

IN/003-09/03

Université Abou Bekr Belkaid



جامعة أبي بكر بلقايد

تلمسان الجزائر

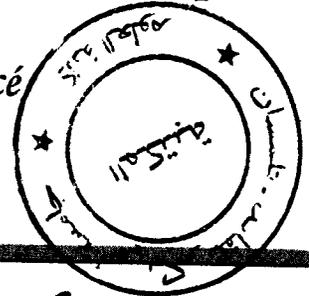
République Algérienne Démocratique et Populaire  
Université Abou Bakr Belkaid- Tlemcen  
Faculté des Sciences  
Département d'Informatique

Mémoire de Fin d'Etudes

Pour l'Obtention du Diplôme d'Ingénieur d'État en Informatique

Option : Système d'information avancé

Thème



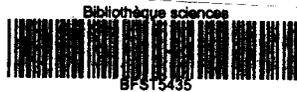
Application Basée sur les Systèmes d'Information  
Géographique pour la Représentation de Données

Réalisé par :

- M<sup>lle</sup> SELKA Hanane

Présenté le 04 Juillet 2011 devant le Jury composé de MM.

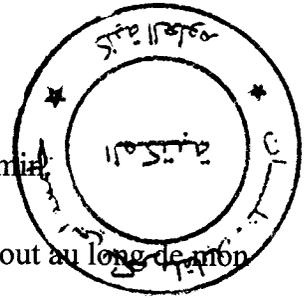
- |                                       |              |
|---------------------------------------|--------------|
| • M <sup>me</sup> KARA TERKI H.       | Présidente   |
| • M <sup>me</sup> KHITRI S.           | Examinatrice |
| • M. MERZOUG M.                       | Examinateur  |
| • M <sup>me</sup> CHAOUCHE RAMDANE L. | Encadreur    |
| • M <sup>lle</sup> MEZIANE TANE I.    | Co-Encadreur |



Année Universitaire: 2010-2011

## Remerciements

12/07/2011  
5435



À Dieu le tout puissant de m'avoir tracée le bon chemin.  
A mes parents pour m'avoir encouragée et permise de bien évoluer tout au long de mon cursus universitaire.

À Madame CHAUCHE RAMDANE L. pour l'honneur qu'elle me fait en m'encadrant, ses précieux conseils, ses critiques constructives et pour tout le temps qu'elle m'a accordé.

À Mademoiselle MEZIANE TANI I. pour la qualité de son Co-encadrement, pour m'avoir soutenue et pour toute l'aide qu'elle m'a apportée.

Que Madame KARA TERKI H., veuille croire à ma profonde reconnaissance pour avoir accepté de présider ce jury et plus particulièrement d'avoir été une enseignante exemplaire tout au long de mon cursus universitaire.

Que les honorables membres du jury, Madame. KHITRI S. et Monsieur MERZOUG M. veuillent croire en mes remerciements anticipés pour avoir bien voulu accepter d'enrichir et de faire évoluer ce travail.

Je remercie aussi le Professeur BENDIMERAD F. T. de m'avoir intégrée périodiquement à son Laboratoire de recherche (Laboratoire de Télécommunications de Tlemcen) dans les meilleures conditions possibles.

Je tiens aussi à remercier tout le personnel du Centre des Techniques Spatiales pour leur aide lors de mon stage et pour les ressources utiles à l'accomplissement de mon travail.

## Dédicace

À mes très chers parents. J'espère qu'ils trouveront dans ce travail le témoignage de ma reconnaissance éternelle.

À mes sœurs Amel et Ikram, qui demeureront un exemple à suivre pour moi.

À ma petite sœur Esma et mon petit frère Charaf Eddine qui apportent beaucoup de joie à ma vie chaque jour.

À mes oncles, mes tantes et à toutes mes cousines qui m'ont toujours soutenue et encouragé.

À tous mes ami(e)s, avec lesquelles j'ai partagé tant de bons moments.

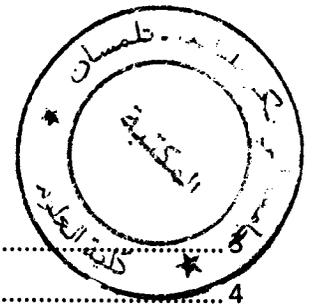
À ma chère amie Sari Mounya Amel avec laquelle tellement de belles choses se sont passées tout le long de nos années de fac.

À Monsieur Habibes (Enseignant à l'Université Abou Bakr Belkaid), et à toute la troupe de théâtre du Centre de Télé-Enseignement avec lesquels j'ai connu l'art du Théâtre.

À Mlle Meziane Maliha (Tutor in Distance Learning Centre) et à tout le group de la session printemps 2010 du Global Understanding.

À tous mes enseignants pour le savoir acquis.

À tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à réaliser mon projet de fin d'études.



## Table des matières

Liste de figures .....	4
Liste des tableaux.....	4
Liste des abréviations.....	5
Introduction générale .....	6
Chapitre 1 : Généralités sur les Systèmes d'Informations Géographiques (SIG).....	7
1.1 Introduction :.....	7
1.2 Définition des Systèmes d'Informations Géographiques :.....	7
1.3 Les domaines d'application des SIG : .....	8
1.4 Origine des SIG : .....	9
1.5 Les composantes d'un SIG :.....	13
1.6 Mission des SIG : .....	18
1.7 Perspectives et limites des SIG :.....	18
1.8 Conclusion : .....	19
Chapitre 2 : Généralités sur les Tremblements de Terre .....	20
2.1 Introduction :.....	20
2.2 Historique :.....	20
2.3 Définition D'un séisme : .....	21
2.4 Les caractéristiques d'un séisme :.....	22
2.5 Causes des séismes : .....	22
2.6 Détection, localisation, quantification et identification des séismes : .....	23
2.7 Prévision des séismes :.....	24
2.8 Surveillance sismique en Algérie :.....	25
2.9 L'activité sismique en Algérie :.....	26
2.10 L'activité sismique dans le monde : .....	29
2.11 Conclusion : .....	30
Chapitre 3 : Description des Outils Utilisés, MapInfo v8.0 et Delphi 7 .....	31
3.1 Introduction :.....	31
3.2 MapInfo Professional: .....	31

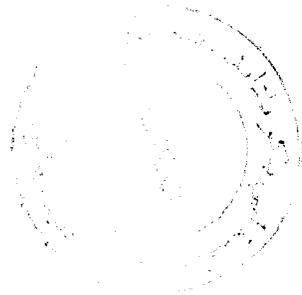
3.3 Delphi 7 : .....	35
3.4 Pilotage de MapInfo par Delphi : .....	36
3.5 EasyMap : .....	37
3.6 MapBasic : .....	37
3.7 SQL : .....	39
3.8 UML : .....	39
3.9 Conclusion : .....	41
<b>Chapitre 4 : Développement d'une Application SismoMap Basée sur les Systèmes d'Information Géographique .....</b>	<b>42</b>
4.1 Introduction : .....	42
4.2 Description de l'application : .....	42
4.3 Modélisation et Analyse du Système en Question : .....	42
4.3.1 Définition des besoins : .....	42
4.3.2 Modélisation : .....	43
4.3.3 Méthodologie de la modélisation : .....	43
4.3.4 Identification des acteurs : .....	44
4.3.5 Identification des activités : .....	44
4.3.6 Diagramme de cas d'utilisation : .....	44
4.3.7 Scénarios et diagrammes de séquences associés : .....	45
4.3.8 Diagramme de classes : .....	57
4.3.9 Analyse des besoins : .....	58
4.4 Implémentation et réalisation de l'application : .....	58
4.4.1 : Préparation des données graphiques et tabulaires dans MapInfo : .....	58
4.4.2 Installation des logiciels requis : .....	61
4.4.3 L'application SismoMap : .....	61
4.6 Conclusion : .....	70
Conclusion générale .....	71
Références Bibliographiques : .....	72
Références Web graphiques : .....	73
Annexe A : .....	74
Annexe B : .....	77

## Liste de figures

Figure 1.1 : Des outils de DAO aux SIG .....	12
Figure 1.2: Contribution des SIG dans les SGBD .....	13
Figure 1.3: Données de type vecteur.....	15
Figure 1.4: Données de type Raster .....	16
Figure 1.5: Modes de représentation de l'information géographique dans un SIG .....	17
Figure 3.1: Barre d'outils Main (Générale).....	33
Figure 3.2: Barre d'outils Drawing (Dessin) .....	34
Figure 3.3: Layer Control (Contrôle des couches) .....	35
Figure 3.4: Affichage de la fenêtre MapBasic.....	38
Figure 3.5: Fenêtre MapBasic .....	38
Figure 4.1: Méthodologie de la modélisation .....	44
Figure 4.2: Diagramme de cas d'utilisation .....	45
Figure 4.3: Création d'une nouvelle table en MapInfo .....	59
Figure 4.4: Structure d'une table dans MapInfo .....	60
Figure 4.5: Modification de la structure de la table créée .....	60
Figure 4.6: Interface principale de SismoMap.....	62
Figure 4.7: Boite de dialogue Ouvrir.....	63
Figure 4.8: Fenêtre Informations.....	64
Figure 4.9: Fenêtre Contrôle de couches .....	65
Figure 4.10: Fenêtre Style des symboles .....	66
Figure 4.11: Boite de dialogue confirmation de suppression .....	66
Figure 4.12: Confirmation de modification .....	66
Figure 4.13: Fenêtre Mise à Jour .....	67
Figure 4.14: Fenêtre Table SEISME.....	67
Figure 4.15: Fenêtre Recherche par Magnitude .....	68
Figure 4.16: Fenêtre Résultats de la Recherche par Magnitude .....	69

## Liste des tableaux

Tableau 1.1 : Comparatif entre les outils de DAO et les outils de SIG .....	11
Tableau 2.1 : Exemples de séismes dans le monde .....	29



## Liste des abréviations

DAO : Dessin Assisté par Ordinateur.

SIG : Système d'Information Géographique.

SGBD : Système de Gestion de Base de Données.

SGBDR : Système de Gestion de Base de Données Relationnelle.

3D : Trois Dimensions.

PAO : Publication Assistées par Ordinateur.

SIRS : Système d'Information à Référence Spatiale.

PDA : Personal Digital Assistant.

CRAAG : Centre de Recherche en Astronomie Astrophysique et Géophysique.

IPG : Independent Publishers Guild.

IMPGA : Institut de. Météorologie et de Physique de Globe d'Alger.

IBM : International Business Machines.

SQL : Structured Query Language.

CTS : Centre des Techniques Spatiales.

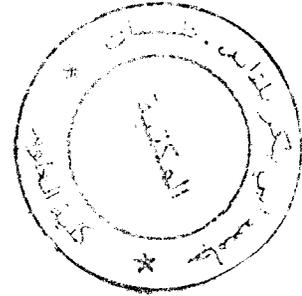
OLE : Object Linking and Embedding.

DDE : Dynamic Data Exchange.

VLC : Visual Component Library.

UML : Unified Modeling Language.

POO : Programmation Orientée Objet.



## **Introduction générale**

Le Nord de l'Algérie se trouve au niveau de la frontière des plaques Eurasiatique et Africaine, ces deux plaques se rapprochent chaque année, Ce rapprochement induit l'existence d'une longue zone sismique. La mise en place d'une politique de prévention repose sur la bonne connaissance du risque. L'évolution récente des systèmes d'information géographique (SIG) à travers le monde a montré leur efficacité pour traiter simultanément différents types de données essentielles à la prise en charge de la problématique posée.

Le travail que nous présentons ici s'inscrit dans le cadre de la réalisation d'un SIG pour la gestion du risque sismique au nord algérien.

L'organisation et le croisement dans un SIG des données sismiques récoltés avec les données provenant de la carte d'Algérie tels que la localité et les frontières va permettre une manipulation rapide et efficace de l'information utile à la prise de décision. Nous avons donc développé une application basée sur le principe des SIG pour montrer l'importance et l'efficacité des SIG dans la gestion du risque sismique, mais aussi pour faire connaître les SIG à travers une interface simple d'utilisation à tous ceux qui le désire et permettre aux non spécialistes de pouvoir bénéficier de l'essor de cette branche de l'informatique.

Pour présenter ce travail, le premier chapitre sera consacré aux Systèmes d'information géographique (SIG). Cela nous permettra d'avoir une idée générale et assai claire des SIG qui s'avèrent être un puissant outil d'aide à la décision. Ensuite, dans un second chapitre, nous prendrons connaissances des tremblements de terre ou appelés aussi séismes. Dans le troisième chapitre, seront présentés les logiciels et langages de programmation utilisés pour réaliser l'application. Au quatrième et dernier chapitre, seront présentées de manière détaillée les différentes étapes de modélisation et de réalisation de l'application, nommée SismoMap.

# Chapitre 1 : Généralités sur les Systèmes d'Informations Géographiques (SIG)

## 1.1 Introduction :

Afin de traiter des problèmes de sismologie ; il est intéressant et même essentiel de bénéficier de l'essor de l'informatique et d'exploiter les nouvelles technologies. D'ailleurs, les SIG se présentent comme un puissant outil d'aide à la décision<sup>1</sup> dans le domaine de la sismologie. Ainsi, ce premier chapitre nous permettra à travers des définitions et quelques exemples d'avoir une idée générale et assai claire des Systèmes d'Informations Géographiques.

## 1.2 Définition des Systèmes d'Informations Géographiques :

Un système d'information géographique est déjà un système d'information, ensuite et plus précisément c'est un système d'information qui concerne des informations géographiques. Alors qu'est ce qu'un système d'information et qu'est ce qu'une information géographique ?

