



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE  
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS MOSTAGANEM

**Faculté des Sciences Exactes & de l'Informatique**  
**Département de Mathématiques et d'Informatique**  
**Filière Informatique**

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES  
Pour l'Obtention du Diplôme de Master en Informatique  
Option : Systèmes d'informations géo-décisionnel

**Conception et réalisation d'un SIG historique ;  
Application : Histoire des civilisations**

*Présenté par :*

- Seke Seke Olivier
- Meski Mohammed

*Encadré par:*

**Mr.Midoun Mohammed**

Année Universitaire 2017/ 2018

## **Résumé**

Les nouvelles technologies de l'information et de la communication sont devenues une nécessité pour la gestion de tout système d'information.

L'objectif de ce projet est de réaliser un système d'information géographique (SIG) historique pour analyser et décrire l'histoire d'Algérie. Nous voulons par ce projet évaluer l'apport des systèmes d'information géographique dans l'analyse historique. Cette utilisation ne se limite pas à l'adoption de méthodes nées de la révolution digitale ou numérique ; elle génère de nouveaux questionnements et permet de formuler des interrogations qui seraient impensables en l'absence de la possibilité de tester certaines hypothèses par la réalisation rapide de séries temporelles cartographiques.

Au cours de ce projet, nous allons proposer des outils conceptuels pour modéliser la dynamique des entités spatio-temporelles.

**Mots-Clés :** *Système d'information géographique, SIGs Spatiotemporels, SIG historique, SIG web.*

## Tables des matières

<b>Résumé</b>	<b>1</b>
<b>Tables des matières</b>	<b>2</b>
<b>Table des figures</b>	<b>4</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>5</b>
<b>Introduction</b>	<b>6</b>
<b>Chapitre I: Les systèmes d'information géographique</b>	<b>7</b>
<b>1. Définitions</b>	<b>7</b>
<b>2. Les composants d'un SIG</b>	<b>7</b>
a. Le matériel	7
b. Les logiciels	7
c. Les données	8
d. Les utilisateurs	8
e. Les méthodes	8
<b>3. Types de structures de données géographiques</b>	<b>8</b>
a. Les données rasters	8
b. Données Vecteurs [7]	9
c. Les données attributaires [7]	10
<b>4. Fonctionnalités d'un SIG [1]</b>	<b>10</b>
• L'abstraction	11
• L'acquisition	11
• L'archivage	11
• L'analyse	11
• L'affichage	12
<b>5. Le SIG temporel</b>	<b>12</b>
a. Définition	12
b. Données temporelles	12
c. Exemples de représentation de données temporelles dans le SIG	12
d. Stockage des données temporelles	13
e. Changements spatiaux et temporels dans le SIG	15
• Changements spatiaux	15
• Changements temporels	15
f. Domaines d'application des SIG temporel	16
<b>6. Conclusion</b>	<b>17</b>
<b>Chapitre II: Les SIG historiques</b>	<b>18</b>
<b>1. Apport d'un SIG dans la recherche historique [2]</b>	<b>18</b>

a.	La construire de fonds de cartes _____	18
b.	La production de l'information _____	18
c.	La prise en compte de la mesure du temps _____	18
d.	Exportation des données dans le géo portail _____	18
<b>2.</b>	<b>Principales solutions du marché _____</b>	<b>19</b>
a.	QGIS _____	19
b.	Mapinfo _____	20
c.	GRASS GIS _____	20
d.	ArcGis _____	21
<b>3.</b>	<b>Conclusion _____</b>	<b>21</b>
<b>Chapitre III:</b>	<b>Conception et Implémentation _____</b>	<b>22</b>
1.	Introduction _____	22
2.	Partie 1 : Conception _____	22
a.	Outils de développement _____	22
b.	Natures des documents utilisés _____	23
c.	Etudes conceptuelle _____	24
3.	Partie 2 : Implémentation _____	27
3.1.	Structure de la base de données _____	27
3.2.	Interfaces de l'application _____	37
4.	Conclusion _____	41
<b>Conclusion générale</b>	<b>_____</b>	<b>42</b>

## Table des figures

<b>Figure 1:</b> Représentation par couches de données dans un système d’information géographique .....	7
<b>Figure 2:</b> Le modèle raster .....	8
<b>Figure 3:</b> Les objets de base en mode vecteur.....	9
<b>Figure 4:</b> Exemple de données attributaires .....	10
<b>Figure 5:</b> Les 5A.....	11
<b>Figure 6:</b> Interface du logiciel QGIS.....	19
<b>Figure 7:</b> Interface du Logiciel Mapinfo .....	20
<b>Figure 8:</b> Interface du Logiciel Grass Gis .....	20
<b>Figure 9:</b> Interface ArcGIS.....	21
<b>Figure 10:</b> Interface du logiciel ArcCatalog.....	21
<b>Figure 11:</b> Interface du logiciel ArcMap.....	21
<b>Figure 12:</b> Modèle conceptuel de données.....	21
<b>Figure 13:</b> Base de données SIG_Historique .....	21
<b>Figure 14:</b> Table Principales_villes.....	21
<b>Figure 15:</b> Attributs de la table Principales_villes .....	21
<b>Figure 16:</b> Table Etats_Periodes .....	29
<b>Figure 17:</b> Attributs de la Table Etats_Periodes.....	30
<b>Figure 18:</b> Interface ArcMap.....	30
<b>Figure 19:</b> Boite de dialogue(propriété de la couche) .....	31
<b>Figure 20:</b> Activation des propriétés temps .....	32
<b>Figure 21:</b> Résultat de la selection(select by location).....	33
<b>Figure 22:</b> Attributs de la selection(select by location).....	33
<b>Figure 23:</b> Résultat de la selection(select by attributes).....	34
<b>Figure 24:</b> Attributs de la selection (select by attributes).....	35
<b>Figure 25:</b> Fenetre curseur temporel .....	35
<b>Figure 26:</b> Exportation d’une animation vers un fichier vidéo .....	36
<b>Figure 27 :</b> Fenetre Option curseur temporel .....	37
<b>Figure 28:</b> Phénicien -814 - 146.....	38
<b>Figure 29:</b> Romain 70 - 390 .....	38
<b>Figure 30:</b> Rostomide 767 - 909.....	39

<b>Figure 31:</b> Zianide 1360 - 1510.....	39
<b>Figure 32:</b> Colonisation Française 1900 - 10956 .....	40
<b>Figure 33:</b> Algérie Moderne 1962 - 2018 .....	40

### **Liste des tableaux**

<b>Tableau 1 :</b> Représentation du temps par comté pour 1980, 1981, 1982.....	14
<b>Tableau 2:</b> Représentation du temps après reformatage en format de ligne .....	14
<b>Tableau 3 :</b> Représentation des données temporelles dans des tables distinctes .....	15
<b>Tableau 4 :</b> Représentation d'un objet dans un MCD.....	24

## **Introduction**

L'Histoire souvent écrit avec la première lettre en majuscule, est à la fois l'étude et l'écriture des faits et des événements passés quelle que soient leur variété et leur complexité ; on désigne aussi couramment sous le terme d'histoire, le passé lui-même comme dans les leçons d'histoire. L'histoire c'est aussi le récit écrit, par lequel des hommes et des femmes s'efforcent de faire connaître les temps révolus.

L'histoire sert à connaître les civilisations passées, les événements qu'elles ont vécus, leur identité, leur culture, leur évolution, leurs découvertes, par exemple il est intéressant de savoir que les Mésopotamiens ont inventé l'écriture, que les Egyptiens ont mis en place une architecture complexe, que les Grecs ont été les premiers à tester la démocratie comme système politique, que les Arabes ont découvert la notion du zéro qui a faciliter l'arithmétique, etc. En connaissant l'histoire, l'homme se forge une mémoire plus étendue que la sienne propre. C'est ce que l'on appelle la mémoire du passé, la mémoire collective, la mémoire de l'humanité, fort de cette seconde mémoire, il peut être plus attentif à l'histoire qui se crée autour de lui.

Depuis une dizaine d'années, l'évolution de la technologie a fait naître de nouvelles pratiques de recherche du point de vue des méthodes et des outils qui traitent de manière rapide et efficace l'information historique. Avec ces méthodes, l'historien peut envisager de nouvelles problématiques et perspectives de recherches et d'en tirer profil.

Les SIG (système d'information géographique), sont des outils efficaces pour la prise de décision, capables d'organiser et de présenter des données spatialement référencées, ainsi que de produire des plans et des cartes permettant à la recherche historique, de par leurs capacités à gérer des bases de données spatiales, de répondre à des questions scientifiques et d'intégrer une grande partie de l'information historique dans les bases de données en associant le temps et l'espace. Ainsi de nombreuses questions de l'enquête historique peuvent être traduites spatialement.

Le but de notre travail est de concevoir une application SIG historique, plus précisément sur l'histoire de l'Algérie, d'évaluer l'apport des systèmes d'informations géographiques (SIG) dans la recherche historique et de proposer les outils conceptuels pour la modélisation dynamique des entités spatio-temporelles.

Ce rapport est divisé en trois chapitres. Le premier chapitre sera consacré à la présentation des systèmes d'information géographique(SIG), leurs différents composants et fonctionnalités, la notion des SIG spatio-temporels ,Dans le second chapitre, nous présenterons les atouts ou apports des SIG pour la recherche historique, dans le dernier chapitre, nous allons présenter les outils utilisés pour le développement de notre application, Enfin nous terminerons ce rapport par une conclusion.

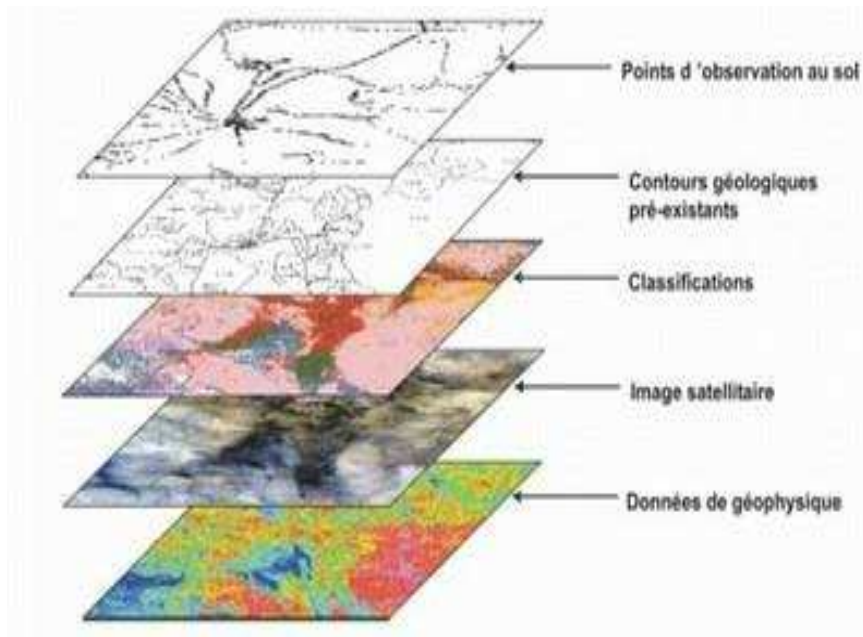
# Chapitre I: Les systèmes d'information géographique

## 1. Définitions

Un système d'information géographique (SIG) est un ensemble constitué par le matériel, les logiciels, les données géographiques et les ressources humaines mis en au point pour saisir, stocker en mémoire, mettre à jour, transformer, analyser et représenter toutes sortes d'informations spatiales à référence géographique [9].

Ou encore :

Un système d'information géographique est un ensemble de données repérées dans l'espace, structurées de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la prise de décision.



**Figure 1: Représentation par couches de données dans un système d'information géographique**

## 2. Les composants d'un SIG

Un système d'information géographique est constitué de cinq composants principaux : le matériel, les logiciels, les données, les utilisateurs et les méthodes. [10]

### a. Le matériel

L'utilisation d'un SIG requiert l'utilisation d'un ou de plusieurs ordinateurs, qu'ils soient autonomes ou en réseaux. De plus, on trouve aujourd'hui de plus en plus de systèmes client-serveur qui proposent des solutions de diffusion de cartes sur le Web à partir desquels le client peut directement faire des requêtes.

### b. Les logiciels

Les logiciels SIG offrent les outils et les fonctions pour stocker, analyser et afficher toutes les informations dans une interface graphique conviviale.

### c. Les données

Les données sont indispensables au SIG, elles peuvent être de trois types : géographiques, attributaires, ou représentant les différentes métadonnées.

Les données géographiques sont des données localisées à la surface terrestre auxquelles on associe une forme et des paramètres d'affichage (couleur, épaisseur du trait...). Elles peuvent être raster ou vecteur. Les données attributaires caractérisent les données géographiques (nom d'une route, nombre d'habitants dans un immeuble localisé, ...). Les métadonnées décrivent les données. Elles peuvent représenter par exemple la date d'acquisition des données ou le nom du propriétaire, etc.

### d. Les utilisateurs

Un système d'information géographique (SIG) étant avant tout un outil, c'est son utilisation (donc, son où ses utilisateurs) qui permet d'en exploiter la quintessence. Les SIG s'adressent à une très grande communauté d'utilisateurs depuis ceux qui créent et maintiennent les systèmes, jusqu'aux personnes utilisant dans leur travail quotidien la dimension géographique.

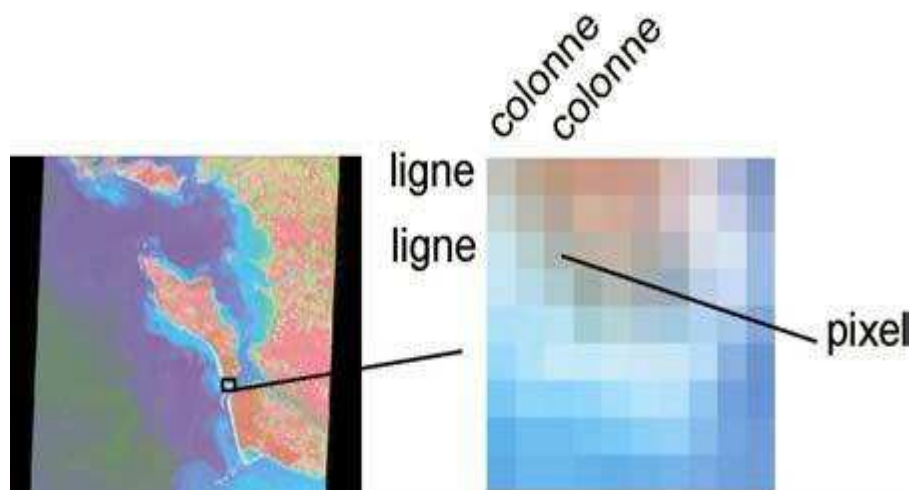
### e. Les méthodes

La mise en œuvre et l'exploitation d'un SIG ne peut s'envisager sans le respect de certaines règles et procédures propres à chaque organisation.

