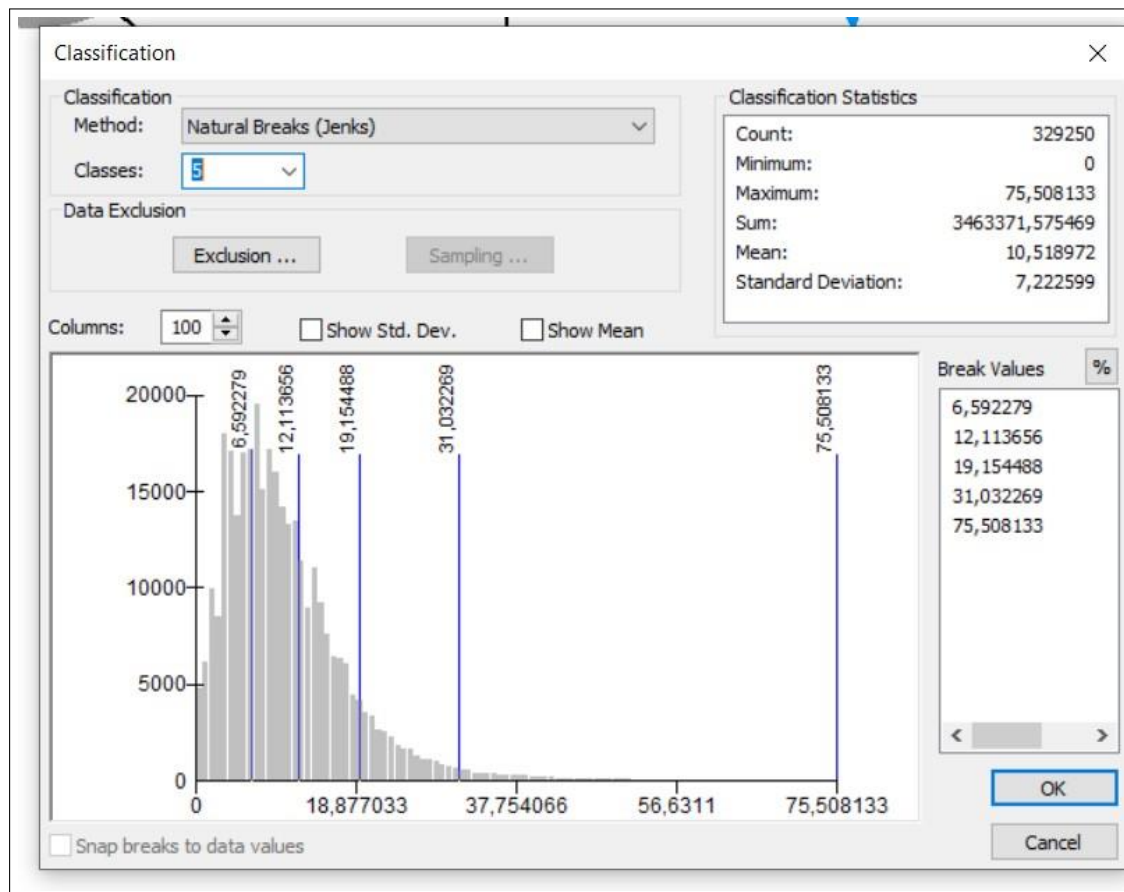
Slope : permet de calculer la pente de chaque cellule d'un raster, en pourcentage ou en degrés. Cette information peut être utilisée pour la planification de projets d'aménagement du territoire, la gestion des ressources naturelles, la prévention des catastrophes naturelles, etc.



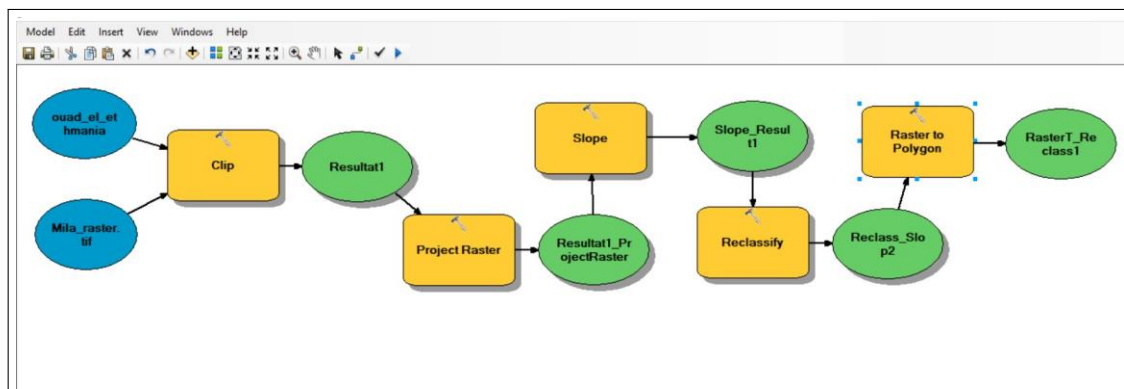
— Reclasser les valeurs des pentes :

Reclassify : permet de reclasser les valeurs d'un raster en fonction de seuils prédéfinis par l'utilisateur. Cette fonction est souvent utilisée pour créer des cartes thématiques à partir de données continues.





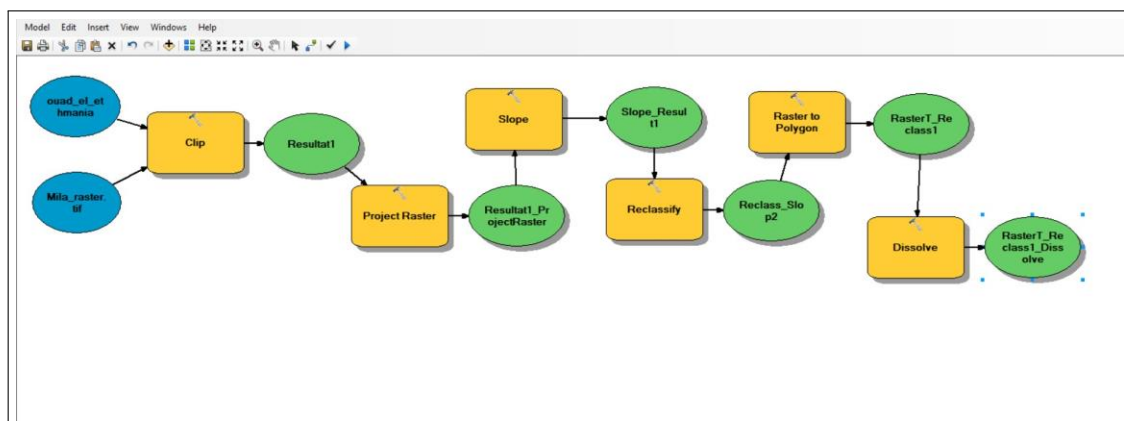
— Convertir le raster en un vecteur de polygones (pour le calcul de surface) :
 Raster to Polygon : permet de convertir un raster en un vecteur de polygones. Cette fonction peut être utile pour effectuer des analyses spatiales avancées telles que la combinaison de différentes couches d'information.