### - *Système d'Information :*

Un système d'information est un système qui permet de faire le recueil, la structuration, le traitement, la mémorisation et la communication des informations. Ce système dispose d'un ensemble de moyens humains, matériels, logiciels, etc., et fait tourner un modèle informatisé. Grâce à ce modèle, il rend compte du système opérant et participe ainsi aux actions visant à améliorer le fonctionnement d'une entreprise par exemple.

### - *Information Géographique :*

L'information géographique est une schématisation du monde réel. Elle donne une description des objets et phénomènes localisés par rapport à un référentiel sur la terre. Elle peut porter plusieurs noms : information géographique, information localisée ou encore information à référence spatiale. La composante spatiale est leur point commun. C'est aussi la spécificité de l'information géographique : spécificité par les traitements qu'elle demande, mais aussi spécificité des traitements qu'elle permet grâce à l'utilisation du raisonnement spatial. [5]

---

<sup>1</sup> L'aide à la décision est une approche scientifique des problèmes de décision qui se posent dans tout contexte socio-économique. [24]

A présent qu'est ce qu'un un Système d'information géographique (ou SIG) ?

- *Système d'information géographique (ou SIG) :*

Un Système d'information géographique (ou SIG) est un outil informatisé capable de rassembler, stocker, manipuler, analyser et afficher des données géographiquement référencées, c'est-à-dire identifiées selon leurs localisations. La technologie des SIG est donc une synergie entre la manipulation de bases de données et la puissance visuelle et d'analyse des cartes. D'un point de vue pratique, il est cependant plus judicieux de considérer le SIG comme un système incluant non seulement l'outil informatique mais aussi les ressources humaines et les données qui permettent au SIG d'être opérationnel et ce auprès d'un très large public allant des entreprises privées aux grands organismes nationaux. [1]

*« Un SIG est l'ensemble des structures, des méthodes, des outils et des données constitué pour rendre compte des phénomènes localisés dans un espace spécifique et faciliter les décisions à prendre sur cet espace » (T. Joliveau). [1]*

Les SIG sont des systèmes incluant à côté des outils matériels et logiciels, d'autres constituants tout aussi fondamentaux : les structures, les méthodes et les données. Ces constituants interagissent et sont à la base de la puissance des SIG pour l'analyse, l'explication, la prévision et la planification. [1]

Le rôle du système d'information géographique est de proposer une représentation plus ou moins réaliste de l'environnement spatial en se basant sur des primitives géographiques telles que des points, des arcs, des polygones (vecteurs) ou des maillages (raster). À ces primitives sont associées des informations qualitatives telles que la nature (route, voie ferrée, forêt...) ou toute autre information contextuelle. [2]

Le but d'un SIG est de fournir une aide à la décision dans des domaines divers. Il peut aussi servir à produire des cartes répondant à un besoin spécifique.

### **1.3 Les domaines d'application des SIG :**

Les domaines d'application des SIG sont aussi nombreux que variés et les possibilités de croisement entre ces disciplines sont infinies.

Les SIG interviennent souvent dans :

- La Protection civile (gestion et prévention des catastrophes)
- Le Tourisme (gestion des infrastructures, itinéraires touristiques)
- Le Marketing (localisation des clients, analyse du site)
- La Planification urbaine (cadastre, réseaux assainissement)
- Les Transports (planification des transports urbains, optimisation d'itinéraires)
- Les Forêts (cartographie pour aménagement)
- La Géologie (prospection minière)
- La Biologie (études du déplacement des populations animales)
- La Télécommunication (implantation d'antennes pour les téléphones mobiles) ...etc.

#### **1.4 Origine des SIG :**

La première application souvent citée de l'analyse spatiale en épidémiologie est l'étude menée avec succès par le docteur John Snow pendant l'épidémie de choléra dans le quartier de Soho à Londres en 1854 : ayant représenté sur un plan la localisation des malades et l'endroit où ils puisaient leur eau, il détermina que c'était l'eau d'un certain puits qui était le foyer de contamination. [4]

##### *a- L'arrivée de l'informatique dans la cartographie :*

L'informatique a été introduite dans le milieu cartographique principalement dans les années 1970. Sa première fonction a porté sur l'automatisation de certaines tâches, ce qui a donné naissance à la cartographie numérique. Précurseur des SIG, la cartographie numérique a été utilisée pour faire un dessin assisté par ordinateur et pour produire des cartes. Les autres besoins, comme l'analyse et la diffusion des informations ont été envisagés dans un deuxième temps (Figure 1.1). [5]

##### *b- Exemples d'outils informatiques qui ont précédés les SIG :*

Les premières cartes eurent plusieurs inconvénients : quantité d'informations limitée, documents figés dont la mise à jour est difficile, manipulation de cartes à échelles différentes malaisée. C'est pourquoi, on a essayé de limiter ces inconvénients en profitant de l'essor de l'informatique: [A]

- DAO : dessin assisté par ordinateur (Autocad, Microstation). Il s'agit de logiciels spécialisés dans les dessins techniques notamment pour les constructions géométriques (plans), l'acquisition se fait par tracé (c'est à dire par digitalisation) avec possibilité de vues en 3D. Cependant, il n'est généralement pas possible d'associer de données chiffrées (bien qu'Autocad2000 version 2004 intègre un module SIG) [A].
- Cartographes (Cartes et bases, Cartes et données) : logiciels de cartographie permettant une spatialisation des données à partir de données statistiques issues d'un tableur (comme EXCEL). Cependant, l'acquisition de données est limitée car la digitalisation n'est pas possible (fonds de carte à importer qui sont coûteux).
- PAO : Publication assistée par ordinateur. Il existe deux grands types de logiciels:
  - De dessin et de mise en page : Illustrator, FreeHand, Coreldraw, Canvas... pour faire des rendus et des mises en page professionnels (lissage des courbes par des courbes de Bézier).
  - Logiciels de mise en page seulement : X-Press, Publisher, Pagemaker, Ventura...

*c- Avantages et inconvénients de ces outils :*

*- Les avantages :*

- On peut exploiter une grosse quantité d'informations et les trier en les superposant sur des couches différentes (appelées calques) ;
- On peut y ajouter des étiquettes de texte ;
- Le rendu final est souvent lisible et propre.

*- Les inconvénients :*

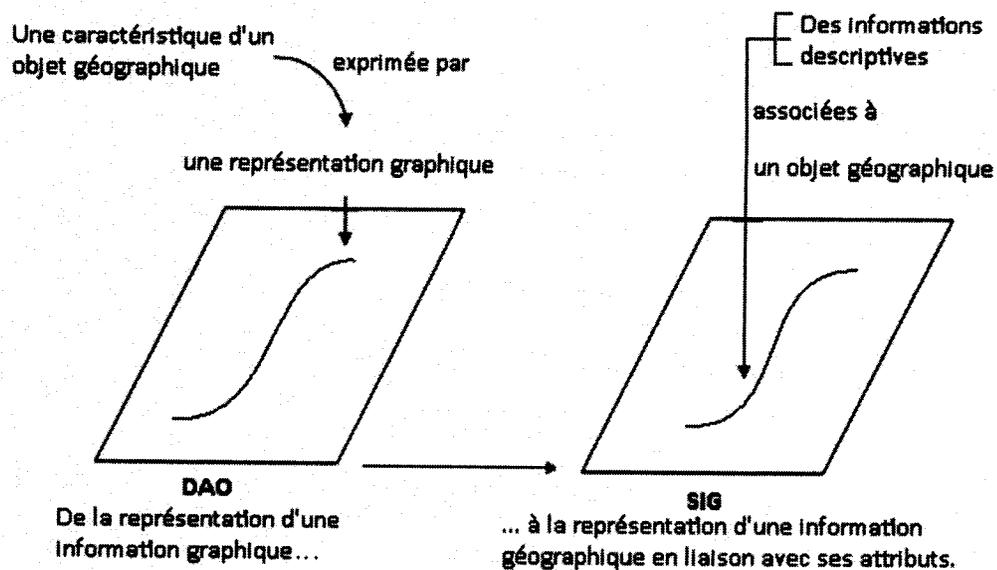
- Les mises à jour sont très longues ;
- Les outils de DAO ne permettent pas toujours de stocker des données attributaires ;

- Ils ne permettent pas non plus de croiser ces données via des requêtes.

- *Comparatif entre les outils de DAO et les SIG :*

	<b>Outils de DAO</b>	<b>Outils de SIG</b>
<b>Application dédiée</b>	Représentation graphique.	Analyse géographique.
<b>Fonctionnalités principales</b>	Fonctionnalités élaborées de dessin, grandes ergonomie.	Acquisition et analyse de données géographiques. Les SIG ne sont pas tous aptes à la cartographie.
<b>Evolutivités des représentations graphiques</b>	Peu d'évolutivité. Le dessin est une fin en soi.	La représentation exprime un point de vue sur les données à un instant. Elle peut changer.
<b>Types de données</b>	Un seul type : les données graphiques. Ces outils privilégient la représentation cartographique (généralisation, sémiologie).	Plusieurs types de données en nature et en contenu. Ces outils cherchent à privilégier la position absolue.

**Tableau 1.1 : Comparatif entre les outils de DAO et les outils de SIG [5]**



**Figure 1.1 : Des outils de DAO aux SIG [5]**

*d- Naissance des SIG :*

Les premiers outils associant les données graphiques et textuelles sont apparus dans les années 1980, marquant le début des SIG.

Les systèmes d'informations géographiques permettent donc de gérer une multitude d'informations de tous types (images satellitaires, photos aériennes, cartes, données chiffrées, bases de données...), de les mettre à jour très rapidement, de faire des requêtes (classiques et spatiales), d'appliquer des règles de topologie et de générer de nouvelles couches d'informations par le biais de ces croisements. [A]

Les SIG ont aussi répondu au besoin d'enrichir les outils de gestion de bases de données avec des fonctionnalités graphiques : extension des outils de SGBD à des données différentes de leurs données traditionnelles alors uniquement de type caractère. On parle alors de système de gestion de base de données localisées, spatialisées ou géographiques (Figure 1.2). [5]

En schématisant, un logiciel SIG est donc un système de gestion de bases de données (SGBD) localisées qui comprend une ou plusieurs couches géographiques qui peuvent entretenir des relations entre elles, être croisées, interrogées... [A]

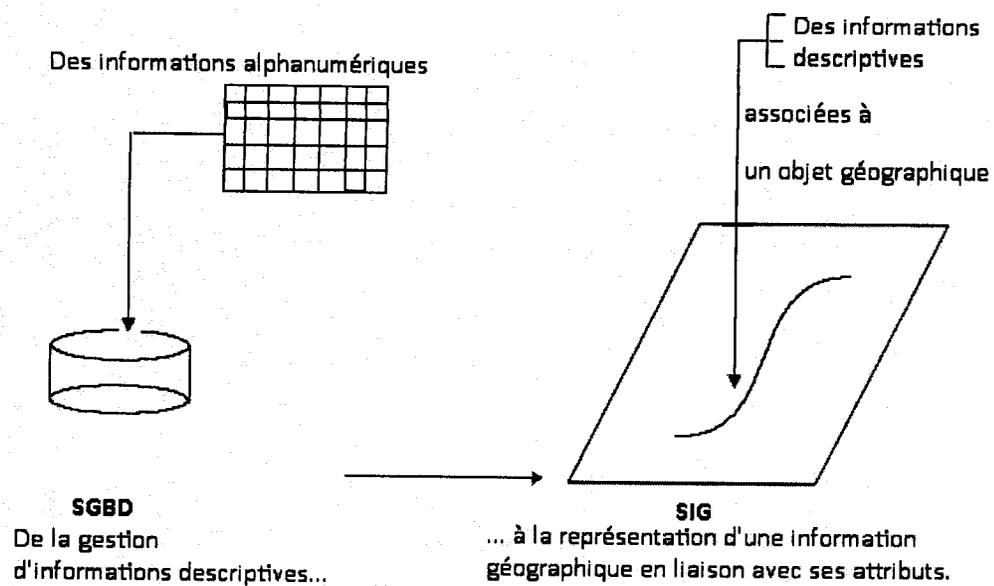


Figure 10.2: Contribution des SIG dans les SGBD [5]

### 1.5 Les composantes d'un SIG :

Les SIG ont quatre composantes majeures :

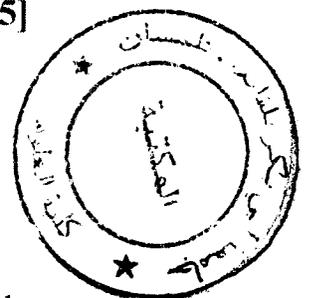
#### 1- Les logiciels :

On associe donc trop souvent dans le langage courant, les SIG à la composante logicielle car la partie logicielle du SIG est généralement organisée autour d'un produit commercial. Le plus souvent, les logiciels utilisés dans les SIG sont constitués de modules, chacun ayant un rôle technique spécifique : on distingue ainsi les modules dont les fonctions sont: [1]

- Acquisition, saisie, manipulation et contrôle des données ;
- Archivage, consultation, recherche et extraction des données ;
- Analyse, manipulation et interrogation des données ;
- Affichage, mise en forme et visualisation ;
- Accès aisé et souple aux outils des SIG grâce à une interface graphique.