## 3. Types de structures de données géographiques

### a. Les données rasters

Ce sont des données où l'espace est divisé de manière régulière en ligne et en colonne ; à chaque valeur ligne/colonne (pixel), sont associées une ou plusieurs valeurs décrivant les caractéristiques de l'espace. [8]



**Figure 2: Le modèle raster**

Pour les données rasters utilisés dans les SIG, les jeux de données peuvent prendre trois formes : Ils peuvent être thématiques, dans ce cas ils représenteront des données de sol, ils peuvent être continus, ils représenteront alors les événements tel que la température ou la vitesse du vent ou encore prendre la forme d'images satellite, enfin, ils peuvent aussi être composés d'images tels

que des cartes ou des dessins numérisés. Ces ensembles de données raster (raster dataset) peuvent être apposés les uns sur les autres pour pouvoir avoir une vue globale de l'environnement étudié.

Un fichier d'images raster (raster file) est généralement plus volumineux qu'un fichier d'images vectorielles. De plus un fichier raster sera sensiblement plus compliqué à modifier sans pertes d'informations, même si certains softwares, appelés raster editor, permettent de convertir un fichier raster en un fichier vectoriel afin d'y apporter des précisions et des changements. Les extensions des rasters (raster extension) sont la plupart du temps de type BMP, TIFF, GIF ou JPEG.

### **b. Données Vecteurs [8]**

Pour représenter les objets à la surface du globe, les SIG utilisent trois objets géométriques que l'on appelle aussi primitives qui sont : le point, la ligne et la surface (polygone)

- **Les points**

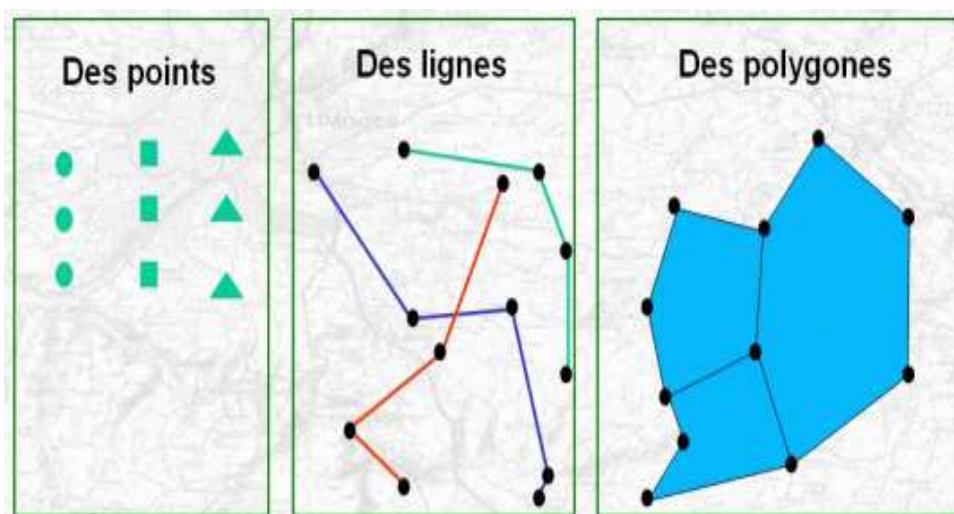
Est l'objet le plus simple, il peut représenter à grande échelle des arbres, des bornes d'incendie, des collecteurs d'ordures, mais à des échelles plus petites comme pour les cartes routières au 1/1.000 000 ème, il peut représenter une capitale régionale.

- **La ligne**

La ligne représente les réseaux de communication, d'énergie, hydrographiques, d'assainissement, etc... Elle peut être fictive, en représentant l'axe d'une route, ou virtuelle en modélisant des flux d'information.

- **La surface (Polygone)**

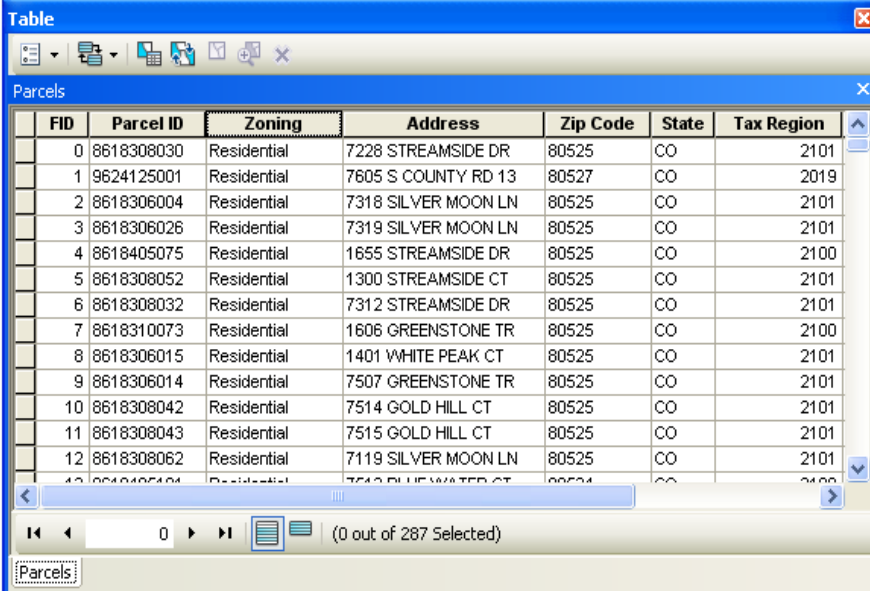
Elle peut matérialiser une entité abstraite comme la surface d'une commune ou des entités ayant une existence géographique comme une forêt, un lac, une zone bâtie.



**Figure 3: Les objets de base en mode vecteur**

### c. Les données attributaires [7]

On range dans cette classe les données qui ne sont pas des données géographiques, elles ne sont pas géo localisées (en X, Y, voir Z), mais sont des attributs d'autres données, qui elles sont des données géographiques. Elles sont identifiées par leur nom. Les informations tabulaires constituent la base des entités géographiques et permettent d'afficher, d'interroger et d'analyser les données.



FID	Parcel ID	Zoning	Address	Zip Code	State	Tax Region
0	8618308030	Residential	7228 STREAMSIDE DR	80525	CO	2101
1	9624125001	Residential	7605 S COUNTY RD 13	80527	CO	2019
2	8618306004	Residential	7318 SILVER MOON LN	80525	CO	2101
3	8618306026	Residential	7319 SILVER MOON LN	80525	CO	2101
4	8618405075	Residential	1655 STREAMSIDE DR	80525	CO	2100
5	8618308052	Residential	1300 STREAMSIDE CT	80525	CO	2101
6	8618308032	Residential	7312 STREAMSIDE DR	80525	CO	2101
7	8618310073	Residential	1606 GREENSTONE TR	80525	CO	2100
8	8618306015	Residential	1401 WHITE PEAK CT	80525	CO	2101
9	8618306014	Residential	7507 GREENSTONE TR	80525	CO	2101
10	8618308042	Residential	7514 GOLD HILL CT	80525	CO	2101
11	8618308043	Residential	7515 GOLD HILL CT	80525	CO	2101
12	8618308062	Residential	7119 SILVER MOON LN	80525	CO	2101
13	8618306004	Residential	7318 SILVER MOON LN	80525	CO	2101

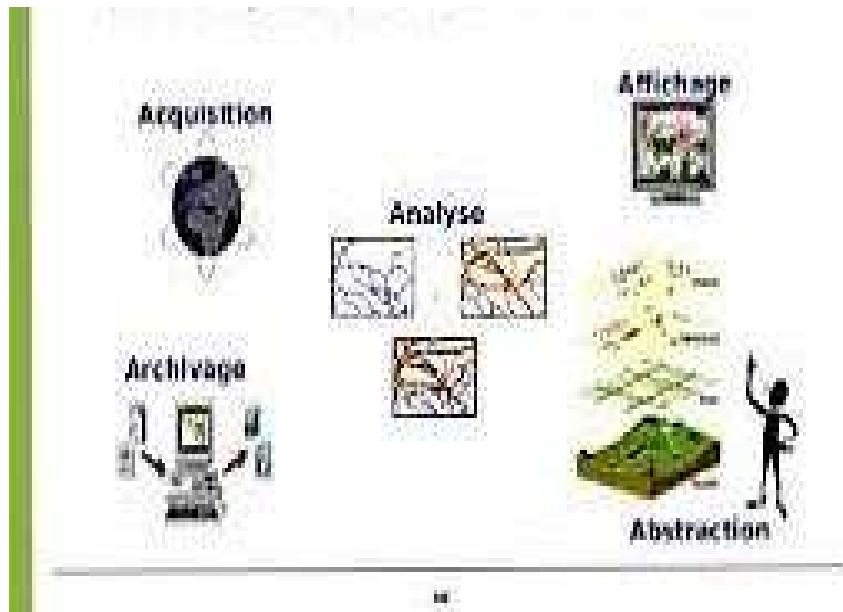
**Figure 4: Exemple de données attributaires**

Cette figure nous montre comment rangée les données dans une table attributaire

### 4. Fonctionnalités d'un SIG [1]

Les systèmes d'information géographique peuvent être constitués pour répondre à différentes demandes. Comme le système universel n'existe pas, il faut les adapter selon des objectifs fixés.

Toutefois, ils ont en commun des fonctionnalités que l'on retrouve dans chaque système regroupé en cinq familles sous le terme des « 5A » pour : Abstraction, Acquisition, Archivage, Affichage et Analyse. Ces termes résument les fonctionnalités que tous les systèmes doivent assurer.



**Figure 5: Les 5A**

- **L'abstraction**

C'est la modélisation du monde réel ; Elle se traduit par le choix de données à prendre en compte, leur définition et leur structuration.

- **L'acquisition**

C'est la collecte de l'information ; Les contraintes d'acquisition de l'information sont liées à la nature et à l'organisation des sources d'informations.

Les données peuvent être acquises auprès des organismes producteurs ou revendeurs (nationaux ou internationaux).

Il existe différentes techniques d'acquisition :

- La photogrammétrie (photo aérienne)
- La télédétection (image satellite)
- L'arpentage (levé topographique)

- **L'archivage**

L'archivage permet de stocker les informations de manière réfléchi afin d'y accéder le plus rapidement possible. Pour les données alphanumériques, le stockage peut être réalisé grâce aux différents systèmes de gestion de base de données selon le modèle abstrait prédéfini.

Pour les images, il existe une multitude de formats de stockage qui comprennent ou non les données sémantiques.

- **L'analyse**

L'analyse spatiale se distingue selon qu'elle se base sur des données sémantiques ou des données géométriques.

L'analyse spatiale sémantique repose sur l'étude, par des requêtes ou des calculs, de données alphanumériques afin de décrire qualitativement ou quantitativement certaines caractéristiques

d'une région. Cette description se fait souvent de manière cartographique et elle se doit de respecter les règles de sémiologies graphiques.

Les données qualitatives non ordonnées sont représentées par des couleurs différentes, des formes, des différences de texture ou d'orientation. Les données qualitatives ordonnées ou quantitatives relatives sont représentées par un dégradé d'une seule et même couleur ou l'affichage de valeurs. Les données quantitatives absolues sont représentées par une variation de taille.

L'analyse spatiale géométrique est l'étude des formes, des positions et des relations entre les objets comme le calcul de distances, d'intersections ou d'exclusions par exemple. Il est alors possible de travailler sur la topologie. Ces analyses sont possibles grâce aux différentes fonctionnalités que proposent les logiciels SIG.

- **L'affichage**

L'affichage peut se faire sur différents supports. La plupart du temps, le SIG installé sur une machine fixe est capable de lire un ou plusieurs formats d'images et de manipuler des bases de données afin d'afficher sur l'écran les informations voulues.

Aujourd'hui, il devient possible de ne plus installer le logiciel directement sur sa machine et de réaliser ses requêtes et l'affichage des résultats directement par Internet.

## **5. Le SIG temporel**

### **a. Définition**

Le système d'information géographique temporel permet l'intégration de données temporelles avec des données de localisation et des attributs. Les données temporelles se réfèrent spécifiquement aux temps ou aux dates, permettant une visualisation temporelle et finalement une analyse temporelle. [11]

### **b. Données temporelles**

Les données temporelles sont des données qui représentent un « état dans le temps », tels que les modèles d'occupation des sols ou les précipitations totales, elles peuvent faire référence à des événements discrets, tels que des coups de foudre ; des objets en mouvement, tels que des trains ; ou des observations répétées, telles que des comptages de capteurs de trafic [5].

- Les données temporelles sont recueillies pour analyser les modèles météorologiques et d'autres variables environnementales, surveiller les conditions de circulation, étudier l'évolution démographique.
- Les données temporelles proviennent de différentes sources, qu'il s'agisse de la saisie manuelle de données ou des informations collectées à l'aide de capteurs d'observation, ou générées par des modèles de simulation.

### **c. Exemples de représentation de données temporelles dans le SIG**

Plusieurs méthodes de représentation de données temporelles peuvent être utilisées par un SIG temporel, comme par exemple :

- Le déplacement des entités : Visualisez les emplacements ponctuels de mammifères ou d'autres populations pour mettre en lumière des modèles de leur mouvement.
- Changez la taille ou la forme d'entités : Etudiez les augmentations de la population par municipalité ou les changements des limites d'une parcelle.
- Changez la couleur d'entités : Découvrez l'augmentation du nombre de victimes d'une maladie à partir des modifications de couleur dans la symbologie des couches.
- Examinez des changements à l'aide de catalogues d'images ou de données scientifiques temporelles au format netCDF : Affichez l'évolution de la température des océans ou des modèles météorologiques.
- Tracez une évolution au fil du temps dans un graphique : Examinez la variation des niveaux d'ozone ou de la pression d'eau dans différentes stations.

#### **d. Stockage des données temporelles**

Selon les besoins, les données temporelles peuvent être stockées de diverses manières :

- **Stockage dans un format de ligne**

Pour utiliser des données temporelles dans un SIG, on peut stocker les valeurs temporelles associées aux entités individuelles dans un format de ligne. Chaque entité ou ligne dans une table peut avoir des valeurs temporelles dans un champ représentant un instant ou des valeurs temporelles dans deux champs représentant le début et la fin de l'observation.