— Fusionner les polygones en un seul polygone, en fonction du variable attributive "grid code".
 Dissolve : permet de fusionner des polygones en un seul polygone, en fonction d'une variable attributive commune. Cette fonction est souvent utilisée pour agréger des données administratives telles que les limites des communes ou des régions.

Table						
RasterT_Reclass1						
OBJECTID*	Shape*	Id	gridcode	Shape Length	Shape Area	
1	Polygon	1	2	114,021997	812,563487	
2	Polygon	2	2	171,032995	1625,126974	
3	Polygon	3	2	106,889933	520,350104	
4	Polygon	4	3	114,021997	812,563487	
5	Polygon	5	4	285,054992	4062,817434	
6	Polygon	6	3	171,032995	1625,126974	
7	Polygon	7	2	285,054992	3250,253947	
8	Polygon	8	2	342,065991	5687,944407	
9	Polygon	9	3	562,977921	9230,411737	
10	Polygon	10	3	483,932111	6221,189195	
11	Polygon	11	3	106,889933	520,350104	
12	Polygon	12	2	228,043994	3250,253947	
13	Polygon	13	1	171,032995	1625,126973	
14	Polygon	14	3	313,834403	5823,649335	
15	Polygon	15	3	114,021997	812,563487	
16	Polygon	16	3	154,874354	1133,696919	
17	Polygon	17	1	259,560254	2680,354643	
18	Polygon	18	2	114,021997	812,563487	
19	Polygon	19	3	154,874	1133,690719	
20	Polygon	20	4	154,874	1133,690719	
21	Polygon	21	2	106,890743	520,356303	
22	Polygon	22	2	114,021997	812,563487	
23	Polygon	23	2	171,032995	1625,126973	
24	Polygon	24	3	520,439099	10223,153638	
25	Polygon	25	1	114,021997	812,563487	
26	Polygon	26	3	228,043994	2437,69046	
27	Polygon	27	4	171,032995	1625,126974	
28	Polygon	28	2	858,327369	16446,175471	
29	Polygon	29	3	114,021997	812,563487	
30	Polygon	30	2	114,021997	812,563487	
31	Polygon	31	2	107,548041	556,337351	
32	Polygon	32	4	154,874354	1133,696919	
33	Polygon	33	3	114,021997	812,563487	
34	Polygon	34	2	114,021997	812,563487	
35	Polygon	35	2	429,234956	7922,872157	
36	Polygon	36	4	285,054992	4062,817434	
37	Polygon	37	2	171,032995	1625,126973	

(0 out of 22105 Selected)



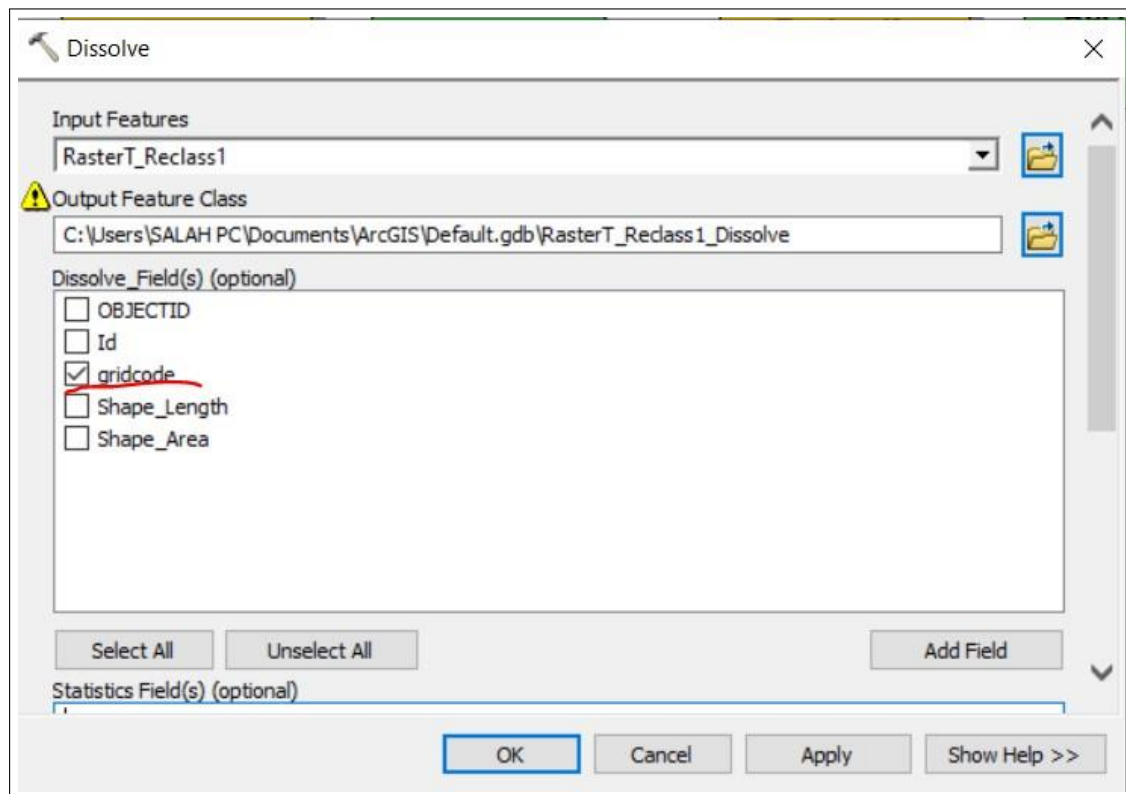
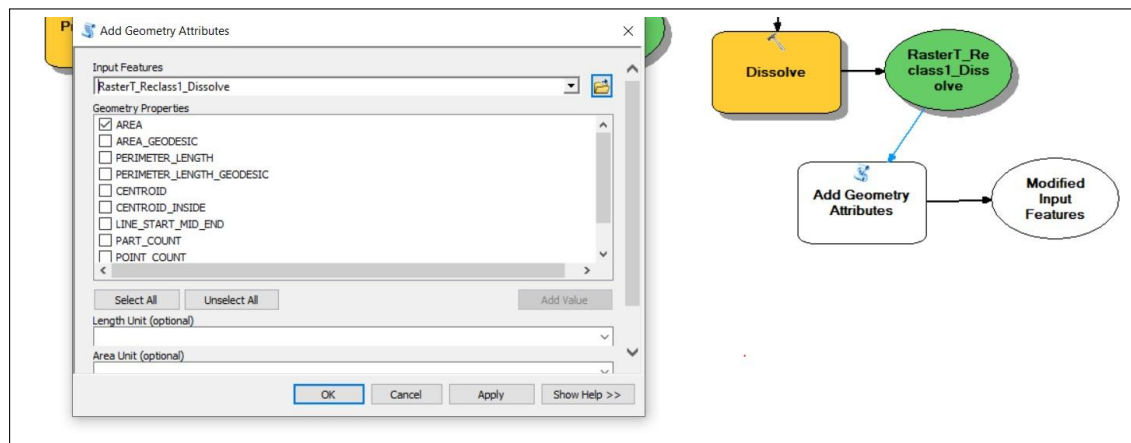