#### 2- Les données :

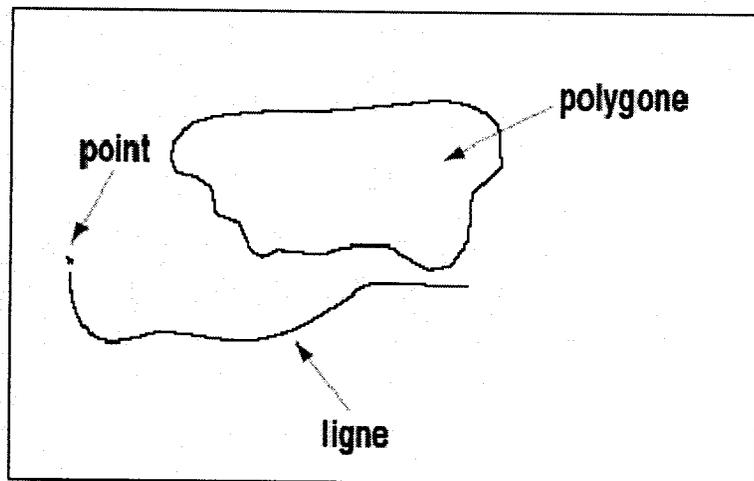
Ce sont les données qui définissent le mieux les principes fondamentaux des SIG. La puissance et l'intérêt des SIG procèdent avant tout de leurs capacités à gérer les données. La visualisation cartographique est certes l'élément le plus visible et sans doute le plus spectaculaire mais ne constitue qu'un module parmi d'autres. Les données



sont le « carburant » et assurément le constituant primordial du SIG. La donnée précède l'information en ce sens qu'une donnée n'est pas traitée tandis qu'une information, après sélection et traitement, est utile pour la prise de décision et l'action. En d'autres termes, une donnée devient une information lorsqu'elle acquiert une signification pour l'utilisateur. Une information est dite géographique lorsqu'elle décrit et localise un phénomène ou un objet. On estime que 85% de toutes les bases de données en service contiennent un composant géographique associé à un lieu précis. La description apporte une information sémantique sur l'objet ou le phénomène : nature, aspect, date, nom, dimensions, etc. La localisation s'effectue grâce à un système de référence mathématique (longitude – latitude ou coordonnées d'un système de projection) et/ou par l'intermédiaire d'un système de référence implicite (ex. adresse postale). La géocodification ou le géocodage consiste à créer des liens entre une localisation géographique et des références implicites. [1]

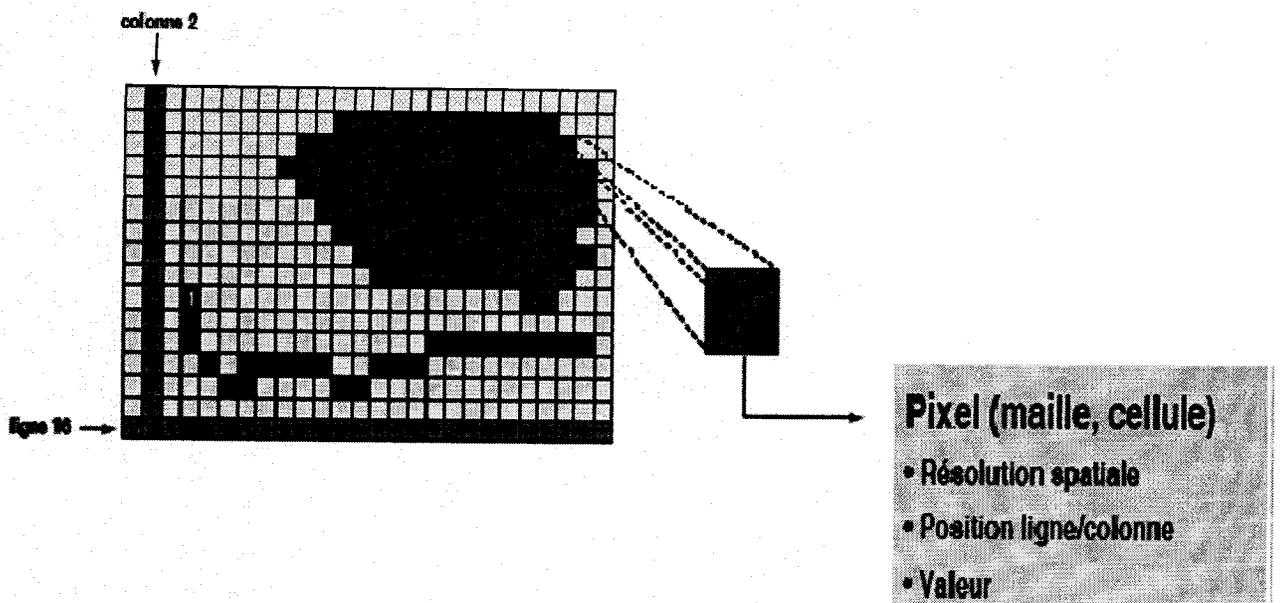
Il est courant de distinguer les données en fonction de leur provenance et de leur forme.

- **Données endogène – données exogènes :** les données de source interne (endogènes) sont produites par le fonctionnement même de l'organisation tandis que les données de source externe (exogènes) sont issues de producteurs de données géographiques.
- **Données non graphique (alphanumériques) – données graphiques :**
  - Les données alphanumériques sont d'une part les données attributaires associées (données socio-économiques par exemple). Elles renseignent les objets de manière quantitative (par exemple nom de la commune--> nombre d'habitants – superficie). Ce sont d'autre part les autres données non graphiques définissant les objets de manière qualitative : les photographies, les films, les textes, etc.
  - Les données graphiques sont soit des données de type vecteur soit de type raster:
    - Les données de type vecteur qui offrent la méthode la plus simple pour modéliser la réalité du terrain en objets cartographiques. Les éléments géographiques sont localisés par des coordonnées (x, y et parfois z) et engendrent des vecteurs élémentaires sous forme de points, de lignes et de polygones (Figure 1.3). Les données de type vecteur sont soit des objets graphiques simples, soit des entités graphiques associées aux données alphanumériques ; cette association permettant une cartographie « intelligente ». [1]



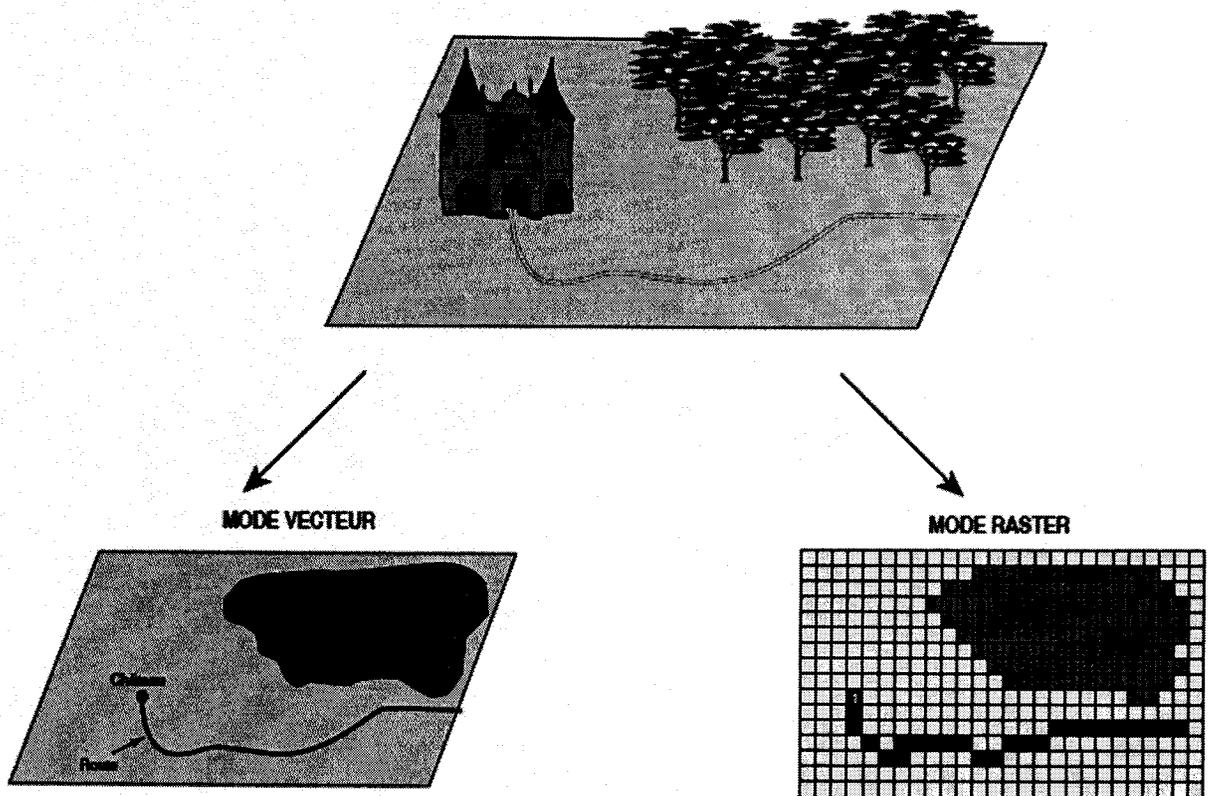
**Figure 1.3: Données de type vecteur [6]**

- Les données de type raster (Figure 1.4) : appelées aussi données maillées, tramées ou matricielles qui sont inertes, car elles ne permettent pas d'association avec les informations alphanumériques. On appose une grille régulière, et chaque maille de cette grille comporte une information. La dimension de la maille est égale à la résolution du système responsable du maillage (satellite, scanner...). Les modèles Numériques de Terrain, les photographies aériennes, les images satellites, les documents scannés (cartes, cadastre...) sont des données de type raster. [1]



**Figure 1.4: Données de type Raster [6]**

Techniquement, il est possible de convertir des données tramées en vecteur (Vectorisation) et inversement, il est possible de convertir des données de type vecteur en des données tramées (Pixellisation, rastérisation). Le choix des données de type vecteur ou raster correspond en fait au choix d'un modèle de données. Chacun présente des avantages et des désavantages spécifiques. Le système de gestion de données gère les relations entre les données graphiques et non graphiques. [1]



**Figure 1.5: Modes de représentation de l'information géographique dans un SIG [6]**

### *3- Les ressources humaines (L'organisation) :*

Les personnels qui exploitent, organisent, entretiennent et gèrent en permanence le système sont le garant de son efficacité et donc de son intérêt. Les utilisateurs d'un SIG vont des techniciens spécialistes qui conçoivent et maintiennent le système aux décideurs qui utilisent les outils du SIG pour accroître leur rendement professionnel. Les Budgets consentis étant souvent très importants, il est d'autant plus logique d'essayer à ce que le maximum de personnes puisse utiliser les potentialités du SIG. Sur le long terme, les ressources humaines sont parfois la composante la plus coûteuse d'un SIG (salaires et formation du personnel). [1]

### *4- Les méthodes :*

Elles assurent la cohésion entre les logiciels, les matériels, les hommes et l'information afin de répondre aux objectifs du projet. Elles ont aussi pour objectif de choisir et de gérer le modèle de données du SIG afin de représenter dans les conditions les plus

fiables et les plus efficaces possibles la réalité du terrain sous forme numérique. Les méthodes d'administration d'un SIG sont spécifiques à chaque organisation. [1]

### **1.6 Mission des SIG :**

Les systèmes d'informations géographiques nous permettent de :

- Stockées les informations de façon claire et définitive ;
- Gérer une multiplicité d'informations attributaires sur des objets ;
- Comprendre les phénomènes et prévoir les risques ;
- Etablir des cartographies rapides ;
- Localiser dans l'espace et dans le temps ;
- Réagir rapidement après des événements ayant un impact sur le territoire ;
- Calculer des coûts ou des bénéfices ;
- Associer un plus grand nombre de partenaires aux choix d'aménagement ;
- Fournir des itinéraires, des plans adaptés ;
- Convertir les objets graphiques d'un système à un autre ;
- Facilite la superposition de cartes de sources différentes ;
- Fusionner des objets ayant une caractéristique commune (par exemple : toutes les habitations situées sur des zones sismiques) ;
- Définir des zones en combinant plusieurs critères (par exemple : définir les zones sismiques). [6]

### **1.7 Perspectives et limites des SIG :**

Les applications SIG / SIRS se développent rapidement surtout ces dernières années avec l'évolution des performances de l'informatique. Aujourd'hui, l'évolution des SIG tend vers une accessibilité pour le Web avec :

- Serveurs cartographiques,
- SIRS partagés sur le Web.

De plus, des outils SIG/SIRS nomades apparaissent grâce au PDA dans le monde de l'agriculture de précision. Cependant, il manque toujours une composante au SIG qui est le «temps» encore difficile à gérer. [2]

## **1.8 Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons essayé de connaître et comprendre les systèmes d'informations géographiques pour les exploiter le mieux possible dans un domaine d'application précis qui est dans notre cas la sismologie.

## Chapitre 2 : Généralités sur les Tremblements de Terre

### 2.1 Introduction :

Les systèmes d'informations géographiques s'avèrent être un excellent moyen pour situer les zones sismiques et ainsi prendre les précautions nécessaires pour éviter de grands dégâts près des zones touchées par les tremblements de terre. Pour réaliser ce SIG dans les meilleures conditions possibles il faut au moins avoir une idée générale des séismes. Ainsi tout au long de ce chapitre nous prendrons connaissance des tremblements de terre.