- **Stockage dans un champ de type date**

Il est recommandé de stocker les valeurs temporelles des données temporelles dans un champ de type date. Il s'agit d'un type de champ de base de données spécial destiné spécifiquement au stockage des informations de date et de d'heure, il est très efficace pour les performances des requêtes et prend en charge des requêtes de base de données plus sophistiquées que lors du stockage des données temporelles dans un champ numérique ou de type chaîne.

- **Utilisation de l'heure standard**

Pour les données temporelles recueillies dans des régions où l'heure d'été est activée, il est recommandé de stocker les valeurs temporelles de données selon l'heure standard. Il peut s'avérer difficile de conserver des données recueillies selon l'heure d'été. L'heure d'été peut varier d'une région à l'autre et les règles qui définissent les ajustements de l'heure d'été peuvent changer avec le temps. Le stockage des valeurs temporelles selon l'heure standard empêche toute perte ou superposition des données lors de la compilation des données et permet la visualisation temporelle au cours des heures de transition sans aucune ambiguïté

- **Données temporelles dans des champs distincts**

Très communément, les données temporelles sont stockées dans des colonnes ou des champs des tables attributaires ou autonomes. Par exemple, pour les données de recensement, le temps est représenté dans des colonnes, la table dans laquelle le temps est représenté dans des colonnes distinctes, peut être reformatée pour visualiser les changements dans les données en fonction du temps.

Souvent il est nécessaire de reformater une table dans laquelle le temps est représenté dans des colonnes distinctes. Par exemple : les couts médicaux par région pour 1980, 1981, 1982 etc.

OBJECTID*	Shape*	Shape_Length	Shape_Area	STATE_NAME	Y1980	Y1981	Y1982	Y1983
1	Polygon	17.237647	12.897167	Alabama	106	105	115	129
2	Polygon	407.571028	277.524118	Alaska	20	22	22	25
3	Polygon	23.257265	28.859093	Arizona	0	0	0	0
4	Polygon	20.877157	13.517466	Arkansas	109	115	111	117
5	Polygon	42.260167	41.533613	California	539	706	697	707
6	Polygon	22.025629	28.0416	Colorado	101	113	122	136
7	Polygon	5.722455	1.392525	Connecticut	180	215	245	274

**Tableau 1 :** Représentation du temps par comté pour 1980, 1981, 1982

Pour visualiser ces données au fil du temps, la table doit être reformattée.

OBJECTID*	SHAPE*	SHAPE_Length	SHAPE_Area	Name	Time_	Expense
1	Polygon	17.237645	12.897165	Alabama	1980	106
2	Polygon	407.57095	277.52409	Alaska	1980	20
3	Polygon	23.257266	28.859101	Arizona	1980	0
4	Polygon	20.877127	13.517461	Arkansas	1980	109
5	Polygon	42.260156	41.533616	California	1980	539
6	Polygon	22.025622	28.041602	Colorado	1980	101

**Tableau 2: Représentation du temps après reformatage en format de ligne**

▪ **Données temporelles dans des tables distinctes**

Parfois, les données temporelles sont stockées dans des tables différentes pour une meilleure gestion des données et pour éviter une redondance des données. Cela s'avère particulièrement utile pour des données qui ne changent pas géographiquement au fil du temps. Par exemple les données de jaugeage d'un cours d'eau recueillies au fil du temps peuvent être stockées dans des tables différentes, l'une contenant l'emplacement géographique des lignomètres et l'autre contenant les valeurs de débit pour les jauges au fil du temps. Pour visualiser ces données, on peut créer une jointure de type un vers un, plusieurs vers un ou un vers plusieurs.

• Relations de table un à plusieurs

Lors du stockage des données temporelles pour les entités qui ne changent pas géographiquement au fil du temps, telles que des capteurs statiques qui collectent des données au fil du temps, il est recommandé de stocker ces données dans deux tables distinctes. Dans ce cas, il est possible de stocker l'emplacement géographique des entités dans une table et les données associées à chaque entité dans l'autre table.

Dans l'exemple ci-dessous, les emplacements géographiques des stations de mesure sont stockés dans une table et les températures correspondantes collectées à différents moments de la journée sont stockées dans une autre table. Ces deux tables comportent toutefois le champ

StationID, qui peut être utilisé pour créer une jointure entre la table de classe d'entités Stations et la table température.

**Stations feature class**

OBJECTID*	SHAPE*	StationID
1	Point	43
2	Point	55
3	Point	21
4	Point	15
5	Point	30

**Temperature table**

OBJECTID*	StationID	Date_1	Temp
1	43	1/1/2000	50
2	43	1/1/2001	53
3	43	1/1/2002	49
4	43	1/1/2003	58
5	43	1/1/2004	55
6	55	1/1/2000	65
7	55	1/1/2001	70
8	55	1/1/2002	72
9	55	1/1/2003	69
10	55	1/1/2004	75
11	21	1/1/2000	40
12	21	1/1/2001	42
13	21	1/1/2002	45
14	21	1/1/2003	41
15	21	1/1/2004	43
16	15	1/1/2000	80
17	15	1/1/2001	82
18	15	1/1/2002	80
19	15	1/1/2003	85
20	15	1/1/2004	88

**Tableau 3 : Représentation des données temporelles dans des tables distinctes**

#### e. Changements spatiaux et temporels dans le SIG

- **Changements spatiaux**

Les changements spatiaux se réfèrent à des variations dans l'espace à un moment donné ou dans une période, dans laquelle des comparaisons sont faites entre deux ou plusieurs sites selon les données du même référentiel. Les changements spatiaux peuvent être classés comme statiques ou transitoires [11].

- ✓ Les changements spatiaux statiques concernent les variations d'un phénomène géographique instantané.
- ✓ Les changements spatiaux transitoires comportent les états d'un événement ou d'un processus sur différents sites, par exemple comparer les successions de végétation sur les sites A et B pour examiner l'impact écologique de la pollution de l'aire.

- **Changements temporels**

Les changements temporels sont des changements qui se produisent à différents moments ou périodes dans le temps. Ils sont reconnus par des changements dans les propriétés spatiales dans le temps. Les changements spatiaux temporels peuvent être identifiés selon deux types [11] :

- ✓ Mutation : Se réfère aux changements intervenant dans les mécanismes internes d'un événement ou d'un processus, ou aux interactions entre les événements, processus et

leur environnement. Par exemple : un orage et une tornade peuvent se développer dans une ville et progresser vers d'autres régions.

- ✓ **Mouvement** : Concerne le déplacement d'un événement ou d'une entité d'un endroit à un autre, et l'événement ou l'entité peut impliquer ou non des changements dans les propriétés spatiales autres que l'emplacement. Les exemples de mouvement comprennent la propagation des incendies de forêt, l'infestation d'insectes et le mouvement des animaux.

Les changements temporels se produisent aux attributs d'un phénomène, aux paramètres environnementaux, aux comportements d'un événement ou aux mécanismes d'un processus. Il existe six principaux types de changements spatiaux et temporels dans l'information géographique :

1. Pour un site donné où les occurrences et la durée des événements ou des attributs peuvent changer de temps en temps, l'analyse est effectuée en fixant l'emplacement, en contrôlant l'attribut et en mesurant le temps.
2. Pour un moment donné où un certain phénomène peut changer ses caractéristiques d'un site à l'autre, l'analyse est effectuée en fixant le temps, en contrôlant l'attribut et en mesurant l'emplacement.
3. Pendant une période donnée, lorsque les attributs peuvent changer d'un site à l'autre au fil du temps, l'analyse est effectuée en fixant l'heure, en contrôlant les emplacements et en mesurant les attributs
4. Pour un événement donné où ses caractéristiques ou processus peuvent changer au fil du temps, l'analyse est effectuée en fixant des attributs, en contrôlant les emplacements et en mesurant le temps.
5. Pour une zone donnée où les attributs peuvent changer de site à site et de temps en temps, l'analyse est effectuée en fixant l'emplacement, en contrôlant l'heure et en mesurant les attributs.
6. Pour un événement donné où son emplacement peut changer de temps en temps, l'analyse est effectuée en fixant les attributs, en contrôlant l'heure et en mesurant les emplacements.

#### **f. Domaines d'application des SIG temporel**

Les SIG spatiotemporels peuvent être utilisés dans plusieurs domaines parmi lesquels [11] :

- **L'épidémiologie** : Les SIG temporels peuvent être utilisés pour évaluer la gestion et la prévention des maladies infectieuses et d'autres phénomènes épidémiologiques. L'étude de l'épidémiologie a conduit à l'une des premières utilisations des données cartographiques pour analyser l'éclosion et la distribution des maladies. En 1854, John Snow a étudié une épidémie de choléra à Londres et a tracé les emplacements des cas individuels sur une carte de la ville, en examinant les concentrations spatiales de données, il a pu retracer la source de la maladie à une pompe à eau contaminée.
- **La gestion des catastrophes** : Le SIG temporel est un outil important pour la gestion et l'atténuation des catastrophes et le développement de stratégies de rétablissement. L'analyse des données spatio-temporelles peut être une technique utile pour prédire les

conséquences d'une catastrophe naturelle, telles que les inondations, les incendies, les dommages structurels et les épidémies. En évaluant les données historiques et d'observation, on peut dégager des modèles qui pourraient aider à évaluer le risque d'événements associés aux catastrophes naturelles.

- **Les sciences de l'environnement** : La science de l'environnement est l'une des disciplines scientifiques les plus importantes pouvant tirer parti des SIG temporels. Les applications à grande échelle de cette technologie peuvent inclure l'évaluation des risques de déversements chimiques localisés, la caractérisation de l'utilisation des ressources régionales ou l'évaluation des effets globaux du changement climatique ; L'analyse spatio-temporelle a le potentiel de faire progresser la compréhension des tendances environnementales et de l'impact du changement. Ici le SIG temporel est aussi utilisé pour étudier :
  - La surveillance des ressources en eau
  - Les effets de la sécheresse et des précipitations
  - Les effets du changement climatique
- **Le transport** : Le SIG temporel peut être un outil important dans la planification des transports. La planification du transport public est un exemple où un SIG temporel peut être utilisé pour modéliser les changements dans un réseau de transport en commun au cours de différentes périodes. Dans la plupart des cas, les itinéraires de transport en commun changent en fonction de l'heure du jour et du jour de la semaine. Dans un SIG temporel, ces données peuvent être stockées et analysées.
- **Le traitement des données historiques** : Le SIG temporel est un outil important dans le traitement des données historique, car il permet d'extraire facilement des synthèses utiles à la prise d'une décision, il permet aussi de représenter les différentes étapes (époques, périodes, voisins) d'une nation ainsi que les expansions géographiques au fil du temps.

## 6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons vu d'une manière générale la notion sur les systèmes d'informations géographiques (SIG), leurs différents composants et fonctionnalités, ainsi que la notion sur les SIG spatio-temporel. Dans le chapitre suivant nous verrons l'apport des systèmes d'informations géographiques dans la recherche historique ou dans l'histoire.

## **Chapitre II: Les SIG historiques**

### **1. Apport d'un SIG dans la recherche historique Pinol [2]**

Si les systèmes d'information géographique (SIG) sont relativement anciens, ce n'est que tardivement que la communauté historique s'en est emparée. Depuis la fin des années 1990, plusieurs rencontres, dans le cadre des conférences internationales organisées par la Social Science History Association ont débattu des atouts qu'ils pouvaient présenter pour la recherche historique.

Le système d'information géographique(SIG) offre à la recherche historique tout un éventail de solutions, parmi lesquelles nous pouvons citer :

#### **a. La construire de fonds de cartes**

Utiliser le SIG pour la recherche historique implique, le plus souvent de partir de cartes dressées à l'époque étudiée, de caler ces dernières, c'est-à-dire d'établir une correspondance entre les informations qu'elles rassemblent et des cartes actuelles en choisissant un système de projection. Cette première étape permet ensuite de vectoriser les informations sous forme de points, lignes ou polygones disposant d'identifiant, repris dans la base de données attributaires. A partir de là, Les requêtes (questions) posées à la base de données en combinant plusieurs informations se traduiront par des cartes ; réciproquement, les transformations opérées sur la carte, simple comptages, regroupement ou sélection d'objets, pourront être intégrées à la base de données.

#### **b. La production de l'information**

A partir du moment où une carte raster est transformée en carte vectorisée, les SIG fournissent toute une série d'informations sur les objets. Concernant les polygones, le SIG indique aussi bien le périmètre que la surface. Ces informations ne sont pas fournies par les cartes archivées.

De même il devient possible de mesurer les itinéraires, en tenant compte des impossibilités physiques (franchissement d'un cours d'eau, absence de pont.) et d'observer les trajets dans l'espace urbain ou rural, en tenant même compte de l'impact du relief sur les déplacements si l'on dispose d'informations sur l'altitude.

#### **c. La prise en compte de la mesure du temps**

La cartographie dynamique est probablement l'une des utilisations les plus prometteuses pour la recherche historique mais elle est plus adaptée à la diffusion dans le cadre de sites Web que pour les publications imprimées. Elle permet de suivre la diffusion d'un phénomène et analyser des séquences de temps. Ceci permet souvent de révéler des aspects que la seule analyse classique des sources écrites ne permet pas forcément de percevoir.

#### **d. Exportation des données dans le géo portail**

Les SIG permettent aujourd'hui d'exporter des fichiers qui peuvent s'ouvrir dans des systèmes cartographiques sur internet et qui peuvent donner au travail historique une dimension « grand public » qui non seulement est spectaculaire mais qui apporte beaucoup à la connaissance.

L'utilisation des SIG pour la recherche historique ne se limite pas à l'adoption de méthodes nées de la révolution digitale ou numérique ; elle génère de nouveaux questionnements et

permet de formuler des interrogations qui seraient impensables en l'absence de la possibilité de tester rapidement certaines hypothèses par la réalisation rapide de séries cartographiques.

## 2. Principales solutions du marché

Le choix d'un logiciel SIG s'avère parfois difficile. Bien que leurs objectifs soient communs chacun de ces logiciels a ces propres fonctionnalités, avantages et inconvénients. Les plus connus et les plus utilisés au monde sont Mapinfo de Pitney Bowes Software et Arcgis de ESRI leur inconvénient majeur reste le prix qui n'est pas à la portée de tout le monde, heureusement ils existent d'autres logiciels SIG gratuits voir même Open Source comme QGIS de Open Source Geospatial (OSGeo) et GRASS GIS DE GRASS Development Team. [7]

Dans ce qui suit on va lister les logiciels SIG les plus utilisés au monde avec leurs fonctionnalités :

### a. QGIS

QGIS est un Système d'Information Géographique (SIG) convivial distribué sous licence publique générale. C'est un projet officiel de la fondation Open Source Geospatial (OSGeo). Il est compatible avec Linux, Unix, Mac OS X, Windows et Android et intègre de nombreux formats vecteur, raster, base de données et fonctionnalités.