Table					
RasterT_Reclass1_Dissolve					
	OBJECTID *	Shape *	gridcode	Shape Length	Shape Area
▶	1	Polygon	1	2378170,483072	88675139,337202
	2	Polygon	2	4171211,920621	91670534,943103
	3	Polygon	3	2893860,818092	59444309,117813
	4	Polygon	4	1116536,851692	22970893,200082
	5	Polygon	5	174205,113146	4721579,271769

— Calculer la surface de chaque zone :

Add Geometry Attributes : permet d'ajouter des informations géométriques à une couche d'entités, telles que la longueur d'une ligne ou l'aire d'un polygone. Ces informations peuvent être utilisées pour des analyses spatiales avancées.

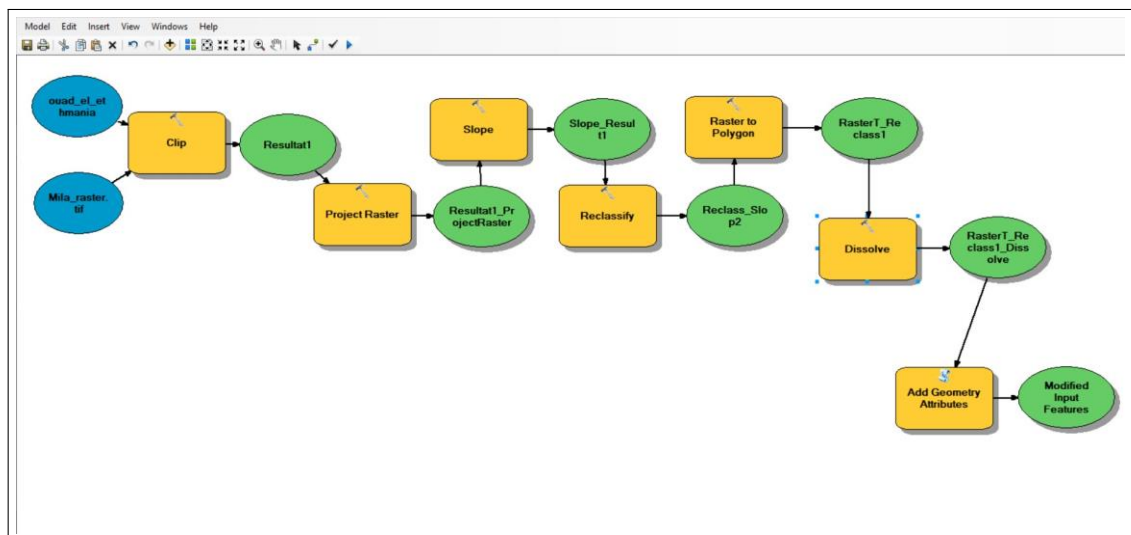


Table

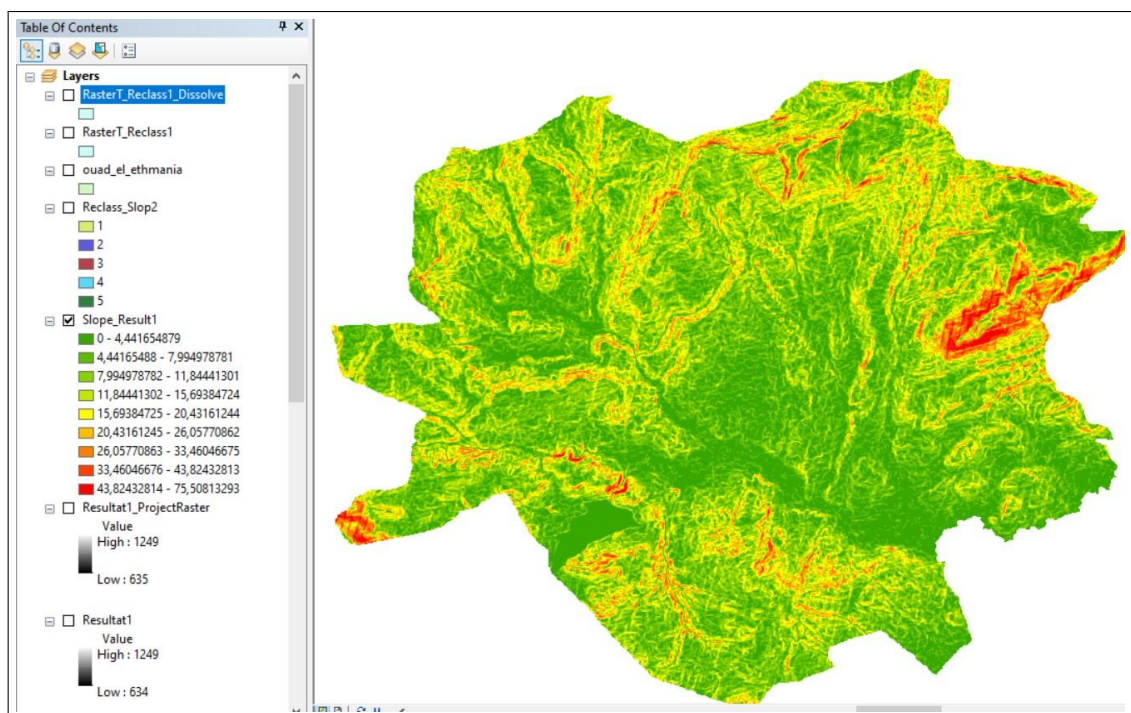
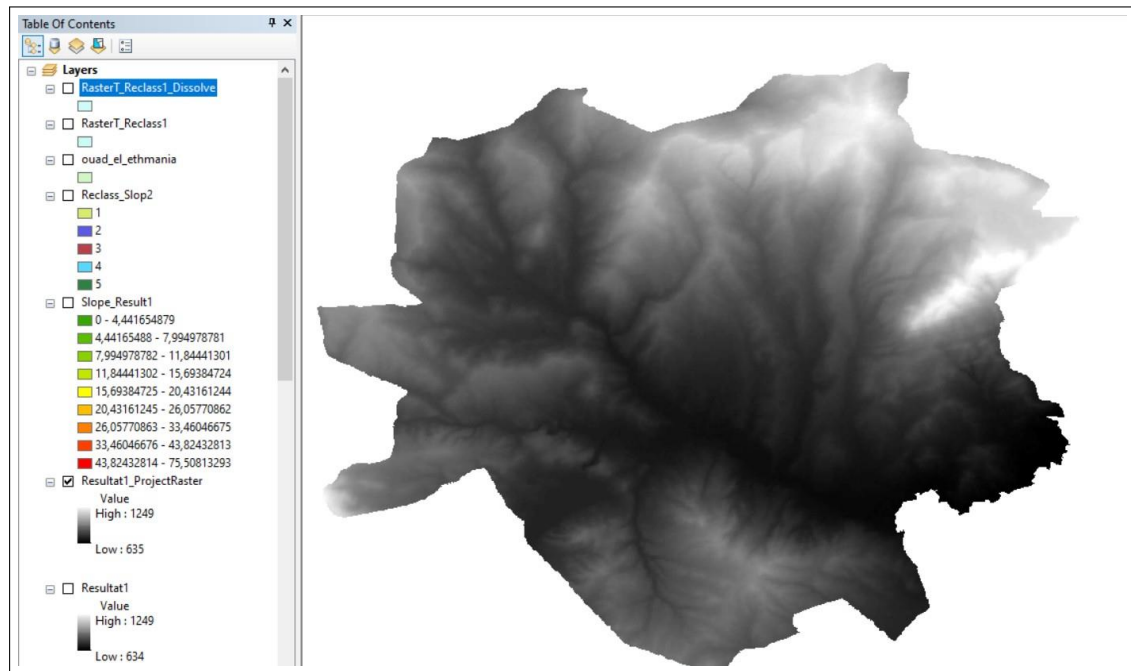
RasterT_Reclass1_Dissolve

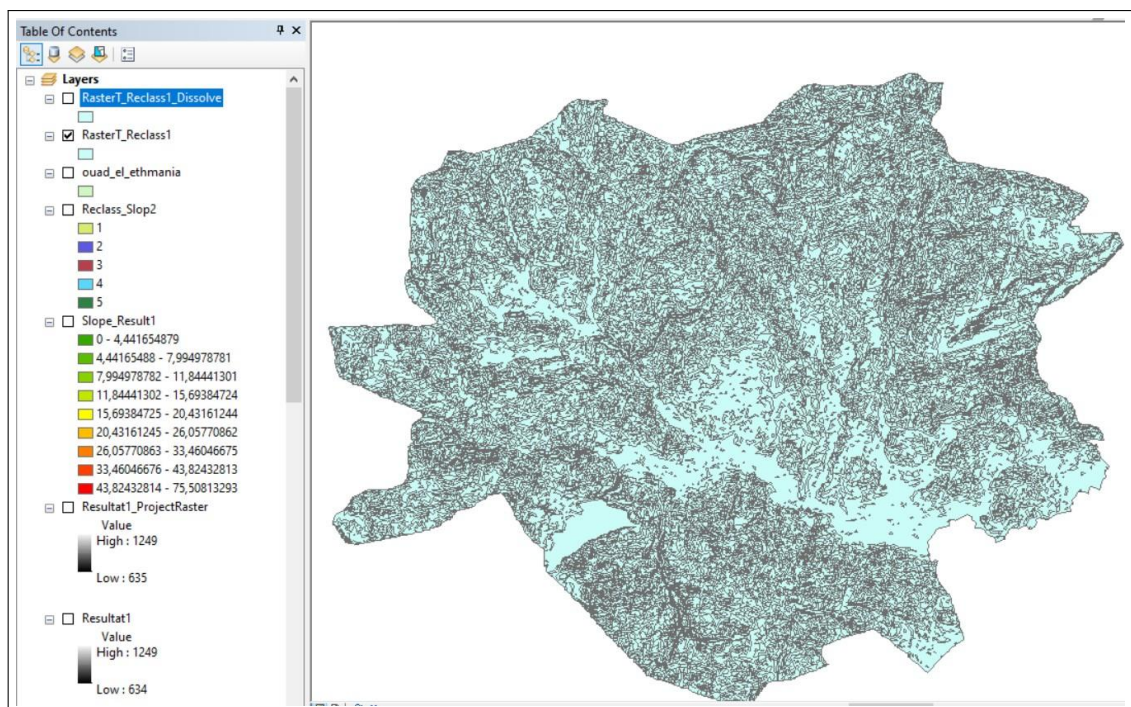
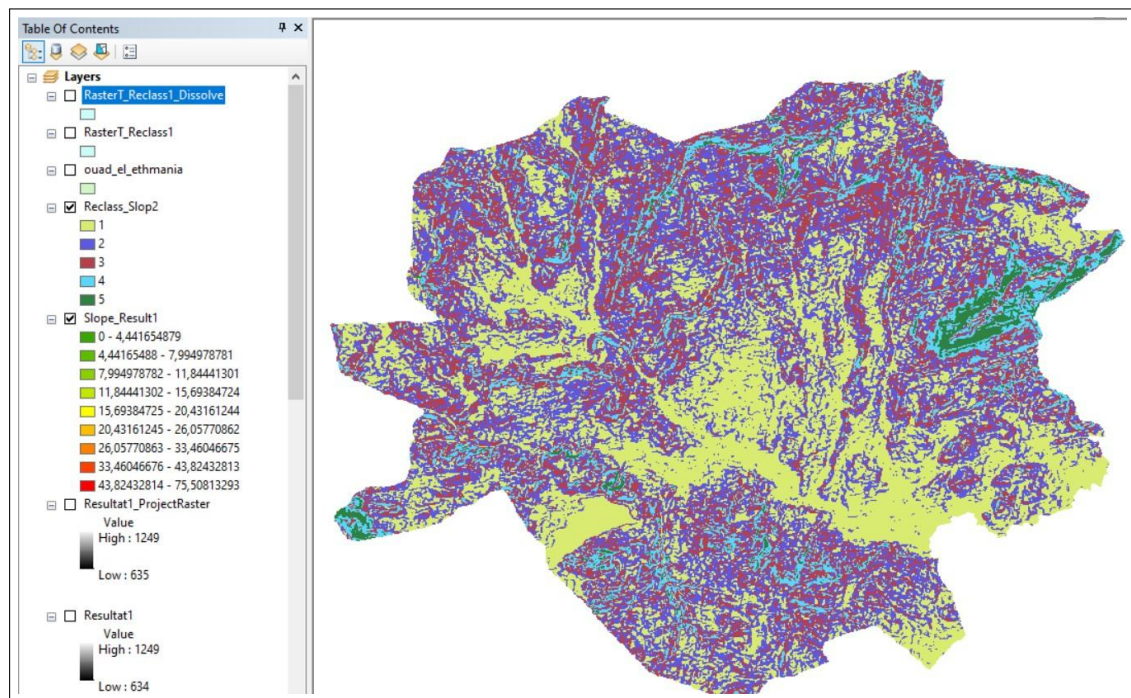
	OBJECTID *	Shape *	gridcode	Shape Length	Shape Area	POLY AREA
	1	Polygon	1	2378170,483072	88675139,337202	88,675139
	2	Polygon	2	4171211,920621	91670534,943103	91,670535
	3	Polygon	3	2893860,818092	59444309,117813	59,444309
	4	Polygon	4	1116536,851692	22970893,200082	22,970893
	5	Polygon	5	174205,113146	4721579,271769	4,721579