### 2.2 Historique :

C'est à cause des catastrophes que les séismes peuvent être engendrés, qu'ils furent mentionnés dès la plus haute antiquité. Les orientaux faisaient référence au diable qui, remuant la terre par ses entrailles serait à l'origine du séisme. Les grecs avaient pensé à l'existence des vents telluriques, les séismes seraient alors représentés par des pluies et des tornades. Les japonais avaient évoqué le grand dragon souterrain qui serait à l'origine du phénomène. [7]

Le savant musulman Ibn Sina semble avoir été le premier à donner une explication scientifique au phénomène sismique en écrivant vers l'an 1000 que la formation des montagnes peut s'expliquer par deux phénomènes différents :

- Elle est due à des plissements de la croûte terrestre, tel qu'en peut produire un violent séisme.
- Elle est due à l'action de l'eau qui s'est frayée de nouvelles voies en creusant les vallées.

Un autre musulman Jallal el Din as Sayuti déclara vers 1505 dans son livre « Kashf al Salsala an Wasf al Zalzala » que le séisme est perçu non pas comme un phénomène de la terre figée mais comme le résultat d'un paysage terrestre en mouvement continue qui évolue suivant un processus de déformation lent, mais perceptible. [7]

La loi de Hooke a été découverte en 1660. John Michel était l'un des premiers à associer tremblement de terre et ondes élastiques vers 1760. Navé en 1821 a établi l'équation générale d'équilibre et de mouvement de la théorie d'élasticité. Robert Mallet avait réalisé vers 1850 les premières mesures d'ondes élastiques se propageant dans le

sol. Avant cela Cauchy en 1822 réalisa un succès important dans la théorie d'élasticité en développant la conception de six équations indépendantes décrivant les tensions et six autres équations décrivant les déformations. C'est en fait, Poisson qui a découvert les deux types connues aujourd'hui sous le nom d'ondes longitudinales P et d'ondes transversales S. Il est le premier à avoir trouvé que la vitesse des ondes P est  $\sqrt{3}$  fois supérieure à celles des ondes S. L'observation des ondes de Love a été réalisée un peu plus tard lors du premier enregistrement des ondes sismiques. Lamb est le premier à avoir dépouillé le premier sismogramme théorique en découvrant une série de trois impulsions successives (P, S et ondes de Love). C'est à Potsdam en Allemagne qu'a été effectué en 1889 le premier enregistrement du séisme lointain de Tokyo au Japon. Harry Reid fut l'un des premiers à expliquer le brusque mouvement d'une faille associée au séisme du 18 Avril 1806 à San Francisco en proposant la théorie du rebond élastique.[7]

L'idée de la tectonique des plaques commença à être introduite dans les sciences de la terre à partir de 1912. La tectonique des plaques a mis en évidence la répartition géographique des séismes et que les tremblements de terre sont des phénomènes d'origine tectonique, ils accompagnent les déformations actuelles de l'écorce terrestre.[7]

### **2.3 Définition D'un séisme :**

Le séisme ou tremblement de terre est un mouvement brusque entre deux blocs de terre séparés par une cassure (faille) [8], provoqué par la libération d'une grande quantité d'énergie accumulée depuis des années, des dizaines voir des centaines d'années dans la région sismoactive. Cette énergie se propage sous forme d'ondes sismiques génératrices d'une série de mouvements vibratoires de la surface de la terre. [7]

*Les ondes :*

On distingue deux types d'ondes : Les ondes de volume et les ondes de surface.

*Les ondes de volume :* Elles se propagent à l'intérieur du globe. Leur vitesse de propagation dépend du matériau traversé et d'une manière générale elle augmente avec la profondeur.

*Les ondes de surface :* Ce sont des ondes guidées par la surface de la Terre. Leur effet est comparable aux rides formées à la surface d'un lac. Elles sont moins rapides que les ondes de volume mais leur amplitude est généralement plus forte. [B]

*Les failles :*

Selon le type de mouvement entre deux plaques tectoniques, on distingue trois types de faille essentiellement :

*Les failles de convergence dites inverses :* Ces failles vont permettre le glissement d'un bloc sur un autre. Elles sont caractéristiques des zones de collision.

*Les failles d'extension dites normales :* Ces failles vont permettre l'effondrement d'un bloc par rapport à un autre. Elles sont caractéristiques des zones de distension.

*Les failles de coulissage :* Ces failles vont permettre le glissement d'un bloc par rapport à un autre. Elles sont caractéristiques des zones de coulissage. [B]

*Les répliques :*

Ce sont des secousses qui se produisent après le choc principal. Ces secousses sont de magnitude inférieure au choc principal. Elles peuvent durer pendant une longue période, des semaines, des mois, des années, selon l'ampleur. [B]

#### **2.4 Les caractéristiques d'un séisme :**

Un séisme se caractérise par ses différents paramètres qui sont :

- Sa localisation dans l'espace (détermination de l'épicentre du séisme).
- Sa localisation en profondeur (détermination de l'hypocentre).
- Sa magnitude quantifiant l'énergie libérée.
- Son Intensité quantifiant les dommages occasionnés au bâti et à l'environnement.
- Son mécanisme quantifiant ainsi son mouvement. [B]

#### **2.5 Causes des séismes :**

- *La tectonique des plaques :*

Constituent la source principale des séismes, appelés aussi séismes tectoniques. Ces derniers sont les plus fréquents, les plus dangereux et posent des problèmes complexes aux scientifiques chargés de découvrir les moyens de les prévoir. [10]

La planète Terre est divisée en plusieurs plaques tectoniques. Ces plaques sont en mouvement les unes par rapport aux autres. La friction de ces plaques entraîne au niveau de leurs bordures l'occurrence de séismes.

*- Les volcans :*

Constituent une autre source des tremblements de terre naturels dits séismes volcaniques. Ces derniers se manifestent lorsque le magma s'accumule dans la chambre magmatique d'un volcan. Tandis que le sommet du volcan se soulève et que les flancs s'inclinent, des ruptures dans les roches comprimées sont révélées par une multitude de microséismes. L'étude de tels événements a conduit à la création d'une autre branche de la sismologie dite sismologie volcanique. [10]

*- Les causes artificielles :*

Les séismes de source artificielle sont dus aux activités humaines telles que la constitution d'énormes réserves d'eau derrière des barrages, le pompage de fluides profonds, les centrales hydro-électriques, l'extraction minière ou les explosions nucléaires souterraines. On note que de faibles séismes se produisent de temps en temps lors de l'effondrement de galeries de mines abandonnées. [10]

Ces faibles séismes ou microséismes ne sont pas très gênants pour la détection des séismes proprement dit, toutefois ils s'avèrent un véritable bruit de fond très perturbateur sur les stations sismologiques destinées à surveiller la détection des explosions nucléaires. [7]

## **2.6 Détection, localisation, quantification et identification des séismes :**

### *2.6.1 La détection :*

La détection se fait automatiquement pour chaque station quand le sismomètre ressent une vibration. Ainsi, quand l'amplitude du signal dépasse l'amplitude moyenne, le sismomètre détecte cet accroissement significatif de l'énergie du signal. Et dans ce cas, le sismomètre est dit déclenché et le système de détection fait un examen de coïncidence afin de s'assurer que le déclenchement n'est pas un phénomène local causé par des interférences électriques ou par un appareil proche du sismomètre. Ainsi, le système recueille les informations des autres sismomètres, et c'est seulement s'il y a une coïncidence des déclenchements que l'évènement est déclaré. Par la suite le

système d'acquisition passe aux autres traitements (archivage, reconnaissance, localisation, etc.). [10]

#### *2.6.2 La localisation :*

La localisation est la première étape dans l'analyse détaillée d'un événement sismique. Il consiste à déterminer l'hypocentre le plus probable via une ellipse dans laquelle se trouve le vrai emplacement avec un certain degré de confiance. [10]

#### *2.6.3 La quantification :*

La quantification d'un événement sismique consiste à déterminer sa magnitude. Cette dernière est une mesure de la quantité d'énergie libérée lors de l'événement. [10]

#### *2.6.4 L'identification :*

L'identification consiste à déterminer la source de l'événement sismique. Sur une base globale (mondiale), plus de 90 % de tous les événements sismiques peuvent être identifiés comme des tremblements de terre simplement parce qu'ils sont trop profonds ou ne sont pas dans un emplacement plausible pour une explosion chimique ou nucléaire. [10]

### **2.7 Prévision des séismes :**

Le problème de prévision des séismes consiste à répondre à trois questions fondamentales : Où se produira le séisme ? Quand se produira-t-il ? Quelle magnitude aura-t-il ?

A part la première question, il apparaît aujourd'hui difficile de répondre aux deux dernières concernant le temps et l'importance d'un futur séisme. Ce pendant de nombreuses études ont montré que :

Là où un séisme important s'est produit, on a montré qu'il en a eu d'aussi forts dans le passé et qu'il y en aura d'autres aussi fort dans le futur.

Dans une région à forte sismicité, les séismes se produisent de façon périodique. IL faut noter aujourd'hui qu'on connaît les zones d'activité sismique. Leur répartition se localise généralement le long des frontières inters-plaques portant les continents et les océans. [7]

## 2.8 Surveillance sismique en Algérie :

La surveillance sismique du territoire a débuté en Algérie en 1910 lorsque fût installée la première station sismologique à Bouzaréah. D'autres stations furent installées telle que celle au sein de l'Université d'Alger et qui fonctionna jusqu'en 1982. En 1935, une station fût installée à Oued Fodda au niveau du barrage. En 1955, fût installée la station de Relizane. La quatrième station installée fût celle de Sétif en 1958. [B]

Grâce à ces stations, des catalogues de sismicité furent édités. C'est ainsi qu'à partir de 1910 un bulletin mensuel était publié régulièrement par le Bureau central Météorologique de France et cela jusqu'en 1919. A la suite de la création de l'IPG de Strasbourg, Hée publiait annuellement (de 1919 à 1949), dans les annales de l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg, des tableaux relatifs aux tremblements de terre ressentis ou enregistrés en Algérie. Rothé A. (Professeur à la faculté de Strasbourg) publia en 1950, un catalogue sous le titre « les séismes de Kherrata et la sismicité de l'Algérie ». [B]

Après l'indépendance, l'I.M.P.G.A. procéda à l'installation de nouvelles stations sismologiques telles que : La station sismologique de Tlemcen en 1976 ou au barrage de Oued Fodda. Au cours de cette période, (Benhallou, Ferrer et Roussel) publièrent en 1971 un catalogue des séismes algériens de 1951 à 1970. [B]

En 1987, le CRAAG acquis à la suite du séisme d'El Asnam en 1980, un réseau de surveillance télémétré de 32 stations qui fut installé en 1990. Ce réseau ne fonctionna malheureusement qu'une année en raison des destructions subies. [B]

En 1998, le CRAAG procéda à la réinstallation de près de 35 stations du réseau télémétré ce qui lui permit ainsi de surveiller correctement l'activité sismique du pays et de faire face à la crise sismique de Boumerdes où près de 5000 secousses ont été enregistrées.

Le développement de la technologie imposa au CRAAG de se doter d'un nouvel équipement de surveillance dans le but de renforcer la surveillance du territoire. [B]

Actuellement, le réseau de surveillance sismique algérien est composé des 35 stations du réseau télémétré et des 45 stations digitales acquises récemment. Ce réseau couvre

aujourd'hui la plus grande partie de la région nord du pays, là où se produit la plus grande activité sismique mais aussi dans la région de Tamanrasset où une station est localisée au niveau de l'Observatoire de Tamanrasset. [B]

## **2.9 L'activité sismique en Algérie :**

### *2.9.1 Historique :*

La sismicité de l'Algérie du Nord est connue depuis 1365, date de séisme qui a frappé la ville d'Alger. Les nombreux travaux qui se sont intéressés à l'histoire de la sismicité ont permis la réalisation de plusieurs catalogues, Rothé(1955), Roussel(1967), Benhallou (1985), Mokrane (1994), Benouar (1997) et Boudiaf (1996). Ces catalogues montrent que la sismicité est concentrée dans la région nord du pays c'est à dire dans la bande comprise entre la région littorale et la région de la flexure sud atlasique, et des frontières marocaines jusqu'aux frontières tunisiennes. [B]

D'autre part, ces catalogues indiquent que plusieurs séismes importants se sont produits au cours de l'histoire Alger (1716), Oran (1790), Blida (1825), Tenès (1890), etc. [B]

### *2.9.2 La sismicité en Algérie :*

L'analyse des catalogues de sismicité montre que les violents séismes sont rares en Algérie. Le seul connu est le séisme d'El Asnam du 10 Octobre 1980 de magnitude 7.3. En revanche les séismes modérés de magnitude 5.0 jusqu'à 6.0 sont plus nombreux. Ils s'en produisent en général un tous les cinq ans. Malheureusement ce type de séismes cause encore des dégâts importants et fait quelques victimes. Ce niveau de sismicité nous impose une très grande vigilance. [8]

La sismicité en Algérie du Nord se produit de façon permanente. Le réseau de surveillance enregistre près de 50 secousses par mois. Près de 90 % de cette activité est considérée comme étant de faible magnitude et se produisant loin des centres urbains.[B]

L'Algérie se trouve sur la plaque africaine laquelle est en collision avec la plaque eurasienne. Les deux plaques étant limitées par une longue zone sismique qui s'étend des Açores à la Turquie en passant par Gibraltar, le Maghreb, l'Italie, la Yougoslavie, la Grèce, etc. [7]

Le mouvement de confrontation entre la plaque eurasienne et la plaque africaine a donné naissance à de gigantesques fracturations sous forme de failles géologiques dont la conséquence est la naissance du relief important de l'Algérie du Nord.