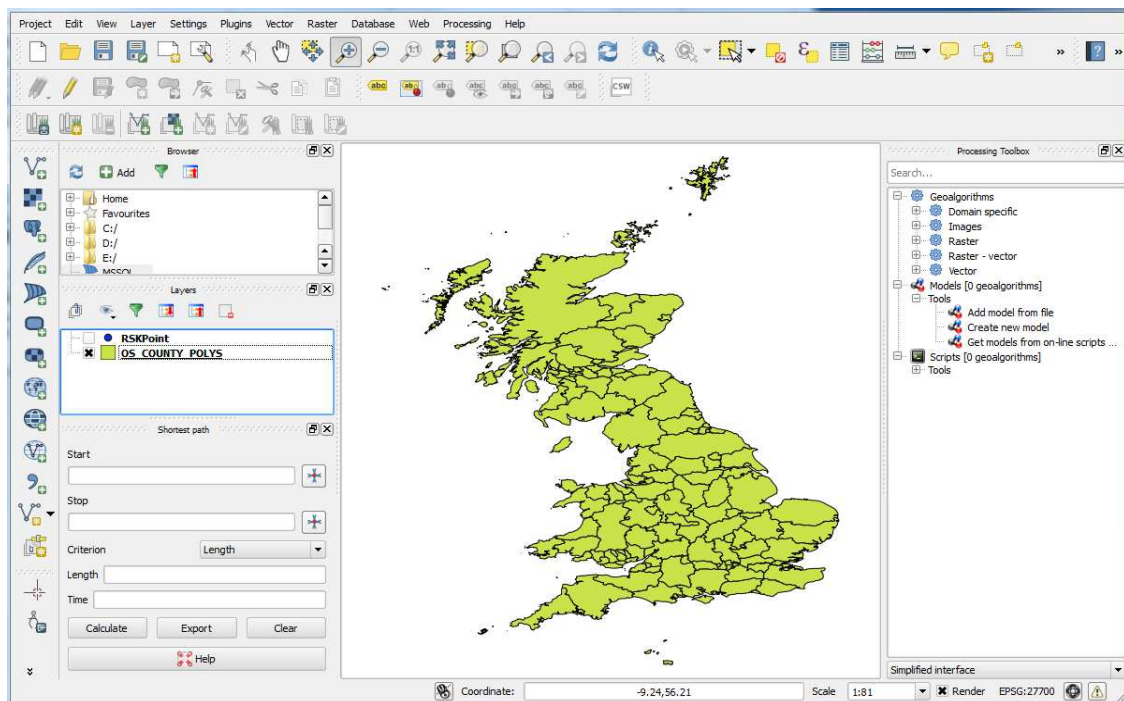


Figure 6: Interface du logiciel QGIS

### b. Mapinfo

Mapinfo Professional est un système d'information géographique avec des fonctionnalités d'intelligence géospatiale qui permettent aux entreprises de comprendre leurs activités, d'analyser les tendances géographiques, et de prendre des décisions critiques avec une meilleure connaissance des risques et des opportunités. Il est produit par l'éditeur Pitney Bowes Software.



#### d. ArcGis

ArcGis Est un système complet qui permet de collecter, organiser, communiquer et diffuser des informations géographiques. En tant que principale plateforme de développement et d'utilisation des systèmes d'informations géographiques (SIG) au monde, ArcGis est utilisé par des personnes du monde entier pour mettre les connaissances géographiques au service du gouvernement, des entreprises, de la science, de l'éducation et des médias. ArcGis permet la publication des informations géographiques afin qu'elles puissent être accessibles et utilisables par quiconque. Le système est disponible partout au moyen de navigateur Web, d'appareils mobiles tels que des smartphones et d'ordinateur de bureau.



**Figure 9: Interface ArcGIS**

### 3. Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons vu l'apport des SIG dans la recherche historique, notamment dans la construction de fonds de cartes, production de l'information etc. et quelques principales solutions du marché. Le chapitre suivant sera consacré à la conception de notre application SIG.

## Chapitre III : Conception et Implémentation

### 1. Introduction

Notre objectif est de réaliser une application SIG historique, plus précisément l'histoire de l'Algérie. Nous voulons par ce travail évaluer l'apport des systèmes d'informations géographiques (SIG) dans la recherche historique.

Pour ce faire, nous avons divisé notre chapitre en deux parties, l'une concernant la conception et l'autre l'implémentation.

- ✓ **Partie 1 :** Dans cette partie, nous allons présenter les outils utilisés pour le développement de notre application, la nature des documents utilisés, le MCD et le dictionnaire de données concernant notre application.
- ✓ **Partie 2 :** Dans la deuxième partie nous allons présenter la structure globale de notre application, et les résultats obtenus.

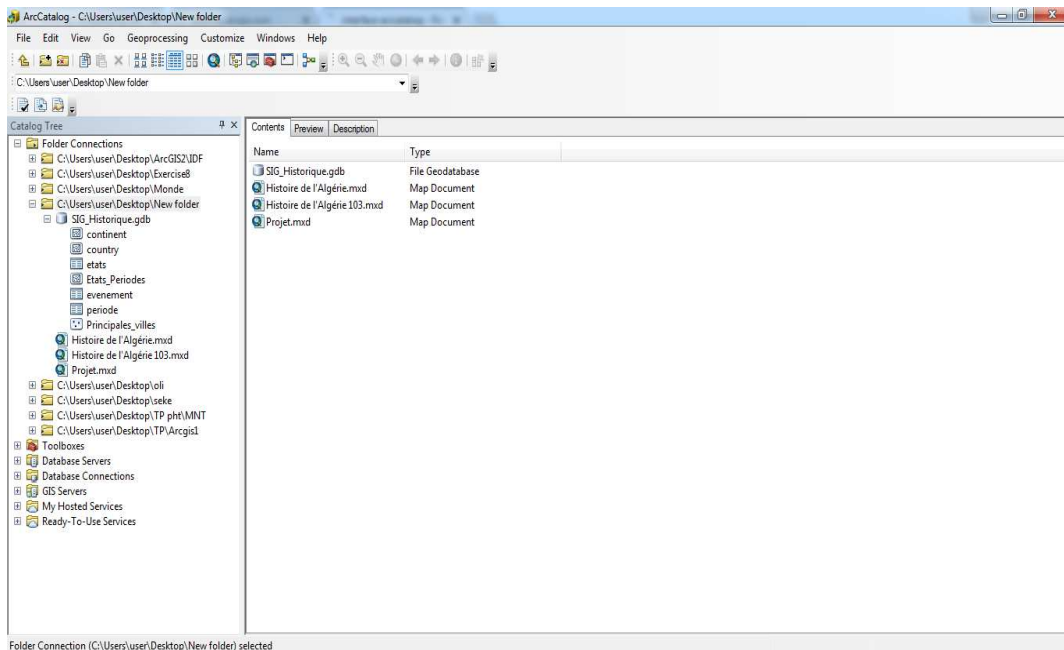
### 2. Conception de l'application

#### a. Outils de développement

Pour réaliser cet objectif, nous avons utilisé :

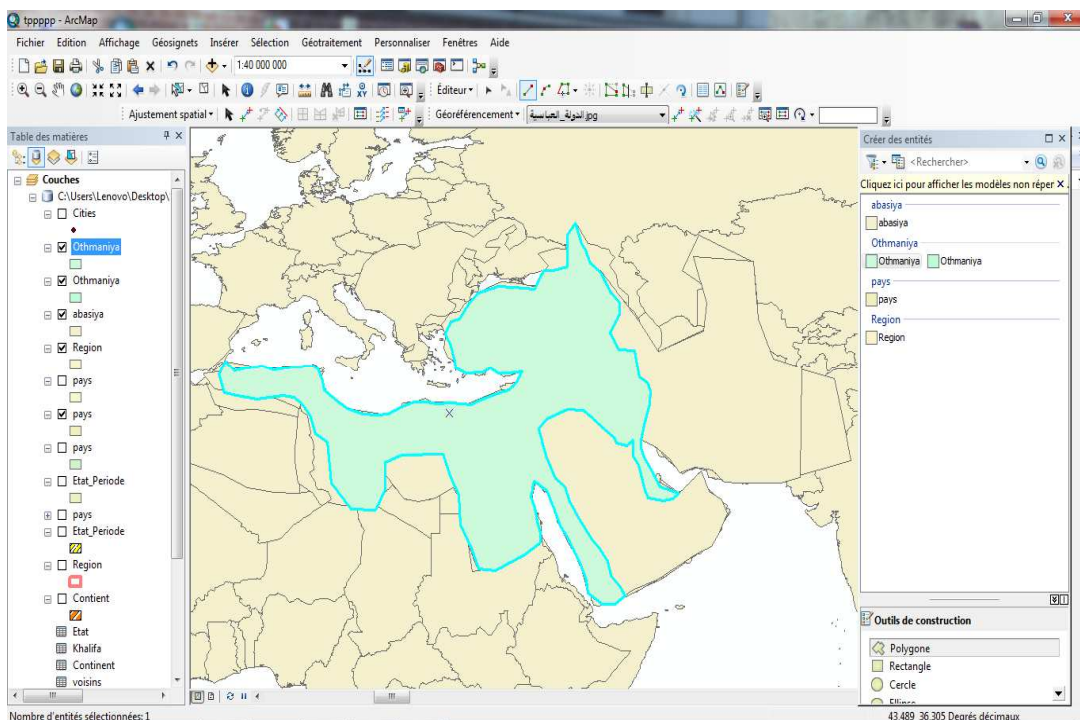
-ArcCatalog et ArcMap

- **ArcCatalog :** fournit une fenêtre de catalogue pour organiser et gérer différents types d'informations géographiques pour ArcGis for Desktop. Les informations qui peuvent être organisées et gérées dans ArcCatalog comprennent :
  - Les Géodatabases
  - Les fichiers raster
  - Les Boites à outils de géo traitement, modèles et script Python
  - etc.



**Figure 10 : Interface du logiciel ArcCatalog**

- **ArcMap** : c'est l'application centrale d'ArcGis. Elle permet de réaliser les tâches suivantes :
  - Visualiser des données spatiales et attributaires (Etiquetage, symbologie, Filtrage d'entités)
  - Saisir et mettre à jour ces données (Numérisation d'entités, saisie de données attributaires, etc...)
  - Créer des mises en page cartographiques afin de présenter ces résultats (cartes, rapport, diagrammes,...)



**Figure 11 : Interface du logiciel ArcMap**

## **b. Natures des documents utilisés**

- Carte du monde
- Cartes raster qui ont servies pour la numérisation des différentes couches géographiques
- Différentes carte pour le développement historique de l'Algérie
- Les informations historiques de l'Algérie

## **c. Etudes conceptuelle [3]**

### **a. Introduction**

Durant la phase de conception, on effectue simultanément l'étude des données et l'étude des traitements en utilisant la Méthode Merise.

### **b. Modèle conceptuel de données (MCD)**

#### **Définition**

Le modèle conceptuel de données (MCD) a pour but de décrire l'information structurée du système d'information, il représente : une approche facile à comprendre et une représentation schématique claire des données, la structure globale et logique d'une base de données suivant le formalisme entité association ou également entité liaison, objet relation individuelle.

- **Présentation des concepts de base :**

Le MCD est basé sur les concepts suivants :

- **Objet :**

**Définition :** un objet est un ensemble d'objets ou individus de même nature pourvus d'une existence propre, et ont la définition est conforme aux choix de gestion de l'organisation.

Nom de l'objet

**Tableau 4 : Représentation d'un objet dans un MCD**

- **Occurrence d'un Objet :**

Une occurrence d'un objet est un élément individualisé appartenant à cet objet ou un ensemble ayant une existence propre d'occurrence de ces propriétés.

- **La relation :**

Une relation entre objet est une association perçue dans le réel entre deux ou plusieurs objets.

➤ **La propriété (Attribut) :**

Une propriété est une donnée élémentaire que l'on perçoit sur un objet ou sur une relation entre objets.

➤ **Les cardinalités :**

La notion de cardinalité est définie comme étant un couple de valeurs représentant le nombre de fois ou une occurrence quelconque de cette entité est impliquée dans cette association dans un MCD chaque branche d'association forme un couple de cardinalité minimum et maximum :

- ❖ Cardinalité Minimum : C'est le nombre de fois minimum qu'une occurrence de l'objet participe à l'occurrence de la relation, elle peut prendre les valeurs (0 ou N).
- ❖ Cardinalité Maximum : Indique le nombre de fois maximum qu'une occurrence de l'objet participe à l'occurrence de la relation, elle peut prendre les valeurs (1 ou N).
- **Règle de vérification et de normalisation du modèle :**

Le concepteur doit réfléchir à une modélisation qui évite le plus possible de la redondance de l'information, tout en restant fidèle aux règles de gestion, pour le guider on propose sept règles.

Un modèle très normalisé permettra d'élaborer le MCD sur une base nette.