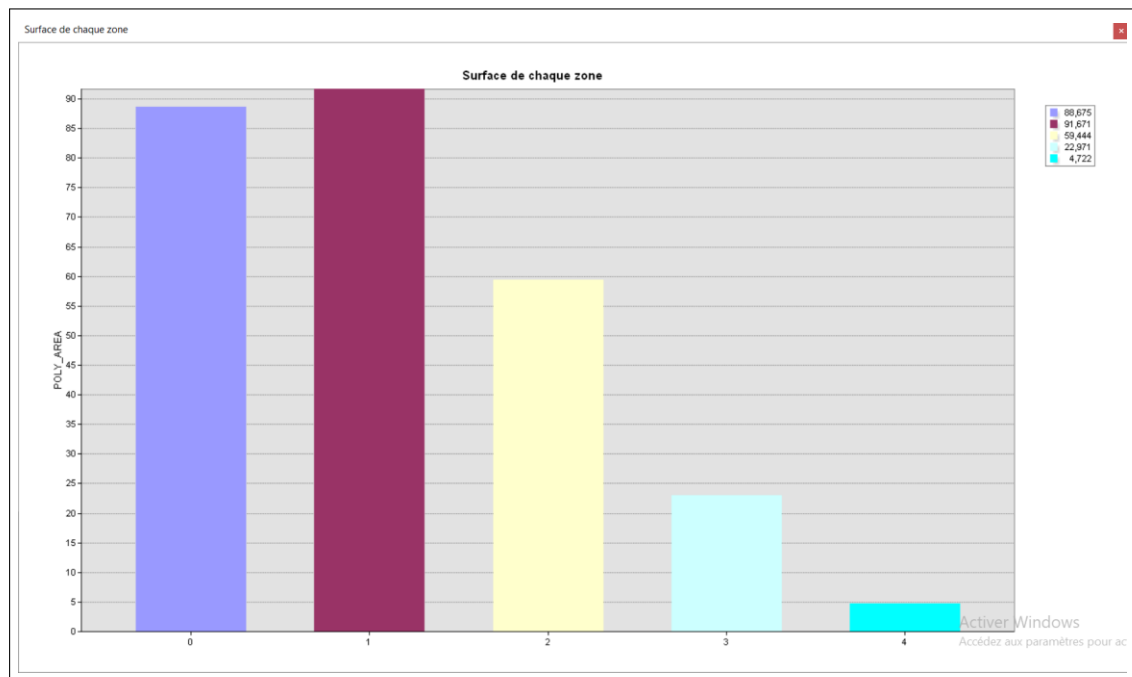
— Modèle final :