Le rapprochement des plaques Eurasiatique et Africaine entraîne l'occurrence d'une activité sismique. Celle-ci est concentrée essentiellement dans la partie Nord du pays : La région tellienne est la plus active, dans cette région se produit la plus grande activité et les séismes les plus importants. La région des Hauts Plateaux est beaucoup moins active que la région Tellienne. Au niveau de l'Atlas Saharien seuls quelques événements se sont produits. [B]

### *2.9.3 Quelques séismes importants qui ont frappé le nord de l'Algérie :*

#### ❖ **Séisme de Boumerdes :**

Le 21 Mai 2003, à 19h44 (heures locales), la région de Boumerdes-Alger a été touchée par un important séisme qui a entraîné la mort de milliers de personnes (2365) et causé des dégâts extrêmement importants estimé à près de 3 Milliard de dollars.

Les wilayas environnantes (Alger, Tizi Ouzou) ont été également touchées. Bien que les dégâts aient été moindres, de nombreux morts et blessés sont à signaler.

Le séisme de Boumerdes est ainsi le plus important qu'a connu la région algéroise depuis plusieurs siècles et le second événement majeur ayant affecté l'Algérie du Nord après celui d'El Asnam du 10 Octobre 1980.

Le séisme du 21 mai 2003 s'inscrit dans le cadre de l'affrontement des plaques tectoniques africaine et eurasiatique à raison de 0.6 cm par an.

Le choc principal de magnitude 6.8 sur l'échelle de Richter<sup>2</sup> s'est produit dans la région de Zemmouri (Wilaya de Boumerdes), plus précisément en mer, à 7 Km au nord. [B]

#### ❖ **Séisme d'Ain Temouchent :**

Le Mercredi 22 décembre 1999, la région ouest de l'Algérie a été une nouvelle fois éprouvée par un tremblement de terre.

---

<sup>2</sup> L'échelle de Richter mesure la quantité d'énergie libérée lors d'un séisme. D'une formule logarithmique résulte un nombre de 1 à 9 appelé magnitude du séisme. En fait, il n'y a pas de limite maximum. Cette échelle a été développée par Charles Francis Richter en 1935 et perfectionnée depuis. [H]

Il était 18h 37 mn, ce mercredi de ramadhan, quant la terre se mit à trembler causant la mort de 24 personnes, blessant près de 174 autres. Des milliers de sans abri furent également recensés. Les dégâts furent quant à eux considérables touchant aussi bien les infrastructures socio-économiques que les biens individuels.

Ce séisme de magnitude 5.8 est le plus important qu'ait connu la région. En effet, du point de vue historique, la région d'Ain Temouchent n'a jamais été le siège d'un séisme destructeur. Seules quelques secousses, généralement de faible magnitude ont été recensées de par le passé. [B]

❖ **Séisme d'El Asnam :**

Le 10 Octobre 1980, la région d'El Asnam fut dévastée par un violent séisme de magnitude 7.3. Ce séisme qui se produisit un vendredi à 13h29mn plongea toute une région dans l'horreur. 2630 personnes périrent et des milliers de logements furent détruits. Les effets du séisme se firent ressentir sur une vaste superficie du territoire allant de la région Centre à la région Ouest du pays. Dans la région épiscopale, la ville de Chleff fût durement touchée et de nombreuses communes de la Wilaya furent touchées (Oued Fodda, El Atteuf, Sandjas.....). [B]

La région de Chleff a connu également de par le passé plusieurs séismes destructeurs dont celui du 09 Septembre 1954. A cette époque, le séisme avait entraîné la mort de plusieurs personnes et causé des dégâts importants. [B]

La sismicité de la région de Chleff s'explique par le fait qu'elle se situe au niveau de la région nord algérienne qui se déforme peu à peu en raison de la convergence des deux plaques Africaine et Eurasiatique. [B]

Le séisme d'El Asnam restera comme étant l'un des plus violents qu'a connu la région ouest Méditerranéenne. Grâce aux travaux effectués, il permit ainsi de mieux comprendre les causes de la sismicité algérienne et permit ainsi le lancement de la réglementation parasismique dans le pays. [B]

#### 2.9.4 Les tsunamis en Algérie :

Au cours de l'histoire, quelques tsunamis de petite ampleur se sont produits en Algérie. Parmi les plus importants, on peut citer celui qui a touché la région de Djidjelli le 21-22 Août 1856 ainsi que celui qui s'est produit après l'occurrence du séisme de Boumerdes du 21 Mai 2003.

En raison de l'activité sismique modérée en Algérie, les tsunamis restent un phénomène rare en Algérie. Ils sont liés à l'occurrence d'événements marins et de forte magnitude.[B]

#### 2.10 L'activité sismique dans le monde :

Les séismes se produisent essentiellement le long des bordures des plaques. C'est le long de la ceinture de feu (ceinture Pacifique) là où se situent les grandes fosses de subduction où se produisent les séismes les plus importants. L'Indonésie, le Japon, la côte Ouest des Etats-Unis, le Chili sont parmi les régions les plus menacées. [B]

Voici quelques exemples de puissants séismes dans le monde :

<b>Ville/Zone</b>	<b>Pays</b>	<b>Date</b>	<b>Magnitude</b>	<b>Nombre de victimes</b>
Sumatra	Indonésie	26 décembre 2004	9.3	227 898
Muzaffarabad	Pakistan	8 octobre 2005	7.6	79 410
Province du Sichuan	Chine	12 mai 2008	7.9	87 149
Port-au-Prince	Haïti	12 janvier 2010	7.2	230 000
Côte Pacifique du Tōhoku	Japon	11 mars 2011	9.0	27 000

**Tableau 2.1 : Exemples de séismes dans le monde [B]**

### **2.11 Conclusion :**

A présent que nous nous sommes familiarisés un petit peu plus avec les séismes, nous comprenons mieux l'importance et la grande utilité d'un système d'information géographique qui nous aiderait à prendre les bonnes décisions concernant par exemple le choix de type de constructions dans les zones sismiques, ainsi que la protection et la sensibilisation de la population vivant près des zones sismiques.

## Chapitre 3 : Description des Outils Utilisés, MapInfo v8.0 et Delphi 7

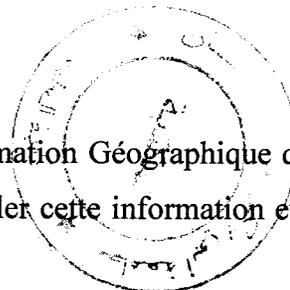
### 3.1 Introduction :

Pour la réalisation de l'application, Nous avons choisi de travailler avec MapInfo Professional v8.0 et Delphi 7, pour des raisons précises qui seront développées plus loin dans ce chapitre. Ce dernier, a pour objectif de présenter les logiciels et langages de programmation que nous avons utilisés pour concevoir puis réaliser l'application.

### 3.2 MapInfo Professional:

#### - *Présentation :*

MapInfo Professional v8.0 est un logiciel de Système d'Information Géographique qui sert à créer de l'information géographique, à traiter et manipuler cette information et à la cartographier de différentes manières. [11]



#### - *Les données :*

Dans MapInfo, les données, qu'elles soient sous forme d'objets géo-référencés, des données statistiques ou d'images rasters, se trouvent dans des tables. [12]

MapInfo est un logiciel qui structure les informations en tables. Une table est un ensemble de fichiers qui sont manipulés ensemble par le logiciel.

Ainsi la fonctionnalité « Ouvrir une table » est traduite par un ensemble d'activités informatiques élémentaires qui vont ouvrir chacun des fichiers constituant la table, vérifier la cohérence de l'ensemble et afficher le contenu graphique de la table dans une fenêtre. [11]

Ainsi, les informations communales gérées par MapInfo seront constituées d'un certain nombre de fichiers. C'est cet ensemble de fichiers que l'on nomme « table ». [11]

**\*.tab** : Ce fichier texte décrit la structure de la table et fournit des informations qualitatives sur la donnée contenue dans la table.

**\*.dat** : Ce fichier contient les données attributaires de la table. Ce fichier peut être remplacé par importation des fichiers Dbase (\*.DBF), Excel (\*.XLS), Access (\*.MDB), etc. [12]

Si les données contiennent des objets graphiques, la table contient deux fichiers supplémentaires :

**\*.MAP** : Ce fichier décrit les objets graphiques.

**\*.ID** : C'est le fichier de références croisées entre les données tabulaires/attributaires et les objets cartographiques. [12]

L'index utilisé par MapInfo lors de la commande « Recherche » se trouve dans le fichier :

**\*.IND** : C'est le fichier qui permet d'accélérer les requêtes sur la table.

Il peut y avoir aussi des fichiers :

**\*.BMP, \*.TIF, ...** : Sont les fichiers utilisés pour les images raster.

Et enfin le fichier :

**\*.WOR** : Ce fichier permet de sauvegarder l'environnement de travail, c'est-à-dire, les différentes fenêtres ouvertes avec leurs tables, ainsi que l'ensemble des couches temporaires (requêtes, dessins, étiquettes). [12]

- *Les fenêtres* :

Les données peuvent être représentées de trois façons dans trois types de fenêtres : Si les données sont géo-référencées (parce qu'elles sont associées à un objet), elles sont affichées sous forme de carte (dans une fenêtre Carte). Sinon, elles sont affichées sous forme de tableau dans une fenêtre Données. On peut aussi présenter les données en graphes. [12]

- La fenêtre Carte : Lors de l'ouverture d'une table graphique, une fenêtre carte s'ouvre automatiquement. On peut y rajouter des tables, zoomer, modifier la représentation graphique des objets.
- La fenêtre Données : Une fenêtre de données permet de visualiser sous forme d'un tableau les données d'une table.
- La fenêtre graphe : Sert à visualiser les données d'une table sous forme de courbes, barres, secteurs ou aires. [12]

- *Les barres d'outils* :

En générale, les barres d'outils sont visibles. Pour les masquer ou les faire apparaitre, on utilise la fonction *Afficher>Barre d'outils*. Elles peuvent être soit flottantes soit en partie haute de l'écran. Les barres d'outils sont actives lorsqu'une Fenêtre Carte, Données ou graphique est ouverte. [12]

- La barre d'outils Standard : Elle se situe généralement en haut de l'écran. Elle permet d'accéder aux fonctions classiques de Windows (copier, coller, couper), mais aussi, à la création de nouvelles Fenêtres Carte, Données, Graphiques, etc.

- La barre d'outils Main (Générale) : Elle est souvent sous forme flottante. Elle permet d'accéder aux outils (zoomer, déplacement, sélection, contrôle des couches...). (Figure 3.1)

- La barre d'outils Drawing (Dessin) : Souvent flottante, la barre d'outils dessin permet de dessiner ou de modifier un objet. Les boutons avec un point d'interrogation permettent de modifier les styles des objets (couleur, épaisseur). Les boutons de cette barre d'outils ne sont actifs que si la carte est modifiable. (Figure 3.2). [12]

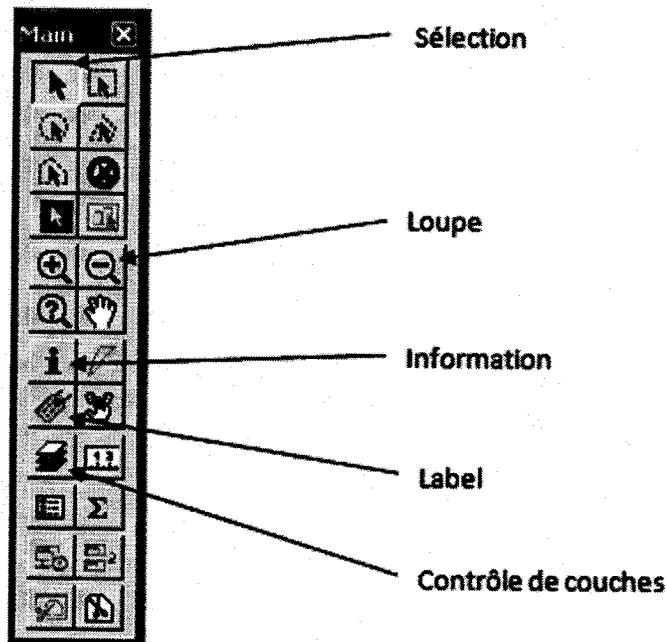
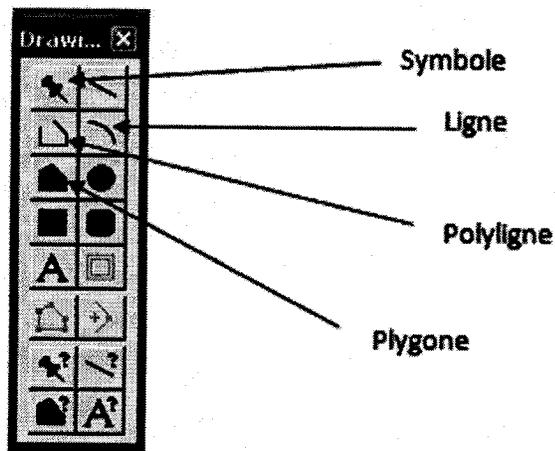


Figure 3.1: Barre d'outils Main (Générale)