**Règle 01 :** Existence d'une identifiant pour chaque objet.

**Règle 02 :** Pour chaque occurrence d'un objet, chaque propriété ne peut prendre une seule valeur.

**Règle 03 :** Toutes les propriétés doivent être élémentaires, c.-à-d. non décomposable.

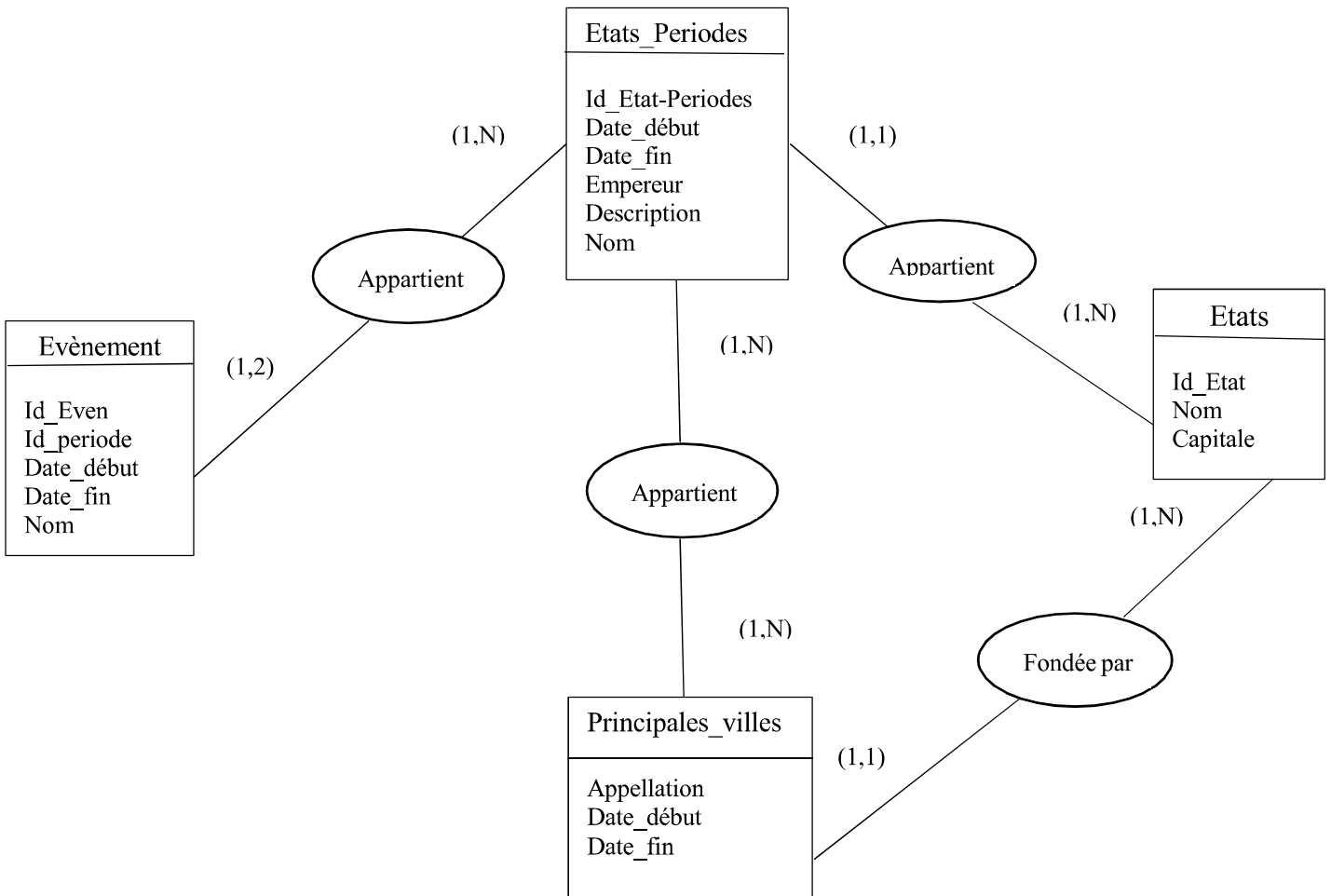
**Règle 04 :** Toutes les propriétés autres que l'identifiant doivent dépendre pleinement et directement de leur identifiant.

**Règle 05 :** A chaque occurrence d'une relation correspond une et une seule occurrence de chaque objet participant à la relation.

**Règle 06 :** Pour chaque occurrence d'une relation, il ne peut exister qu'une seule valeur pour chaque propriété de la relation.

**Règle 07 :** Toutes les propriétés d'une relation doivent dépendre de l'identifiant de la relation.

- **Elaboration du MCD**



**Figure 12 : Modèle Conceptuel de données**

Cette figure illustre la structure de notre modèle conceptuel de données (MCD), les différentes relations entre tables, leurs cardinalités ainsi nous pouvons voir :- Pour la Table Evènement, un ou deux évènements peuvent appartenir à une ou plusieurs période.

-Table Etats\_periodes, une et une seule période, peut appartenir à un ou plusieurs Etats.

-Table Principales villes, une et une seule ville peut être fondée par un ou plusieurs Etats.

**b. Modèle logique des données (MLD)**

La représentation logique c'est le passage de la description conceptuelle à l'implémentation physique de la base de données. Elle permet de définir l'organisation logique des données à

partir du modèle conceptuel valide et l'optimisation de cette description, compt tenu des traitements a appliqué à l'information.

- **Règles de passage du MCD au MLD :**

**Règles pour les objets :**

- ❖ L'objet se transforme en une table.
- ❖ L'identifiant de l'objet devient la clé primaire de la table.
- ❖ Les propriétés de l'objet deviennent des attributs de la table.

**Règles pour les relations :**

- ❖ L'objet père devient la table père.
- ❖ L'objet fils devient la table fils.
- ❖ L'identifiant de l'objet père devient attribut de la table fils, cet attribut est aussi appelé clé étrangère.
- ❖ Les propriétés de la relation deviennent les attributs.

**En cas d'autres relations :**

- ❖ L'objet devient une table ; l'identifiant de l'objet devient la clé de la table, une relation devient une table.
- ❖ L'identifiant de la relation devient la clé primaire de la table.

- **Elaboration du MLD**

**T-Evènement** (Id-Even, Id-periode, Date\_début, Date\_fin, nom, \*Id\_Etats-Periodes).

**T-Etats** (Id-Etat, Nom, Capitale).

**T-Principales-Villes** (Appellation, Date\_début, Date\_fin,\*Id\_Etat).

**T-Etats\_Periodes** (Id\_Etats-Periodes, Date\_début, Date\_fin, Empereur, Descr, Nom).

### **3. Implémentation de notre application**

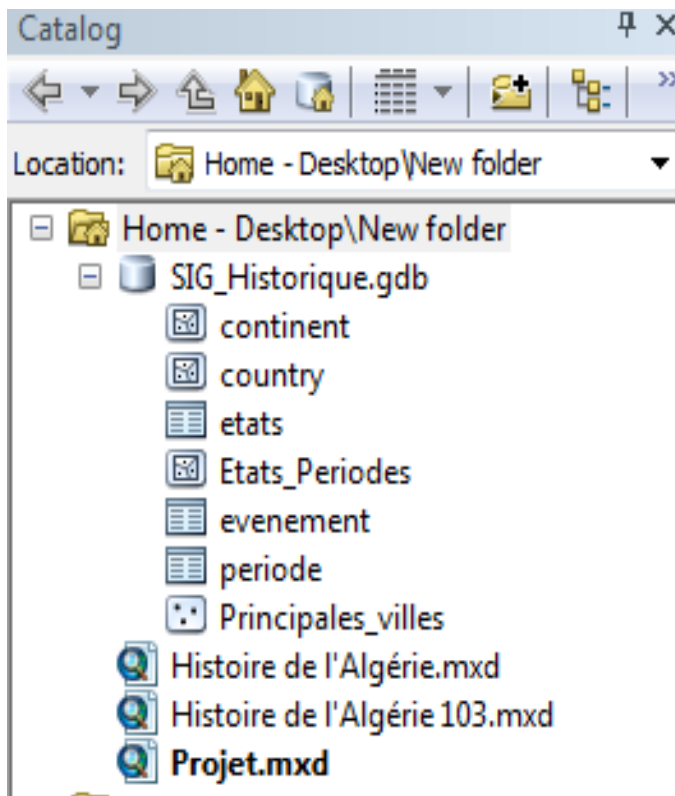
#### **3.1. Structure de la base de données**

Notre base de données porte le nom de : SIG\_Historique, elle comporte 7 tables.

Les tables ponctuelles contiennent les informations concernant les différents points proposés dans notre application ; les tables « polygone »contiennent toutes les informations concernant les polygones de notre application.

Nous allons décrire la structure de notre base de données avec les tables les plus importantes de notre application.

- ArcCatalog



**Figure 13 : Base de données SIG\_Historique**

Dans cette figure, nous pouvons voir la structure de notre base de données, ainsi que les tables qu'elle contient.

#### A. Table Principales\_villes

La table Principales\_villes contient toutes les informations concernant les différentes villes, leurs appellations dans le temps.

OBJECTID *	SHAPE *	appellation	Date_début	Date_fin
33	Point	oran	1830	2018
34	Point	alger	1830	2018
35	Point	oran	1840	<Null>
36	Point	delys	1840	<Null>
37	Point	alger	1840	2018
38	Point	setif	1840	<Null>
39	Point	constantine	1840	2018
40	Point	oran	1900	<Null>
41	Point	alger	1900	<Null>
42	Point	constantine	1900	<Null>
43	Point	ghardaia	1900	<Null>
44	Point	oran	1956	<Null>

**Figure 14 : Table Principales\_villes**

Dans la figure ci-dessus, nous montrons le type de chaque champ de la table Prinvipales\_villes.

Field Name	Data Type
OBJECTID	Object ID
SHAPE	Geometry
appellation	Text
Date_début	Short Integer
Date_fin	Short Integer

Figure 15 : Attributs de la table Principales\_villes

## B. Table Etats\_Periodes

La table Etats\_Periodes, contient les informations sur les différents états, les différentes grandes périodes et leurs dates (début et fin), ainsi que les noms des rois empereurs ou fondateurs.

OBJECTID*	Shape*	Id	date_debut	date_fin	empereur	descr
1	Polygon	1	-814	146		fondation de carthage, debut de la guerre punique
2	Polygon	1	-814	146		fondation de carthage, debut de la guerre punique
3	Polygon	2	-27	70	Augustin	fondation de l'afrique proconsulaire par Auguste
4	Polygon	2	-27	70	Augustin	Fondation de l'afrique proconsulaire par Auguste
5	Polygon	3	70	390	Théodose premier	Creation d'un Vandales
6	Polygon	3	70	390	Théodose premier	Creation d'un Vandales
9	Polygon	4	390	430	Romulus augustule	Genseric s'empare de Carthage
10	Polygon	4	390	430	Rromulus augustule	Genseric s'empare de Carthage
11	Polygon	4	390	430	Rromulus augustule	Genseric s'empare de Carthage
12	Polygon	5	430	533	Tihrasamund	Creation de d'un royaume vandale constitus de l'anncienne proconsulaire de la numidie .
13	Polygon	6	534	647	Justinien	Les Byzantins ne dispose que d'une armée de 18000 hommes, limitent leur occupations à la partie or
14	Polygon	6	534	647	Justinien	Les Byzantins ne dispose que d'une armée de 18000 hommes, limitent leur occupations à la partie or
15	Polygon	6	534	647	Justinien	Les Byzantins ne dispose que d'une armée de 18000 hommes, limitent leur occupations à la partie or
16	Polygon	7	767	909	Abderahmen ibn roustoum	ROSTOMIDES

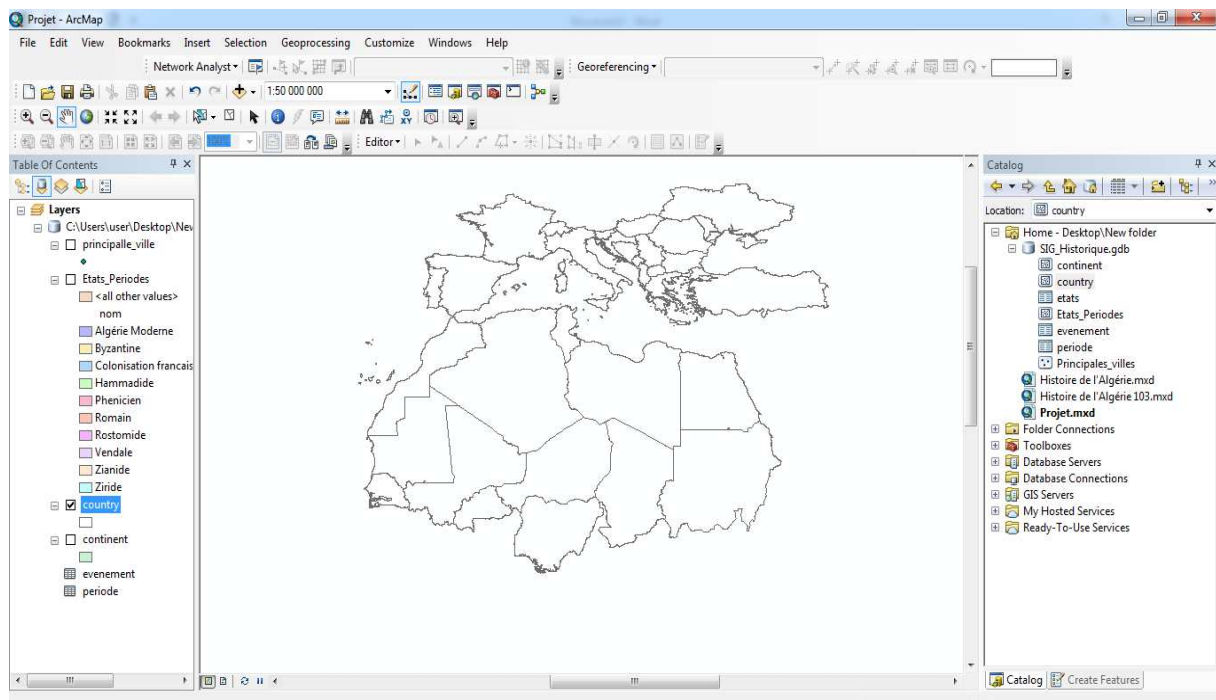
Figure 16 : Table Etats\_Periodes

La Figure 16 nous montre le type de chaque champ de la table Etats\_Periodes.

Field Name	Data Type
OBJECTID	Object ID
Shape	Geometry
Id_Etat-Periodes	Long Integer
date_debut	Double
date_fin	Double
empereur	Text
descr	Text
Shape_Length	Double
Shape_Area	Double
nom	Text

**Figure 17 : Attributs de la table Etats\_Periodes**

Cette figure nous montre la vue globale d’ArcMap, en haut nous avons les barres d’outils, à gauche nos différentes couches et au centre la vue de notre application SIG\_Historique.