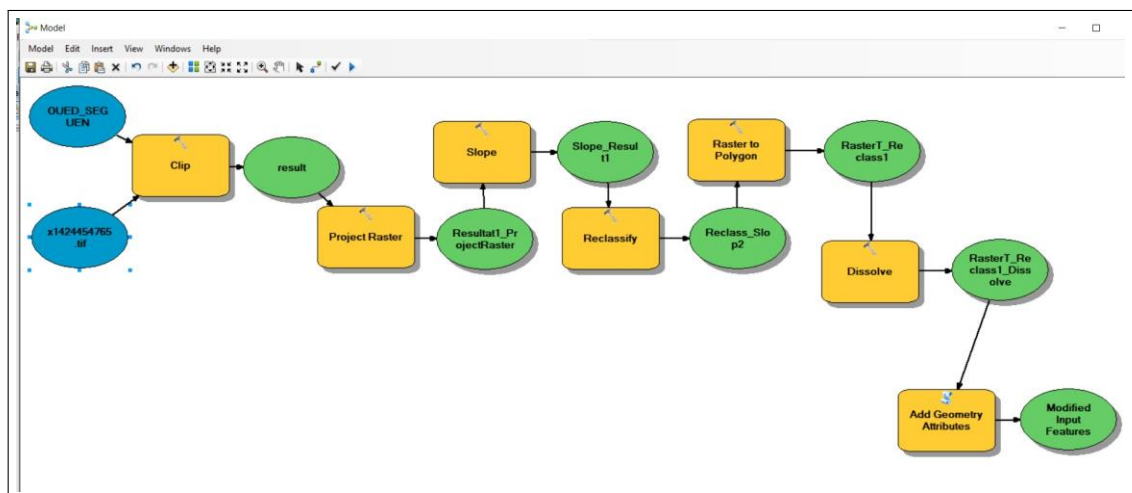
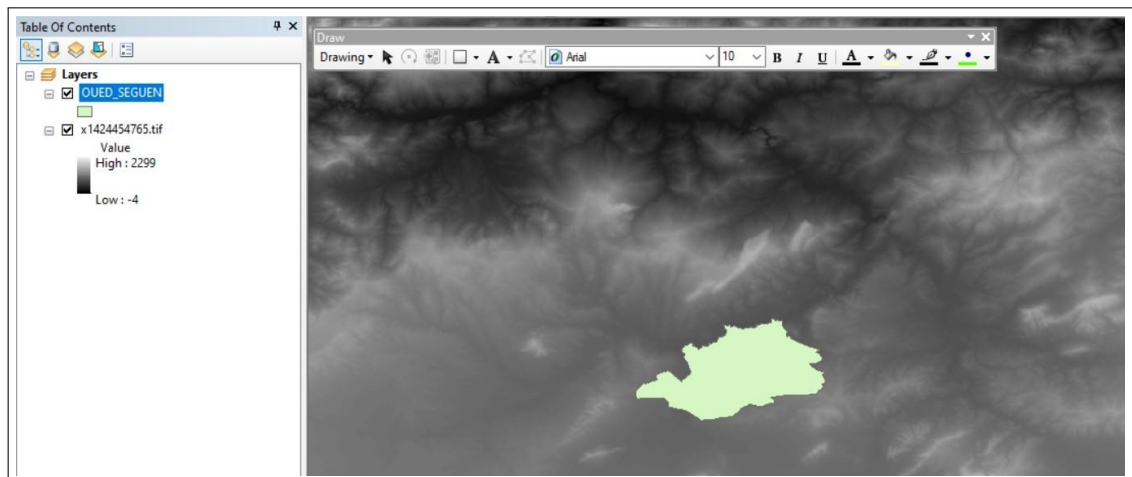
— Résultats d'exécution :

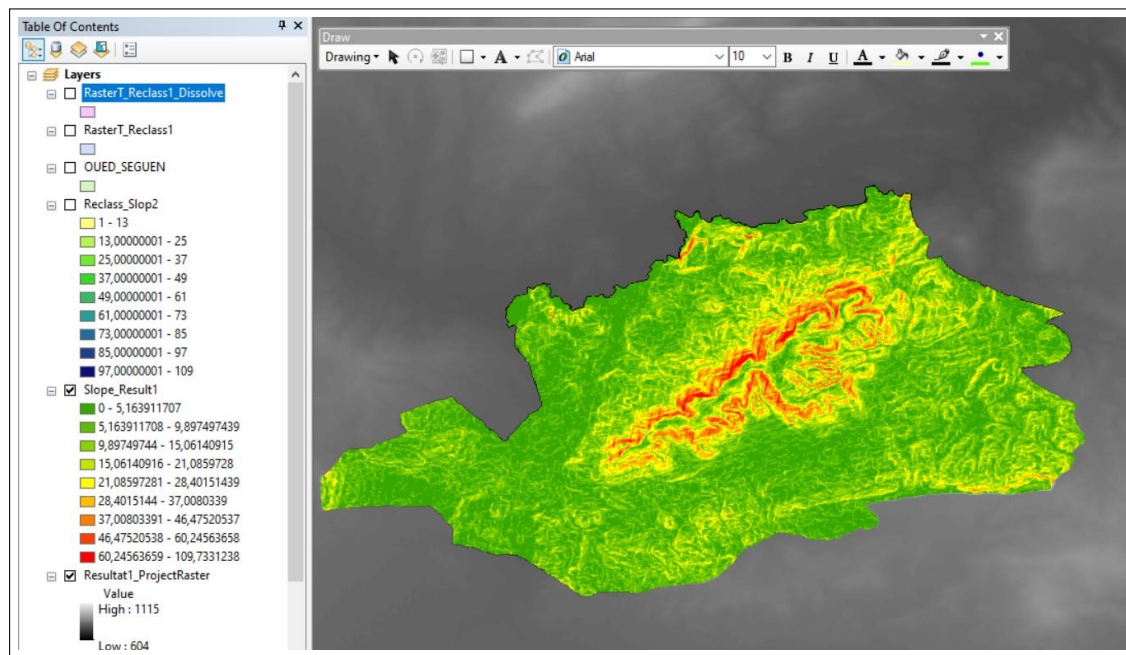






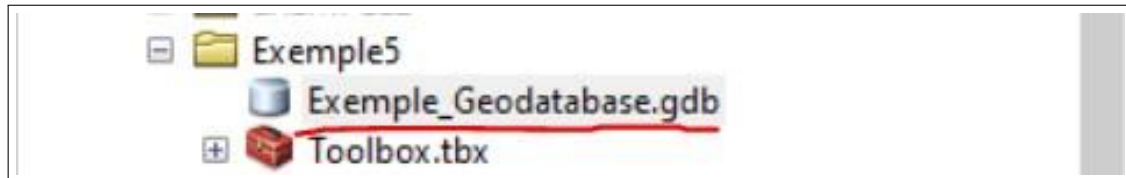
— Appliquer le modèle sur une autre commune (“OUED SEGUEN”) :





2.2 Exemple 2 : Création d'un ModelBuilder qui fait l'extraction d'un modèle hydrographique à partir d'une image raster en utilisant le langage python.

- Création d'une géodatabase pour stocker les fichiers créés.



- Le code python :

D'abord il faut importer le module ArcPy, ArcPy est un ensemble de modules Python permettant d'interagir avec les outils de géotraitement de ArcGIS.

```
import arcpy
```

- Définir les données en entrées :

```
# Les données en entrée (image raster + shape file)

rasterMila = "x1424454765.tif"
ouad_el_ethmania = "ouad_el_ethmania"
```