**Figure 3.2: Barre d'outils Drawing (Dessin)**

*- Les couches de cartes :*

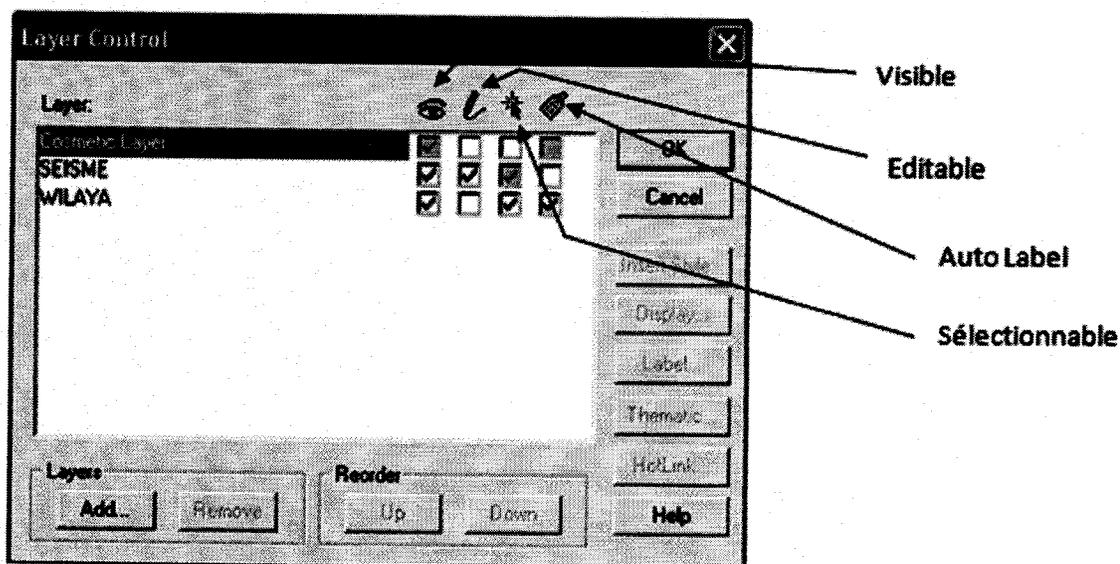
Les cartes informatisées sont structurées en couches. Par exemple, une couche peut contenir les frontières, une autre les points représentant les séismes, une troisième les habitations, etc. En superposant ces couches on forme la carte proprement dite.

En règle générale, chaque couche correspond à une table de MapInfo. [12]

*- Le contrôle de couches (Layer Control):*

Le contrôle des couches est très important lors de la gestion des tables dans une Fenêtre Carte. En effet, il permet d'ajouter ou d'enlever<sup>3</sup>des tables dans la carte. On y gère aussi les attributs des tables ouvertes dans la fenêtre. (Figure3.3). [12]

<sup>3</sup> Chaque Fenêtre Carte dans MapInfo Professional a une Couche Cosmetic. C'est une couche vierge et transparente qui se trouve sur le dessus des autres couches cartographiques. Elle peut stocker les titres et autres objets graphiques que l'on crée lors d'une session de travail. La Couche Cosmetic est toujours la couche supérieure de la carte. On ne peut pas la supprimer ou la réorganiser. [F]



**Figure 3.3: Layer Control (Contrôle des couches)**

- Pourquoi MapInfo:

MapInfo est un logiciel facile d'utilisation, très riche, léger, l'exécution se fait très rapidement et il est surtout très bien documenté. De plus, il est livré en une seule application contrairement à ArcGIS qui est un ensemble de modules très complet mais aussi plus difficile à mettre en œuvre et à piloter. Un grand nombre de tutoriaux et guides d'utilisation existent pour MapInfo, ainsi que des Forum Internet sur les SIG [E]. Plusieurs professionnels dans le monde travaillent avec MapInfo, il est donc relativement facile de trouver réponses aux questions que l'on pourrait se poser à propos de MapInfo. Il est vrai que c'est un logiciel professionnel et payant, c'est la raison pour laquelle nous avons sollicité les services de la division Géodésie du Centre des Techniques Spatiales d'Arzew (CTS), pour avoir ce logiciel ainsi qu'une carte<sup>4</sup> d'Algérie exploitable sous MapInfo.

### 3.3 Delphi 7 :

Delphi est un environnement de programmation permettant de développer des applications. C'est un outil moderne, qui fait appel à une conception visuelle des applications, à la programmation objet, de plus, il prend en charge le maintien automatique d'une partie du code source. [13]

<sup>4</sup> La carte d'Algérie que nous avons utilisée provient de la Direction de l'Environnement d'Oran. Elle date de l'année 2007.

Son environnement graphique de développement et de maquettage rapide, permet d'entreprendre facilement un projet. Il permet de créer des applications qui s'exécutent sous Windows, ces dernières sont constituées exclusivement de fenêtres, les logiciels simples peuvent ne contenir qu'une fenêtre, les plus compliqués peuvent en contenir des dizaines. [13]

Le développement de l'application se fera avec Delphi parce qu'il permet une exécution rapide (pas lourde comme le Java) des applications et une gestion complète des bases de données. Il permet aussi de pouvoir piloter de manière très flexible un logiciel SIG tel que MapInfo en ajoutant aisément à Delphi des composants tel que « EasyMap » et pouvoir concevoir une interface utilisateur personnalisée qui diffère des interfaces des logiciels SIG.

### **3.4 Pilotage de MapInfo par Delphi :**

Il est tout à fait possible de contrôler MapInfo via un langage de haut niveau tel que Delphi, Visual Basic ou C++ Builder. Par exemple, il est possible d'intégrer une fenêtre MapInfo dans une application Delphi. Plus précisément il s'agit d'intégrer des éléments de MapInfo dans une autre application. Cette technique permet aussi de personnaliser une interface d'une application Delphi pour piloter MapInfo qui peut être très différent de l'interface MapInfo connue. Une fois intégrée, l'utilisateur peut interagir avec la fenêtre de l'application Delphi comme s'il était sous MapInfo. [14]

Le pilotage de MapInfo se fait par l'envoi de commandes MapBasic par l'application et ce grâce à la technologie OLE<sup>5</sup> (Object Linking and Embedding) comme il peut-être fait en utilisant DDE (Dynamic Data Exchange). A ce stade, MapInfo exécute ces commandes comme si elles étaient saisies dans le volet MapBasic (Figure 3.2). En plus des commandes MapBasic connues on a besoin dans le cas d'un pilotage d'invoquer des commandes supplémentaires comme par exemple 'Next Document Parent' pour faire passer la fenêtre carte au programme. Cette technique est connue sous le nom de "reparenting". On peut cloner les fenêtres carte, faire une consultation de données, graphe, couches et légende. [14]

---

<sup>5</sup> OLE : Object Linking and Embedding (littéralement « liaison et incorporation d'objets ») est une technologie et un système d'objets distribués, mis au point par Microsoft. OLE permet à des applications utilisant des formats différents de dialoguer. [G]

Nous avons choisie de faire un pilotage de MapInfo via Delphi, car c'est une idée intéressante et originale, qui permet à la fois de concevoir une interface utilisateur personnalisée et plus conviviale, qui donnerai envie aux gens de s'intéresser au SIG (système d'information géographique), mais aussi de pouvoir leur offrir la possibilité à travers cette application de faire quelques manipulations sur une carte et ainsi les initier aux SIG et aux logiciels de SIG. Car les systèmes d'information géographique sont un domaine intéressant et surtout très utile et applicable dans divers domaines que se soit la sismologie comme dans notre étude ou autres.

### 3.5 EasyMap :

EasyMap VCL est un ensemble de composants Delphi permettant de créer des solutions SIG (système d'informations géométriques) sans MapInfo. EasyMap VCL permet d'ajouter dans une application Delphi des fonctionnalités telles que :

- Cartes de vecteurs affichant la projection de longitude/latitude,
- Données en relation avec les cartes d'objets, affichées dans une grille ou dans un tableau,
- Outils d'agrandissement/réduction/sélection, etc. [C]

VCL signifie Visual Component Library (bibliothèque de composants visuels). C'est un framework écrit en Pascal Objet par Borland pour ses outils de développements Delphi et C++ Builder.

Il existe d'autres composants VCL pour la manipulation de données MapInfo, tels que MapX. Mais nous avons choisie de travailler avec EasyMap car il est disponible en téléchargement gratuit.

### 3.6 MapBasic :

MapBasic est un programme accompagnant MapInfo, on peut exécuter des programmes écrits en langage MapBasic à partir de MapInfo.

Pour voir ou écrire des commandes MapBasic, voici comment procéder :

Aller à '*Options*' et choisissez '*Show MapBasic Window*'. (Figure 3.4)

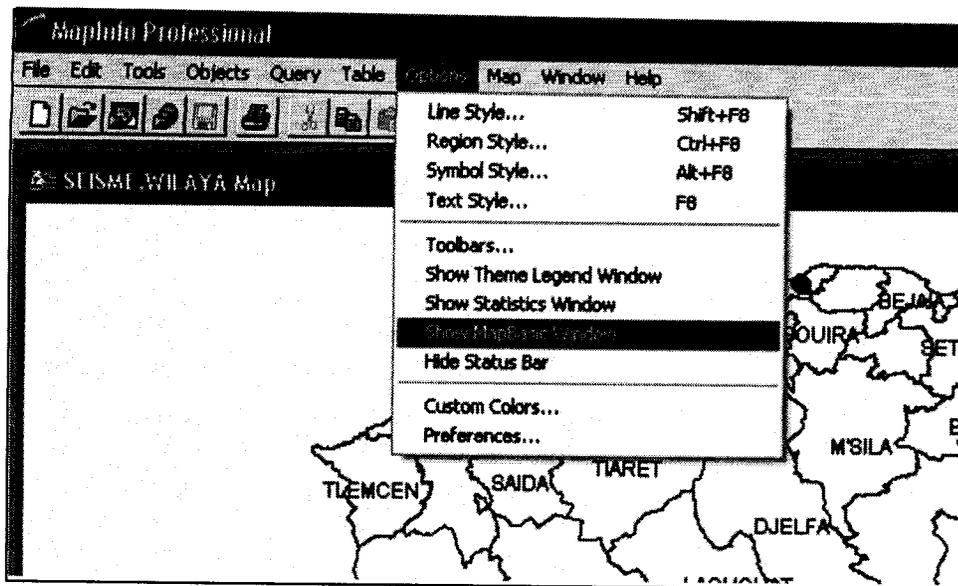


Figure 3.4: Affichage de la fenêtre MapBasic

Ceci affichera la fenêtre MapBasic en bas de l'écran. (Figure 3.5)

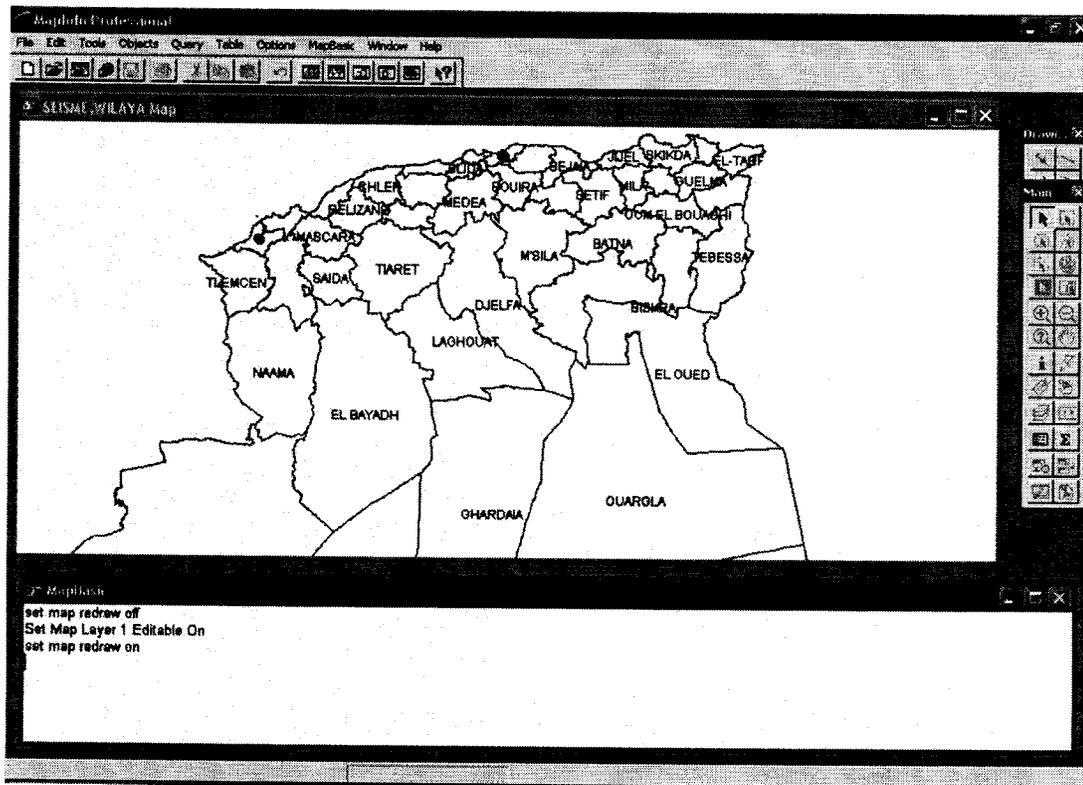


Figure 3.5: Fenêtre MapBasic

Tapez la commande, appuyez sur "ENTREE". MapInfo exécute la commande (Figure 3.5). Si vous n'obtenez pas le résultat escompté, modifiez l'énoncé de la commande en supprimant des éléments, en ajoutant de nouveaux éléments ou en modifiant l'ordre des éléments. [14]

MapBasic contient de puissantes procédures permettant, en quelques lignes de code, d'intégrer la dimension géographique dans des applications en y exploitant des cartes et des fonctions cartographiques. Les programmes MapBasic sont facilement intégrables dans des développements réalisés dans d'autres langages tels que Delphi, pour :

- Construire une Interface utilisateur,
- Intégrer la cartographie dans une application,
- Etendre les fonctionnalités de MapInfo Professional. [D]

### 3.7 SQL :

SQL signifie « Structured Query Language » c'est-à-dire « Langage d'interrogation structuré ».