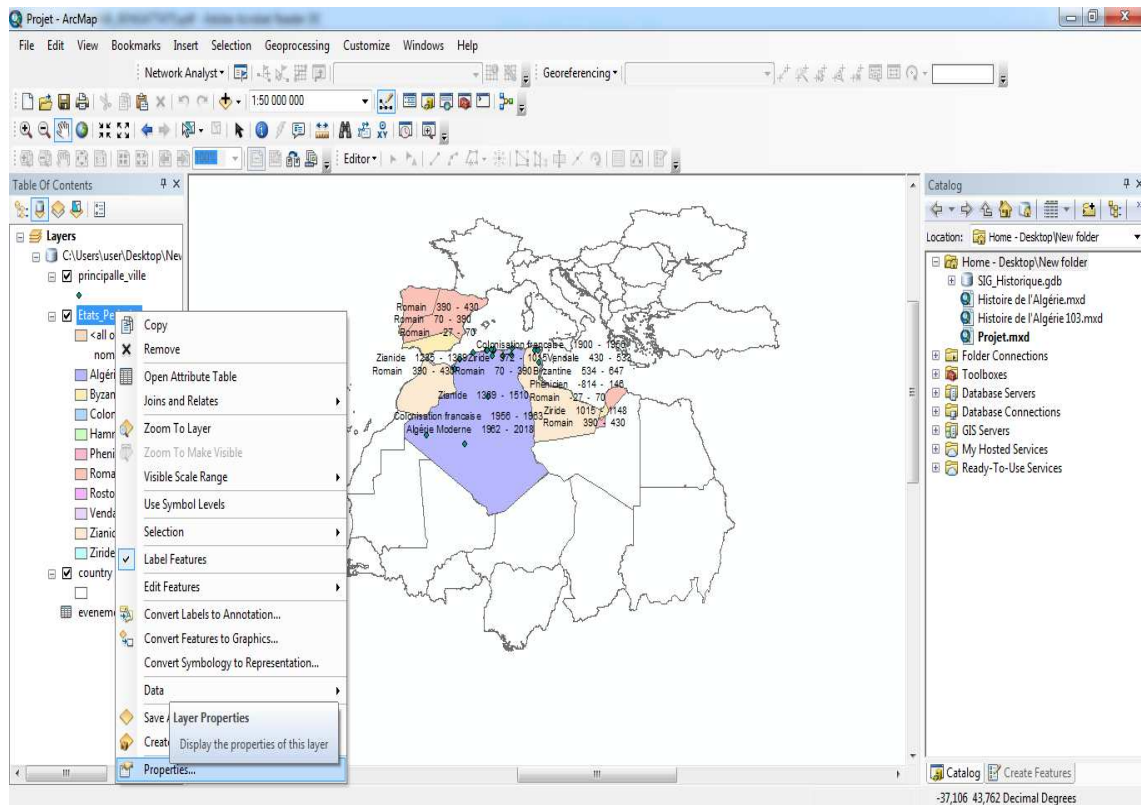


**Figure 18 : Interface ArcMap**

- **Utilisation de données temporelles dans ArcGis**

Les données temporelles peuvent être visualisées dans ArcGis après activation des propriétés de temps sur une couche.

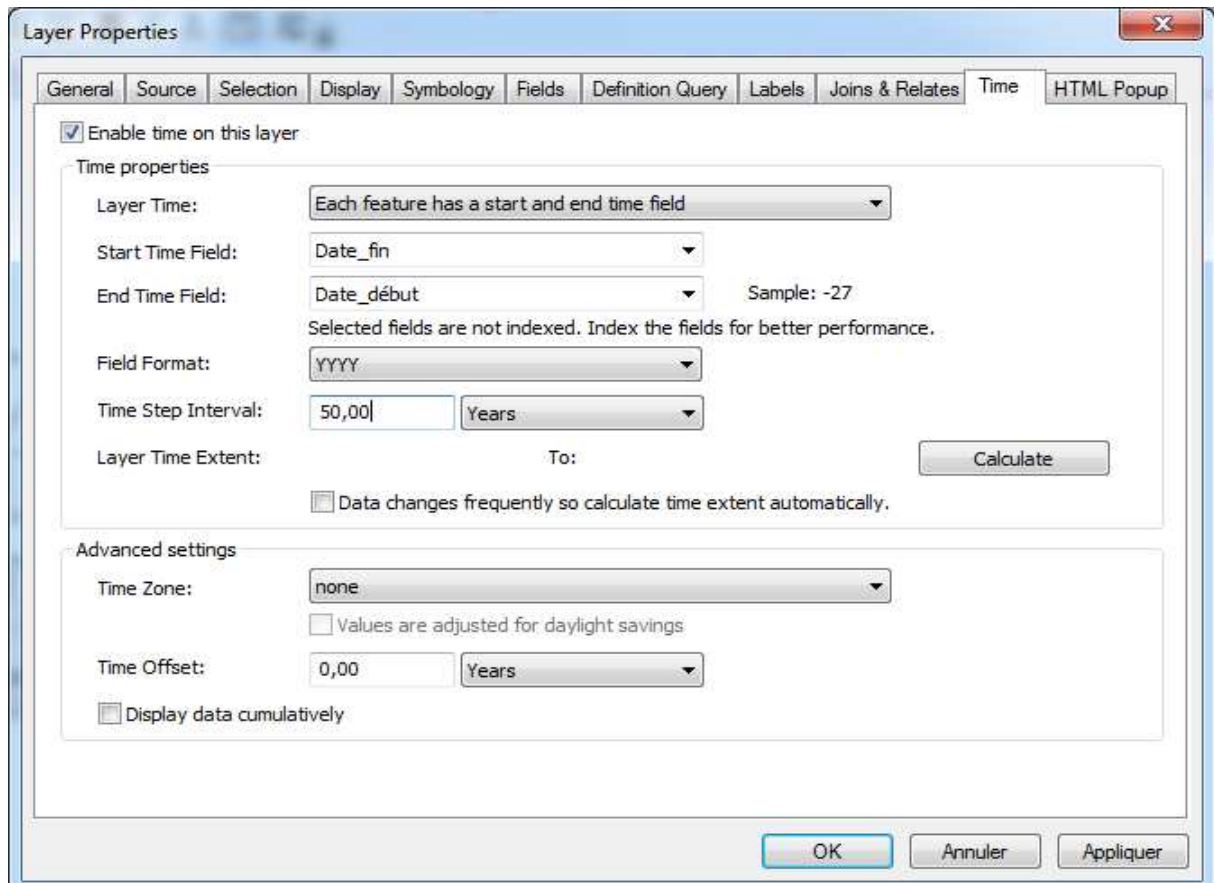
Pour cela, il faut définir les propriétés de temps de la couche dans l’onglet « Temps » de la boîte de dialogue propriété de la couche, une fois que les propriétés de temps ont été définies pour les données temporelles, on peut les visualiser à l’aide du curseur temporel.



**Figure 19 : Boite de dialogue (Propriété de la couche)**

- **Activation des propriétés de temps sur une couche**

Cette figure nous montre, comment activer les propriétés de temps d'une couche (avec un pas de 50 ans) dans l'onglet « Temps ».

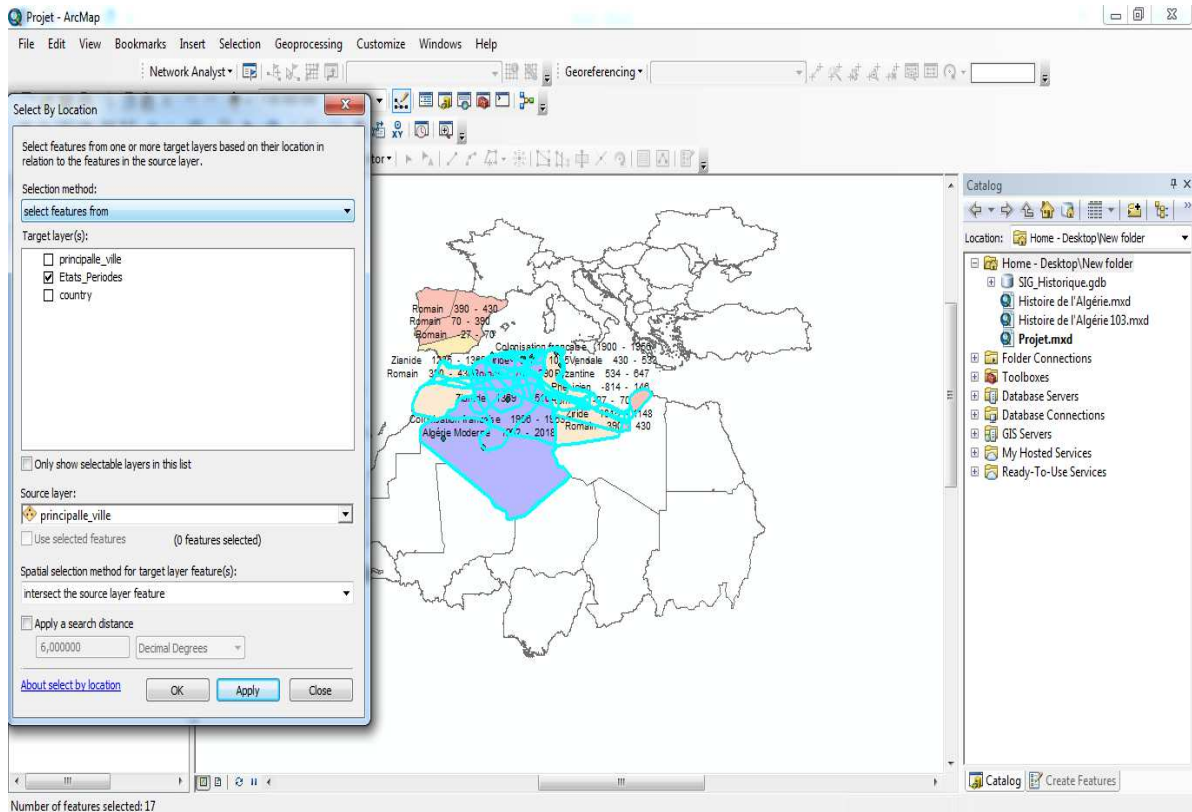


**Figure 20 : Activation des propriétés temps**

- **Quelques exemples de sélections spatio-temporelles**

Dans la Figure 21, nous pouvons voir comment faire par exemple une sélection des Etats qui possédaient la ville d'Alger (dans notre cas, sélection des états), en cliquant sur l'onglet « Sélection » de la barre d'outils, puis sur « Select by location ».

Nous pouvons aussi visualiser les résultats de la sélection (select by location) sur la carte, à travers la figure ci-dessus :



**Figure 21 : Résultat de la sélection (select by location)**

Cette figure nous montre les résultats de la sélection (select by location) dans la table attributaire qui représente les différentes périodes où la ville d'Alger a appartenues aux différents Etats fondés en Algérie.

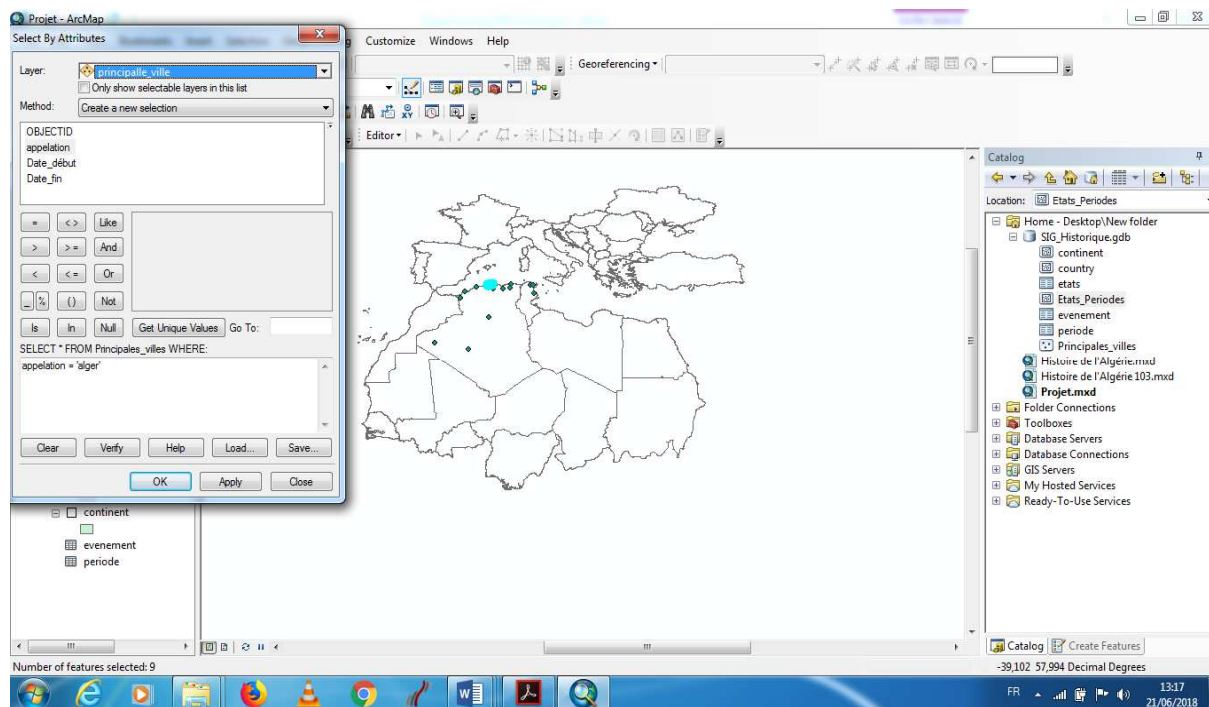
	Shape_Length	Shape_Area	nom
▶	66,197238	70,570263	Phénicien
	24,315205	22,668892	Phénicien
	33,238818	44,421576	Romain
	46,707046	31,608794	Romain
	32,332069	58,325585	Romain
	52,952693	61,857528	Romain
	33,238818	44,421576	Romain
	32,791387	23,946231	Romain
	20,562634	12,255989	Romain
	33,430975	21,832005	Vendale
	5,245878	1,840473	Byzantine

(18 out of 27 Selected)

**Figure 22 : Attributs de la sélection (select by location) des Etats qui possédaient la ville d'Alger**

Dans la figure 23, nous pouvons voir comment faire la sélection des villes (dans notre cas, sélection de la ville d'Alger), en cliquant sur l'onglet « Sélection » de la barre d'outils, puis sur « Select by Attributes ».

Nous pouvons aussi visualiser les résultats de la sélection (select by Attributes) sur la carte, à travers la figure ci-dessus :




**Figure 23 : Résultat de la sélection (select by Attributes)**

Cette figure nous montre les résultats de la sélection (Select by Attributes) dans la table attributaire qui représente l'évolution de la ville d'Alger dans différentes années.