- Définir Les fichiers où les différents résultats des opérations vont être stockés

```
# Les fichiers où les différents résultats des opérations vont être stockés

resultat1 = "C:\Users\SALAH PC\Documents\0_MASTER_BIG_Data\M1\S2\SIG et EDG\Projet\Exemple5\Exemple_Geodatabase.gdb\resultat1"
resultat2_1 = "C:\Users\SALAH PC\Documents\0_MASTER_BIG_Data\M1\S2\SIG et EDG\Projet\Exemple5\Exemple_Geodatabase.gdb\resultat2_1"
resultat2_2 = ""
resultat3 = "C:\Users\SALAH PC\Documents\0_MASTER_BIG_Data\M1\S2\SIG et EDG\Projet\Exemple5\Exemple_Geodatabase.gdb\resultat3"
resultat4 = "C:\Users\SALAH PC\Documents\0_MASTER_BIG_Data\M1\S2\SIG et EDG\Projet\Exemple5\Exemple_Geodatabase.gdb\resultat4"
resultat5 = "C:\Users\SALAH PC\Documents\0_MASTER_BIG_Data\M1\S2\SIG et EDG\Projet\Exemple5\Exemple_Geodatabase.gdb\resultat5"
resultat6 = "C:\Users\SALAH PC\Documents\0_MASTER_BIG_Data\M1\S2\SIG et EDG\Projet\Exemple5\Exemple_Geodatabase.gdb\resultat6"
resultat_final = "C:\Users\SALAH PC\Documents\0_MASTER_BIG_Data\M1\S2\SIG et EDG\Projet\Exemple5\Exemple_Geodatabase.gdb\resultat_final"
```

- Découper la zone d'étude("ouad el ethmania") à partir du raster :

```
arcpy.Clip_management(rasterMila, "6,3 36,2 6,4 36,4", resultat1, ouad_el_ethmania, "32767", "ClippingGeometry", "NO_MAINTAIN_EXTENT")
```

- Remplir les espaces vides et les dépressions dans le raster en entrée :

```
arcpy.gp.Fill_sa(resultat1, resultat2_1, "")
```

- Calculer la direction de l'écoulement d'eau dans une zone à partir du raster :

```
arcpy.gp.FlowDirection_sa(resultat2_1, resultat3, "NORMAL", resultat2_2, "D8")
```

- Calculer l'accumulation de flux pour chaque cellule d'un raster de direction de flux.

```
arcpy.gp.FlowAccumulation_sa(resultat3, resultat4, "", "FLOAT", "D8")
```

- Créer une couche raster résultante en utilisant deux autres couches en entrée (resultat4 et resultat3). Les cellules de la couche resultat5 sont déterminées en fonction de l'expression logique `value>1000`, qui évalue chaque cellule de la couche resultat4 pour voir si elle est supérieure à la valeur seuil de 1000.

```
arcpy.gp.Con_sa(resultat4, resultat3, resultat5, "", "value>1000")
```

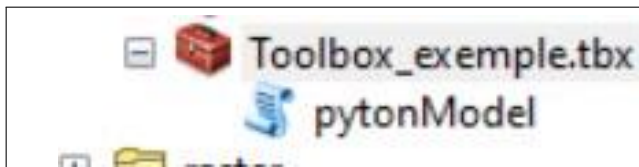
- le calcul de l'ordre des ruisseaux.

```
arcpy.gp.StreamOrder_sa(resultat5, resultat3, resultat6, "STRAHLER")
```

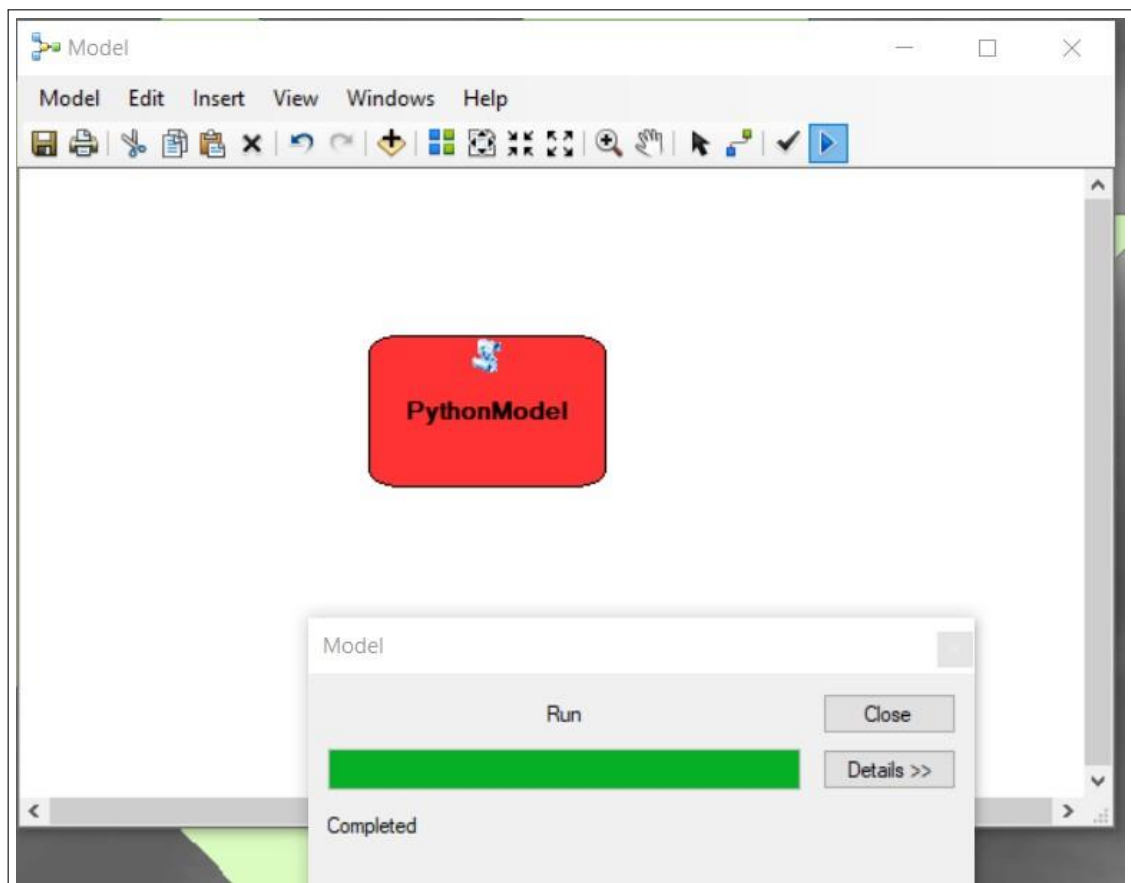
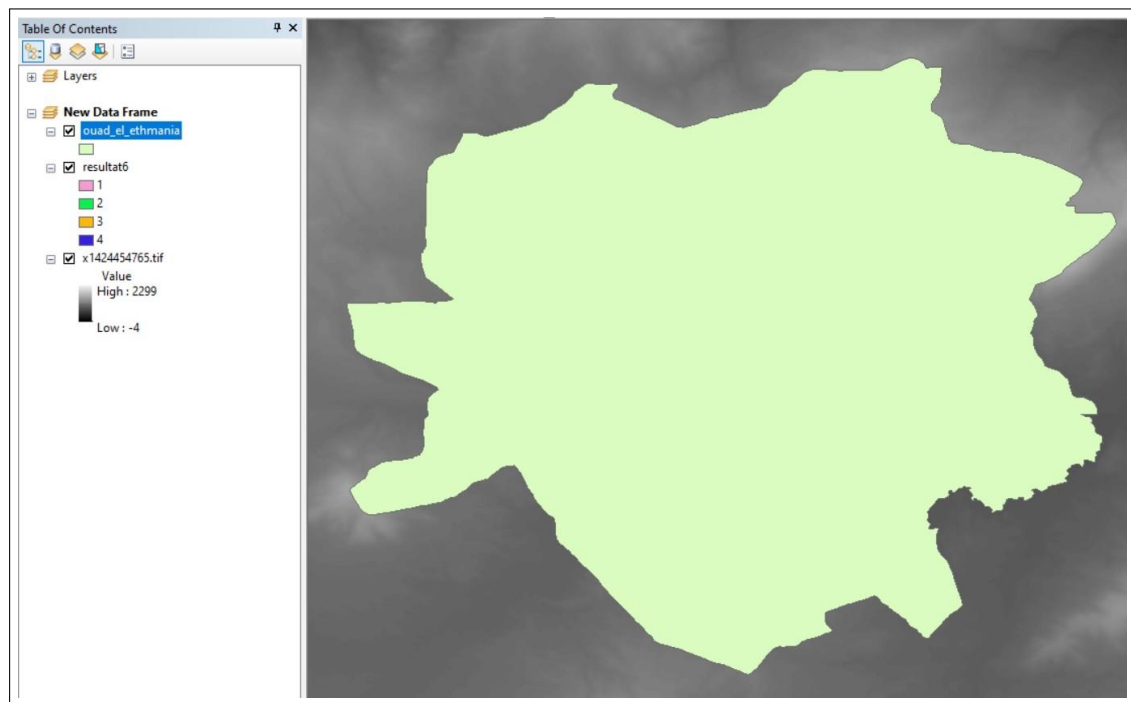
- Convertir la couche raster "resultat6" en une couche de polygones "resultat_final"

```
tempEnvironment0 = arcpy.env.outputZFlag  
arcpy.env.outputZFlag = "Disabled"  
tempEnvironment1 = arcpy.env.outputMFlag  
arcpy.env.outputMFlag = "Disabled"  
arcpy.RasterToPolyline_conversion(resultat6, resultat_final, "ZERO", "0", "SIMPLIFY", "Value")  
arcpy.env.outputZFlag = tempEnvironment0  
arcpy.env.outputMFlag = tempEnvironment1
```