En fait SQL est un langage complet de gestion de bases de données relationnelles. Il a été conçu par IBM dans les années 70. Il est devenu le langage standard des systèmes de gestion de bases de données (SGBD) relationnelles (SGBDR). [17]

C'est à la fois :

- Un langage de manipulation des données (LMD).
  - o Un langage d'interrogation (ordre SELECT).
  - o Un langage de manipulation des données (UPDATE, INSERT, DELETE).
- Un langage de définition des données (LDD : ordre CREAT, ALTER, DROP).
- Un langage de contrôle de l'accès aux données (LCD : ordre GRANT, REVOKE). [17]

### 3.8 UML :

Pour l'étape de conception de l'application, nous choisiront une modélisation UML.

Les méthodes utilisées dans les années 1980 pour organiser la programmation impérative (notamment Merise) étaient fondées sur la modélisation séparée des données et des traitements. Lorsque la programmation par objets prend de l'importance au début des années 1990, la nécessité d'une méthode qui lui soit adaptée devient évidente. Plus de cinquante méthodes apparaissent entre 1990 et 1995 (Booch, Classe-Relation, Fusion, HOOD, OMT, OOA, OOD, OOM, OOSE, etc.) mais aucune ne parvient à s'imposer. En 1994, le consensus se fait autour de trois méthodes :

- OMT de James Rumbaugh (*General Electric*) fournit une représentation graphique des aspects statique, dynamique et fonctionnel d'un système ;
- OOD de Grady Booch définie pour le *Department of Defense*, introduit le concept de paquetage (*package*) ;
- OOSE d'Ivar Jacobson (Ericsson) fonde l'analyse sur la description des besoins des utilisateurs (cas d'utilisation, ou *use cases*). [18]

Chaque méthode avait ses avantages et ses partisans. Le nombre de méthodes en compétition s'était réduit, mais le risque d'un éclatement subsistait : la profession pouvait se diviser entre ces trois méthodes, créant autant de continents intellectuels qui auraient du mal à communiquer. [18]

Événement considérable les trois méthodes sont réunies pour définir une méthode commune UML (*Unified Modeling Language*) est né de cet effort de convergence. [18]

UML est conçu pour s'adapter à n'importe quel langage de programmation orientée objet (POO) et présente plusieurs modèles (diagrammes) dont leurs compréhensions nécessitent une grande attention. UML est conçu pour l'implémentation objet avec ses différents détails et sa portabilité (s'adapte à n'importe quelle plateforme) il est donc plus exploitable que d'autres méthodes.

Les diagrammes d'UML sont :

- Le diagramme de cas d'utilisation qui montre l'enchaînement des cas d'utilisation au sein du processus, un enchaînement immédiatement compréhensible,
- Le diagramme de séquence, qui montre l'enchaînement chronologique des opérations à l'intérieur de chaque cas d'utilisation,
- Le diagramme de classes, qui est le plus précis conceptuellement mais aussi le plus difficile à lire car il présente chacune des classes et leurs relations (agrégation, héritage, association, etc.).

La conception de l'application méritait bien une grande précision et une exploitabilité maximale. C'est la raison pour laquelle nous retenons UML.

### **3.9 Conclusion :**

Durant ce chapitre nous avons essayé de présenter en quelques lignes les logiciels et les langages utilisés pour la modélisation et la réalisation de l'application. Nous avons aussi essayé de justifier ces choix. Travailler avec Delphi, SQL, UML a permis de mettre en pratique ce qu'a été appris durant le cursus universitaire. Nous avons appris à utiliser un nouveau logiciel tel que MapInfo qui est un logiciel SIG. La grande nouveauté, fût aussi, le pilotage de MapInfo par Delphi, qui est particulièrement intéressant.

## **Chapitre 4 : Développement d'une Application SismoMap Basée sur les Systèmes d'Information Géographique**

### **4.1 Introduction :**

Nous voici arrivé à la dernière partie et à la plus importante de ce projet. En ce dernier chapitre, nous verrons comment l'application a été modélisée et analysée pour enfin être réalisée. Pour comprendre le but de ce projet, il faudra comprendre le fonctionnement et l'objectif de l'application. Ainsi tout au long de ce chapitre, chaque étape de modélisation et réalisation de l'application sera expliquée.

### **4.2 Description de l'application :**

Le but de ce projet est de réaliser une application qu'on nommera SismoMap, basée sur le principe des SIG, qui puisse permettre à tout type d'utilisateur de tirer profit de ce que peut apporter un Système d'Information Géographique dans le domaine de la sismologie.

L'application réalisée par le logiciel Delphi, présente une interface très conviviale et simple d'utilisation. Elle offre non seulement la possibilité aux utilisateurs de visionner une carte géographique, mais aussi de pouvoir faire des manipulations et plusieurs opérations sur cette carte.

Cette application est un SIG qui traite principalement des données sismologiques du nord Algérien. L'utilisateur de SismoMap peut donc consulter la carte et la table de données qui l'accompagne pour avoir des informations sur les séismes qui ont frappé au nord de l'Algérie. Il peut aussi, ajouter lui-même sur la carte et sur la table de données d'éventuels séismes, il peut en supprimer et même modifier les données qu'elles soient graphiques ou tabulaires.

### **4.3 Modélisation et Analyse du Système en Question :**

#### **4.3.1 Définition des besoins :**

- L'application doit permettre l'ouverture et l'affichage d'une carte géographique provenant de MapInfo.
- Elle doit permettre la navigation sur la carte, autrement dit, déplacer la carte, faire un zoom avant, un zoom arrière, effectuer une sélection et afficher l'information d'un endroit précis de la carte.

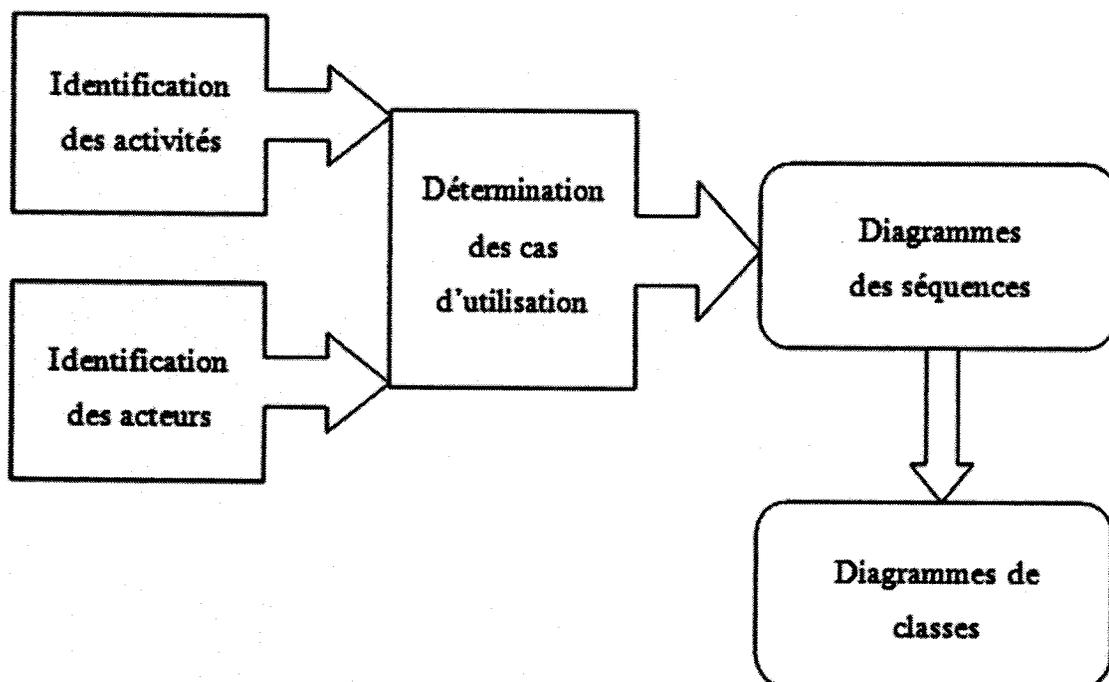
- Elle doit permettre de contrôler les couches de la carte, pour d'éventuels ajouts, suppressions ou modifications des symboles de la couche en question.
- Elle doit permettre l'affichage de la table correspondante à la couche étudiée (dans notre cas il s'agit de la couche Séisme) pour d'éventuels ajouts, suppressions ou modifications des enregistrements.
- Elle doit permettre de rechercher un séisme sur la table et en même temps sur la carte, par différents critères.
- Elle doit enfin permettre la sauvegarde et la mise à jour des opérations effectuées.

#### 4.3.2 Modélisation :

La modélisation consiste à créer une représentation virtuelle d'une réalité de telle façon à faire ressortir les points auxquels on s'intéresse. Cette phase nécessite une méthode ou un langage permettant de mettre en place un modèle sur le quel on peut s'appuyer. Pour ce faire, nous avons choisi la méthodologie UML, citée et présentée dans le chapitre 3.

#### 4.3.3 Méthodologie de la modélisation :

La modélisation commencera par la définition des différents acteurs et activités du système, cela va permettre d'élaborer facilement le diagramme de cas d'utilisation. L'étape suivante consiste à déduire les différents scénarios possibles. Celle-ci aidera à la réalisation du diagramme de classe.



## **Figure 0.1: Méthodologie de la modélisation**

### **4.3.4 Identification des acteurs :**

L'analyse commence par l'identification des acteurs. Ils représentent les utilisateurs du système, ils ont la particularité de bien connaître son fonctionnement et constituent les éléments extérieurs du système. Ils peuvent être soit :

- Des humains,
- Des logiciels,
- Des automates.

Dans notre système nous distinguons un seul acteur : L'utilisateur de l'application.

Il peut être : Un sismologue ou un autre utilisateur qui ne soit pas forcément spécialiste en sismologie, en cartographie ou en système d'informations géographiques.

### **4.3.5 Identification des activités :**

Pour l'acteur Utilisateur voici les activités possibles :

- Affichage de carte.
- Navigation sur la carte.
- Recherche de séismes par critères
- Mise à jour.

### **4.3.6 Diagramme de cas d'utilisation :**

Après identification de l'acteur et des différents cas d'utilisation du système, voici à présent le diagramme de cas d'utilisation qui montre les relations qui existent entre l'acteur et ses activités. Cela permet de donner une vision globale du comportement fonctionnel du système.