OBJECTID *	SHAPE *	appellation	Date_début	Date_fin
10	Point	carthage	430	<Null>
11	Point	caesarea	430	<Null>
12	Point	hippo regius	430	<Null>
14	Point	icosium	534	<Null>
15	Point	hippo regius	534	<Null>
16	Point	carthago	534	<Null>
18	Point	alger	972	<Null>
19	Point	bougie	972	<Null>
20	Point	constantine	972	2018
21	Point	tunis	972	<Null>
22	Point	kairaouan	1015	<Null>
23	Point	alger	1014	<Null>
24	Point	bougie	1014	<Null>
25	Point	kalaa	1014	<Null>
26	Point	alger	1235	<Null>
27	Point	tlemcen	1235	<Null>
29	Point	alger	1369	<Null>
31	Point	tlemcen	1369	<Null>
32	Point	tunis	1369	2018
33	Point	oran	1830	2018
34	Point	alger	1830	2018
35	Point	oran	1840	<Null>
36	Point	delys	1840	<Null>
37	Point	alger	1840	2018
38	Point	setif	1840	<Null>
39	Point	constantine	1840	2018
40	Point	oran	1900	<Null>
41	Point	alger	1900	<Null>
42	Point	constantine	1900	<Null>
43	Point	ghardaia	1900	<Null>
44	Point	oran	1956	<Null>
45	Point	alger	1956	<Null>
46	Point	constantine	1956	<Null>
47	Point	ghardaia	1956	<Null>
48	Point	adrar	1956	<Null>
49	Point	tindouf	1956	<Null>
50	Point	oran	17	2018
51	Point	alger	17	<Null>
52	Point	constantine	17	2018

Figure 24 : Attributs de la sélection (Select by Attributes) de la ville d'Alger dans différentes années

- **Utilisation de la fenêtre curseur temporel**

La fenêtre curseur temporel fournit des contrôles qui permettent de visualiser des données temporelles dans ArcGis. On peut appeler la fenêtre curseur temporel en cliquant sur le bouton :  **curseur temporel**  dans la barre d'outils. Ce bouton n'est pas disponible si la carte, globe ou scène ne contient aucun jeu de données temporelles.

La figure ci-dessus nous montre la structure de la fenêtre curseur temporel.

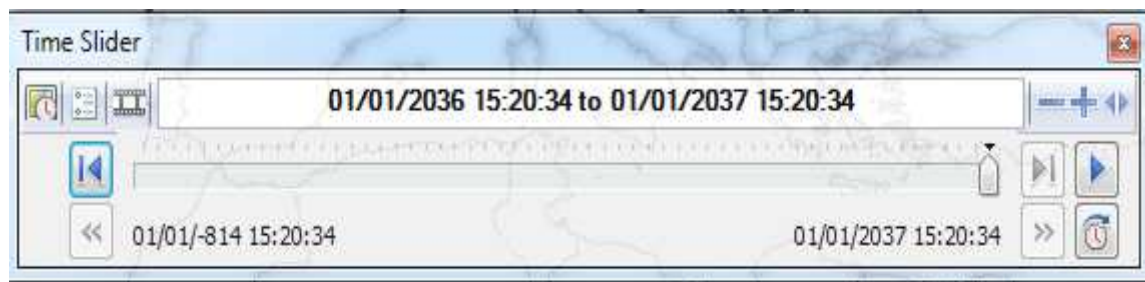






Figure 25 : Fenêtre curseur temporel


- **Fonctionnalités de la fenêtre curseur temporel**


-Le bouton **lecture** , Permet de lire une animation chronologique qui parcourt séquentiellement les données.


-Le bouton **Pause** , ce bouton permet de suspendre l'animation chronologique à tout moment.


**-Prochain Horodatage** , Permet d'avancer jusqu'à l'horodatage suivant.


**-Horodatage Précédent** , Pour reculer jusqu'à l'horodatage précédent.


**-Activer/Désactiver l'heure sur la carte** , Pour basculer entre l'affichage des données en fonction des contraintes de temps définies à l'aide du contrôle de curseur temporel et l'affichage de toute les données sans aucune contrainte de temps.

**-Réduire la durée** , Pour raccourcir la durée du curseur temporel. Cela permet de se concentrer sur une plus courte période.

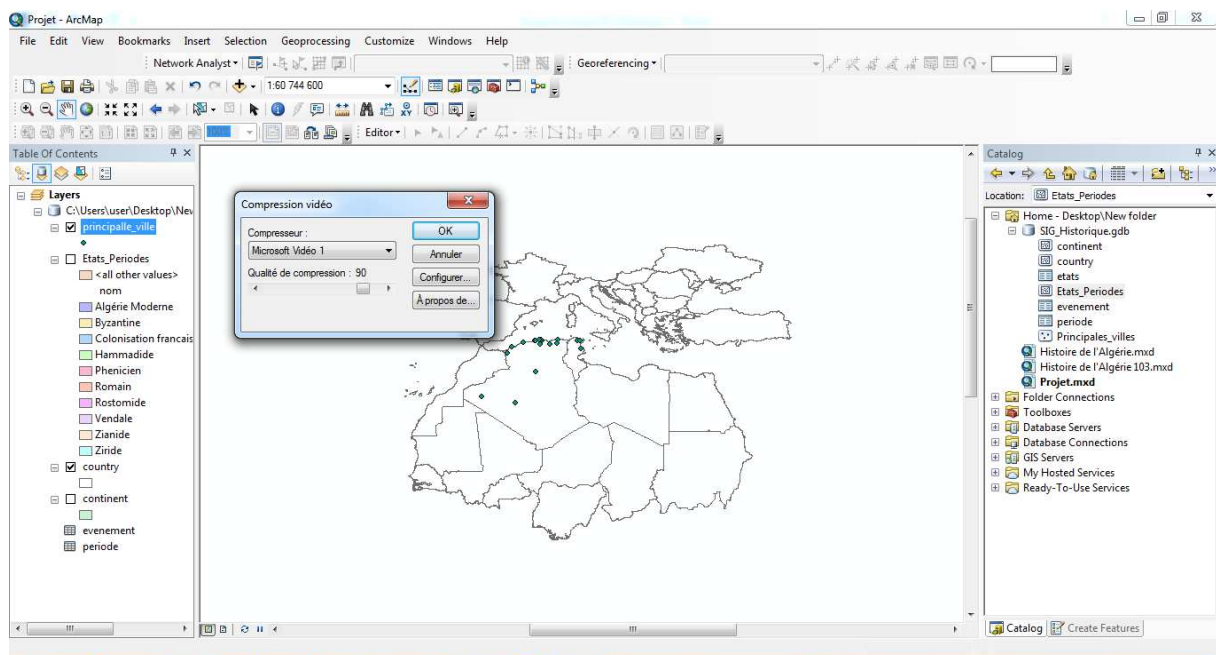
**-Augmenter la durée** , Pour allonger la durée du curseur temporel. Cela permet de se concentrer sur une plus longue période.

**-Durée complète** , Pour définir la durée du curseur temporel sur la durée complète.


**-Mode actif** , Pour commencer à visualiser les plus récentes mises à jour apportées aux données en mode actif.

**-Exporter vers un fichier vidéo** , Pour exporter des visualisations temporelles vers un fichier vidéo.

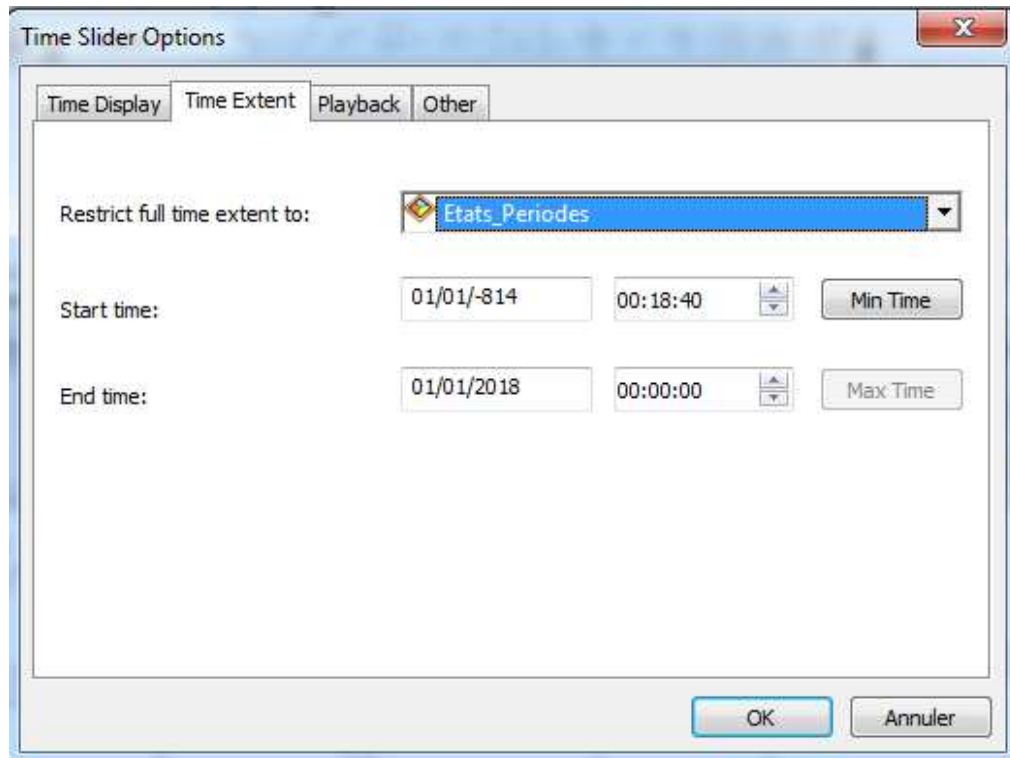
La figure ci-dessous nous montre comment faire la vidéo d'une animation



**Figure 26 : Exportation d'une animation vers un fichier vidéo**

**-Options** , Pour définir les propriétés du curseur temporel.

Cette figure nous montre la fenêtre qui permet de définir les propriétés du curseur temporel :

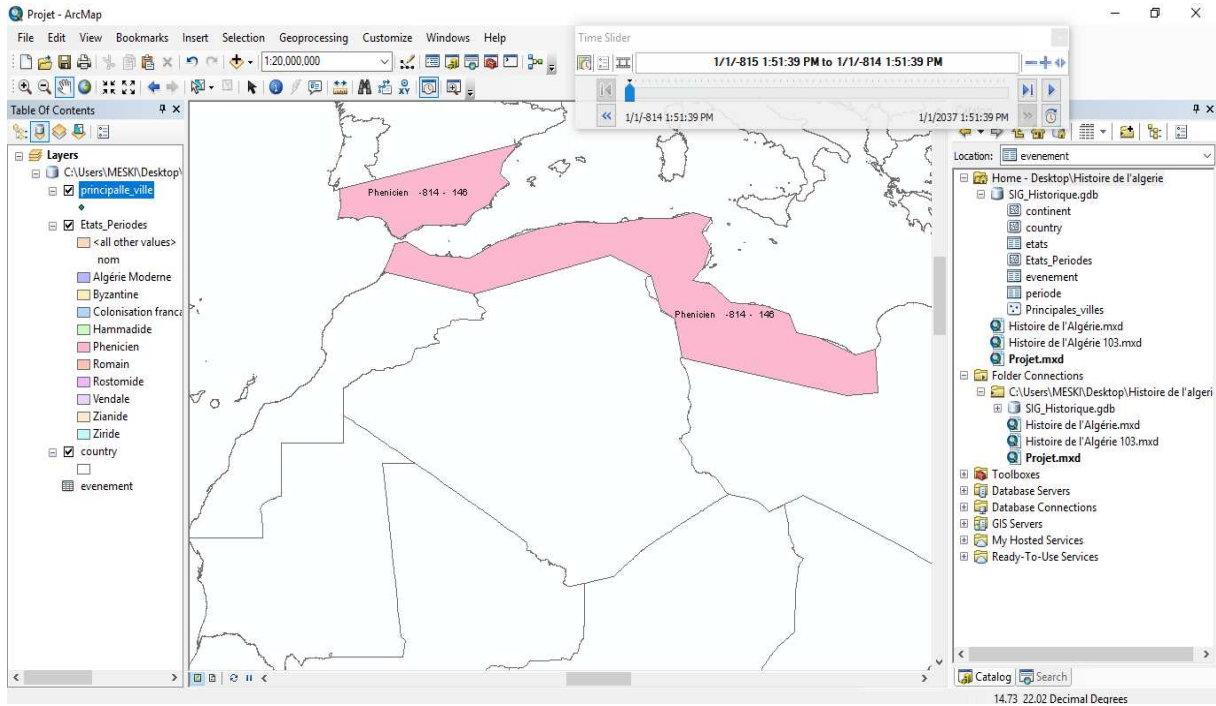


**Figure 27 : Fenêtre option curseur temporel**

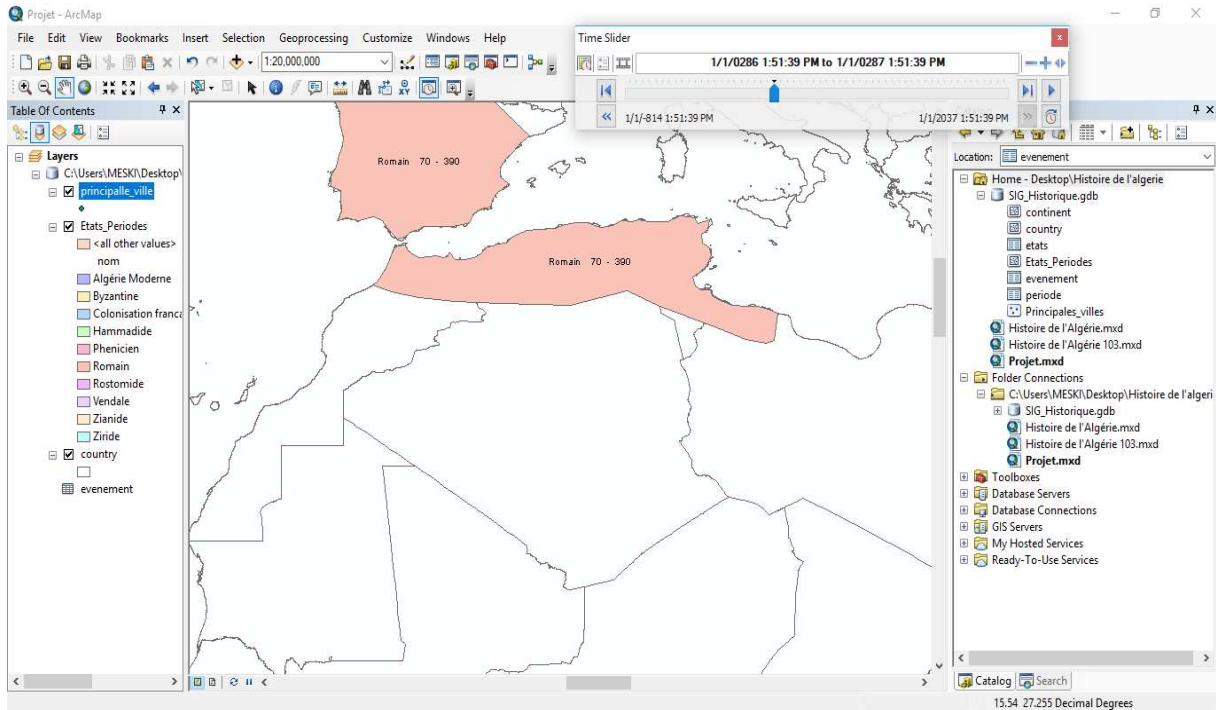
Nous précisons ici, l'étendue temporelle d'analyse de données qui s'étend de l'année -814 av J-C à 2018.