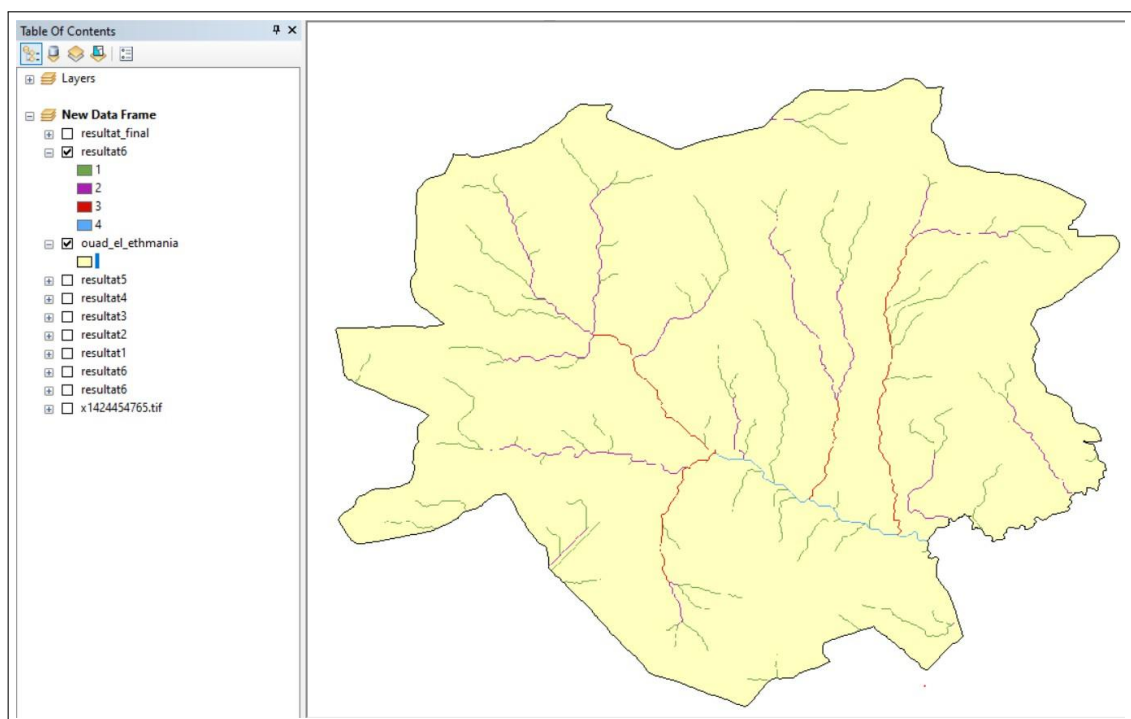
- Importer le script sur ArcMap :



- Exécution du modèle :



— Résultat d'exécution :



Conclusion générale

En conclusion, les géotraitements dans ArcGIS sont essentiels pour analyser efficacement les données géographiques et obtenir des informations utiles pour la prise de décision dans de nombreux domaines. Le modèle de traitements, ou ModelBuilder, est une fonctionnalité clé d'ArcGIS qui permet de simplifier les tâches répétitives et de faciliter l'analyse des données spatiales. Il permet d'automatiser les tâches de traitement de données complexes et de générer des résultats cohérents et reproductibles à chaque fois. Les avantages des modèles de traitements incluent une interface conviviale, une visualisation graphique, une accélération du traitement des données et une cohérence des résultats. En utilisant les géotraitements dans ArcGIS avec des modèles de traitements, les utilisateurs peuvent améliorer considérablement leur efficacité et leur précision dans l'analyse des données géographiques.