### **3.2. Interfaces de l'Application**

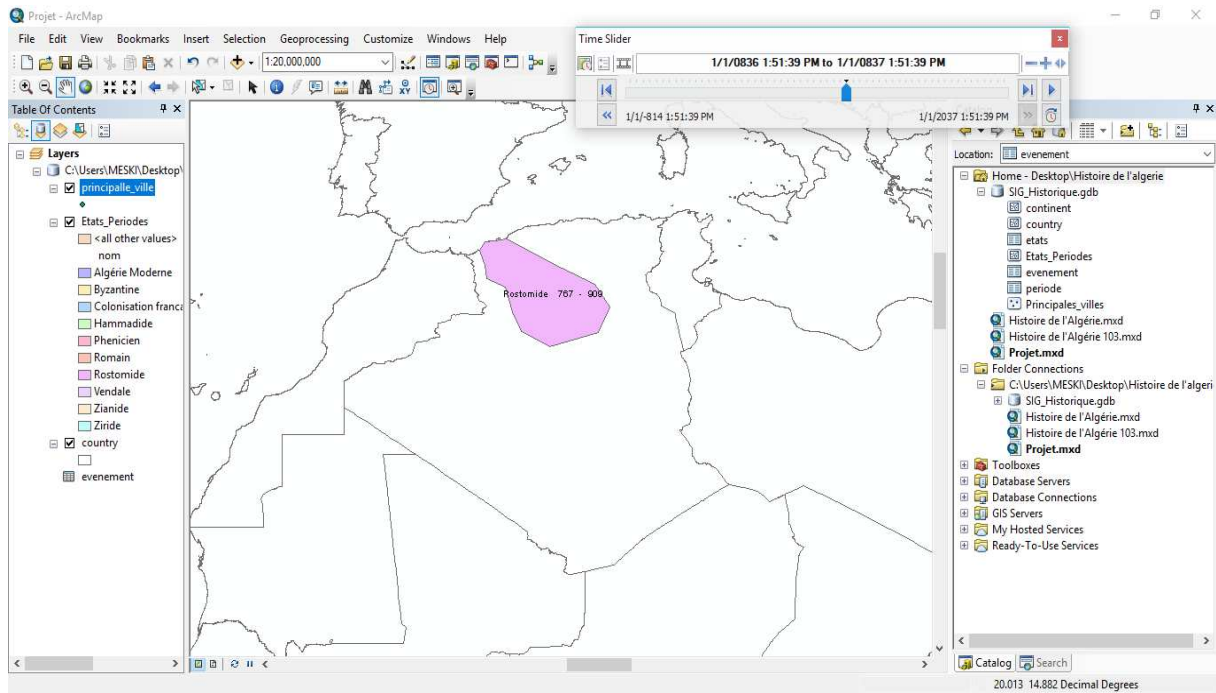
Les figures suivantes nous montrent l'évolution temporelle de l'histoire de l'Algérie en utilisant l'animation temporelle avec ArcGIS. Nous pouvons voir un exemple d'Etats fondée sur le territoire algérien à l'instar de la présence Phénicienne, Romaine, Rostomide Zianide ou la colonisation française



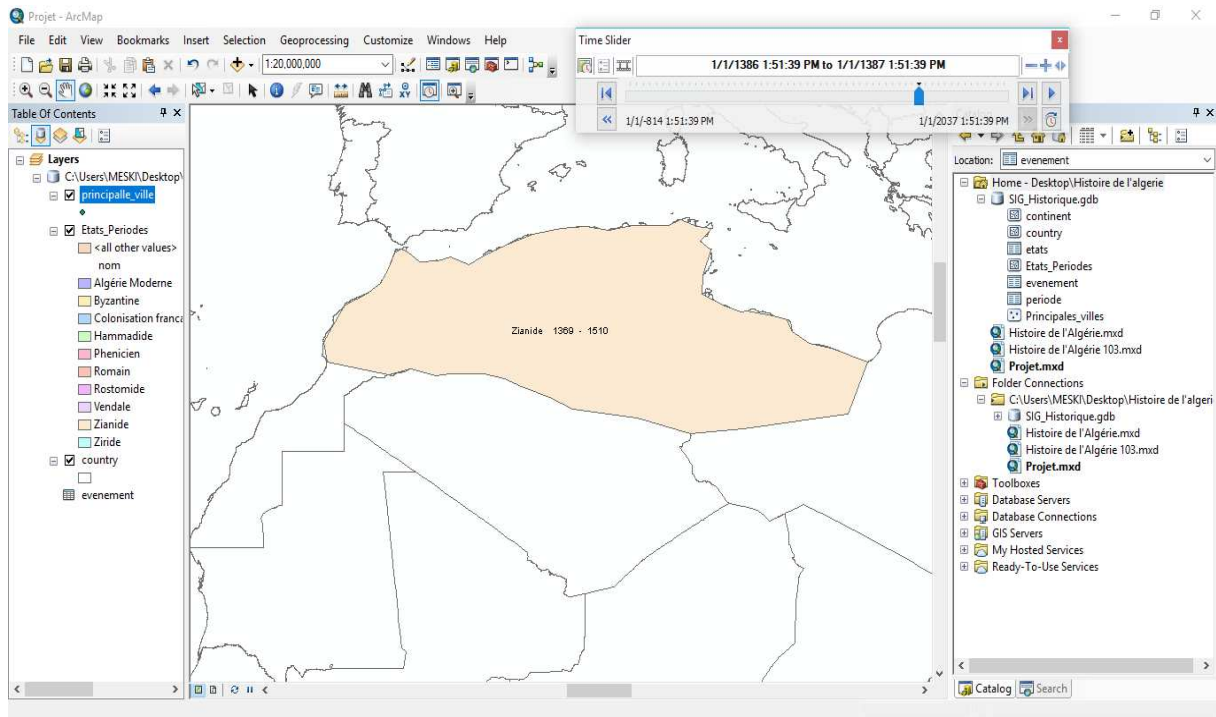
**Figure 28 : Phénicien -814 – 146**



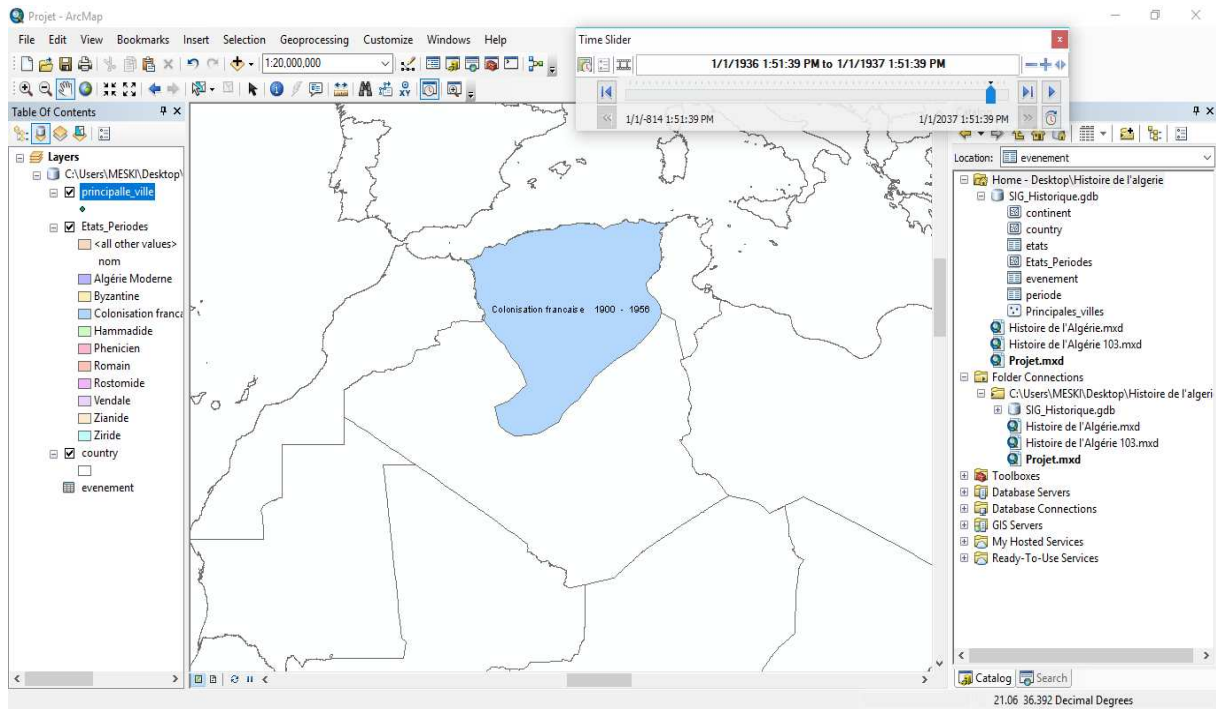
**Figure 29 : Romain 70 - 390**



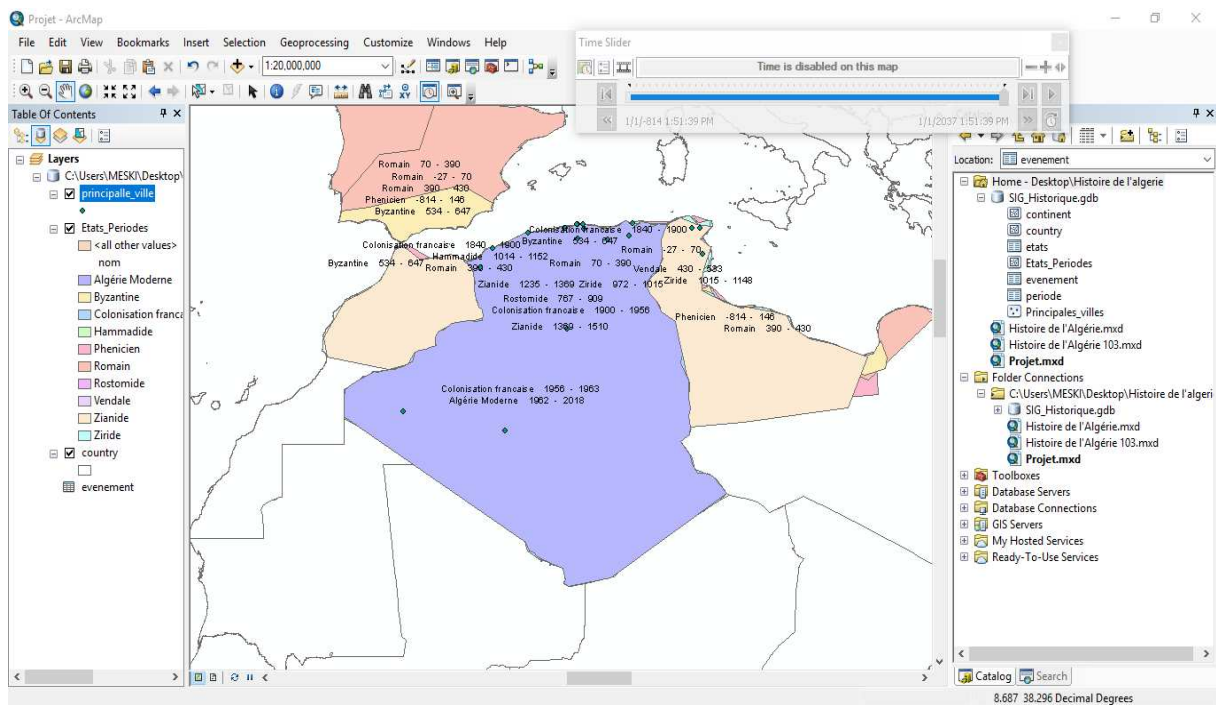
**Figure 30 : Rostomide 767 – 909**



**Figure 31 : Zianide 1360 – 1510**



**Figure 32 : Colonisation française 1900 – 1956**



**Figure 33 : Algérie Moderne 1962 – 2018**

#### **4. Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons présenté d'une manière globale toutes les étapes de conception et d'implémentation de notre application. Pour cela, nous avons utilisé ArcCatalog pour concevoir notre base de données, ArcMap pour la visualisation et le traitement de nos données géographiques et la fenêtre curseur temporel pour une meilleure utilisation et visualisation des données temporelles dans ArcGis.

## **Conclusion générale**

L'objectif principale de ce projet est d'évaluer l'apport de système d'information géographique dans la recherche historique, et plus précisément dans l'histoire des civilisations tout en décrivant de manière dynamique leurs apports en matière d'arts, de culture, d'inventions.

Dans ce rapport nous avons vu, la notion sur les systèmes d'informations géographiques, leurs fonctionnalités et leurs différents composants, la notion sur les SIG spatio-temporel dans le premier chapitre et dans le second chapitre, nous avons vu l'apport des systèmes d'informations géographiques dans la recherche historiques, ainsi que quelques principales solutions du marché pour la réalisation d'un système d'information géographique, afin dans le dernier chapitre, nous avons vu les différentes étapes de conception et d'implémentation de notre application.

Ce travail a été intéressant au niveau des connaissances et des expériences qu'il a apporté. Néanmoins quelques difficultés ont été rencontrées : la difficulté de trouver les documentations portant sur la notion de système d'information géographique spatio-temporel, la difficulté lors de l'intégration des données.

Après plusieurs passages par les différentes étapes de conception et de l'implémentation, notre travail a abouti à une application fonctionnelle qui répond globalement aux critères imposé dans le domaine (histoire).

## **Bibliographie**

1. Patricia, B., SIG: concepts, outils et données. Hermès Science, 2002.
2. Pinol, J.-L., Les atouts des systèmes d'information géographique–(SIG) pour «faire de l'histoire»(urbaine). Histoire urbaine, 2009(3): p. 139-158.
3. Mr JP Mathon, Comprendre Merise, Edition Eyrolles, 1998

## **Webographie**

4. <https://entreprise.arcgis.com>
5. <https://seig.ensg.ign.fr/>
6. [www.application.google-maps.com/outils-google-maps.php](http://www.application.google-maps.com/outils-google-maps.php)
7. <https://www.esrifrance.fr/raster.aspx>, consulté janvier 2017
8. <https://fr.wikipedia.org>
9. <https://www.esrifrance.fr/sig2.aspx>
10. <https://doc.arcgis.com/fr/arcgis-online/reference/what-is-agol.htm>
11. [http://wiki.gis.com/wiki/index.php/Temporal\\_GIS](http://wiki.gis.com/wiki/index.php/Temporal_GIS)