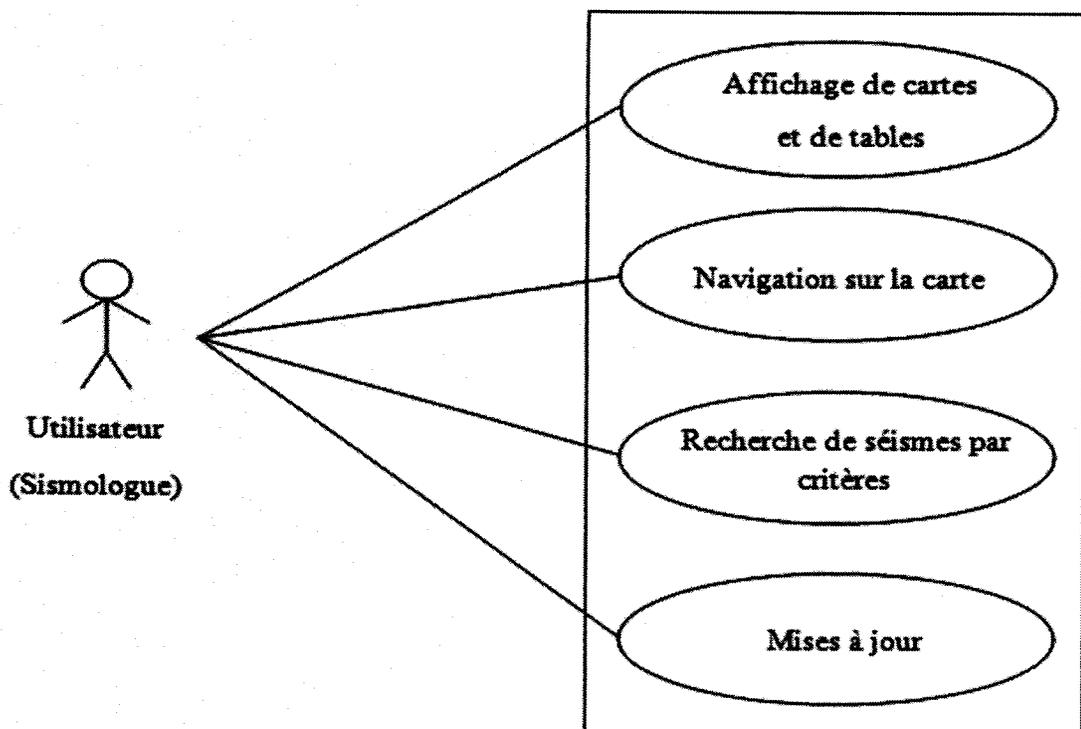


Figure 4.2: Diagramme de cas d'utilisation

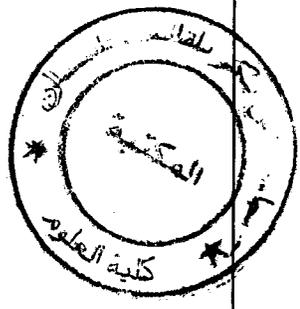
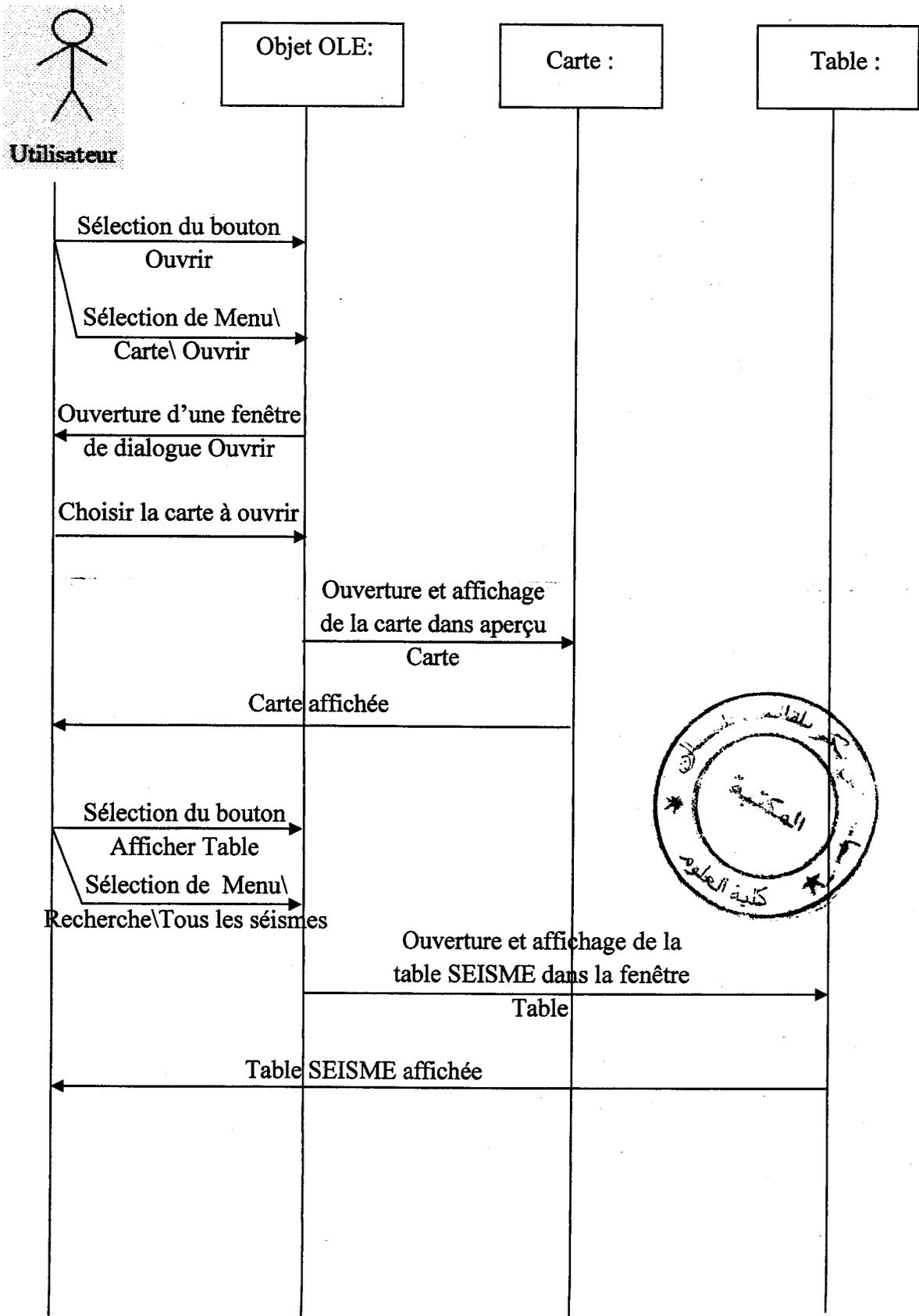
#### 4.3.7 Scénarios et diagrammes de séquences associés :

Un diagramme de séquence permet de représenter les interactions entre différentes entités (les entités sont les acteurs et le système). Il est utilisé essentiellement pour décrire les scénarios d'un cas d'utilisation ou décrire des échanges entre objets.

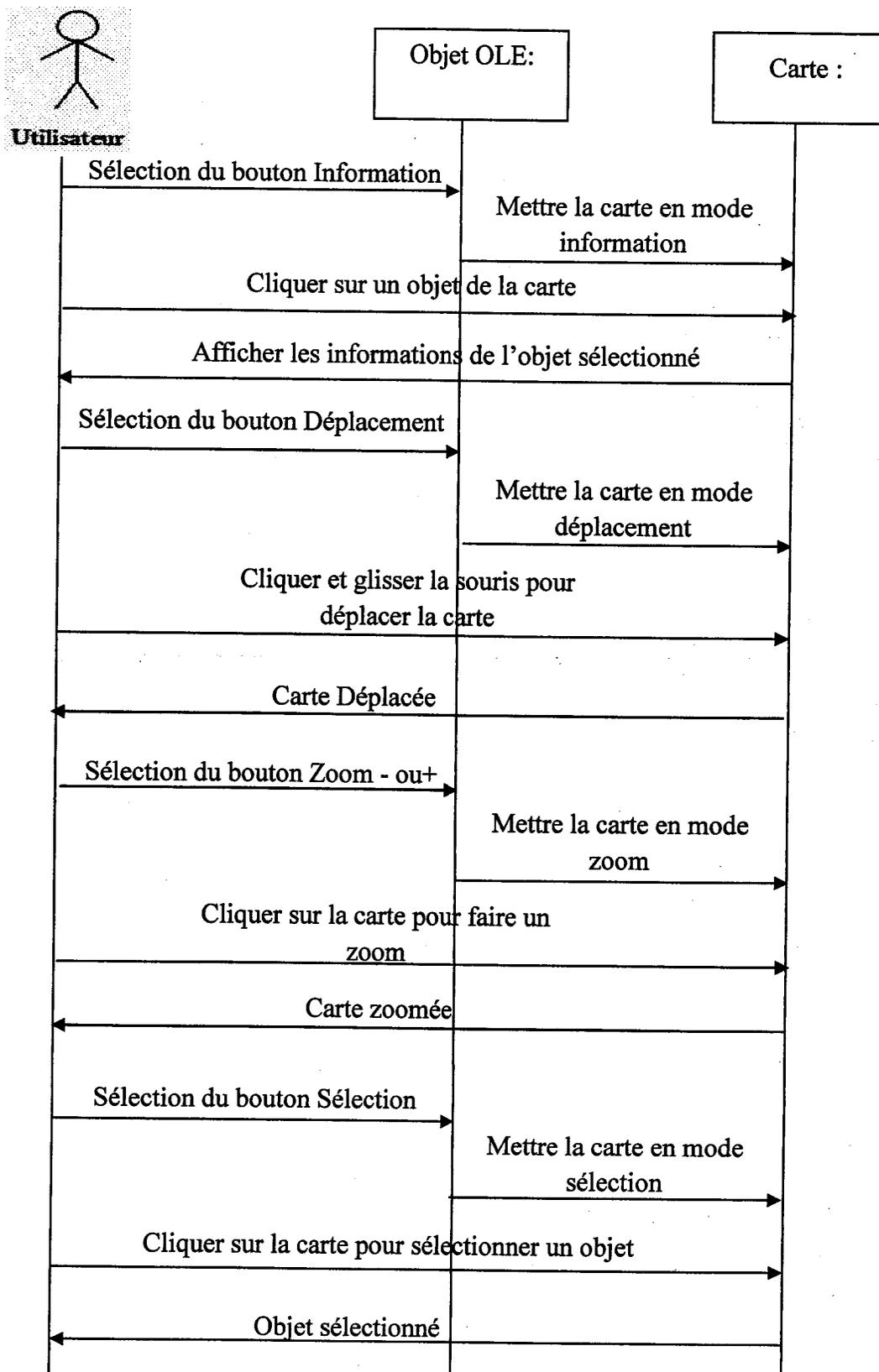
- Scénarios du cas d'utilisation : « Affichage de cartes et de tables »
  - o Affichage de la carte dans l'onglet Aperçu de la fenêtre principale et affichage de la table Séisme dans la fenêtre Table.
- Scénarios du cas d'utilisation : « Navigation sur la carte »
  - o Sélection d'un objet sur la carte, demande d'information sur un objet de la carte, zoom avant, zoom arrière de la carte, et déplacement de la carte.
- Scénarios du cas d'utilisation : « Recherche de séismes par critères »
  - o Recherche d'un séisme par Région,
  - o Recherche d'un séisme par Wilaya,
  - o Recherche d'un séisme par Date,
  - o Recherche d'un séisme par Nombre de victimes,
  - o Recherche d'un séisme par Magnitude.

- Scénarios du cas d'utilisation : « Mises à jours »
  - Ajout d'un séisme sur la carte et dans la table Séisme,
  - Modification d'un séisme dans la table Séisme,
  - Suppression d'un séisme sur la carte et dans la table Séisme.

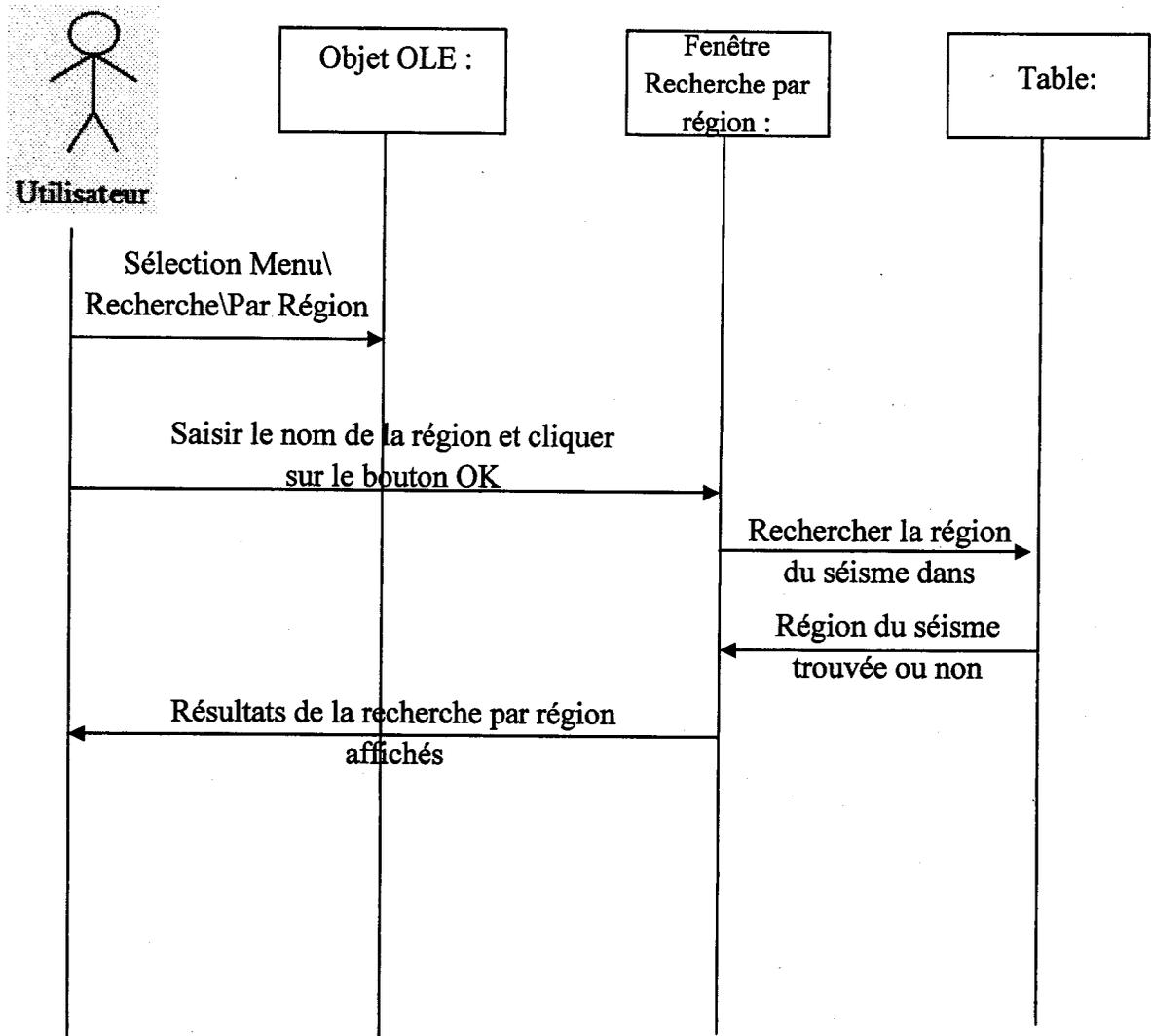
1. Diagramme de séquence : « Affichage de la carte dans l'onglet Aperçu de la fenêtre principale et affichage de la table Séisme dans la fenêtre Table »



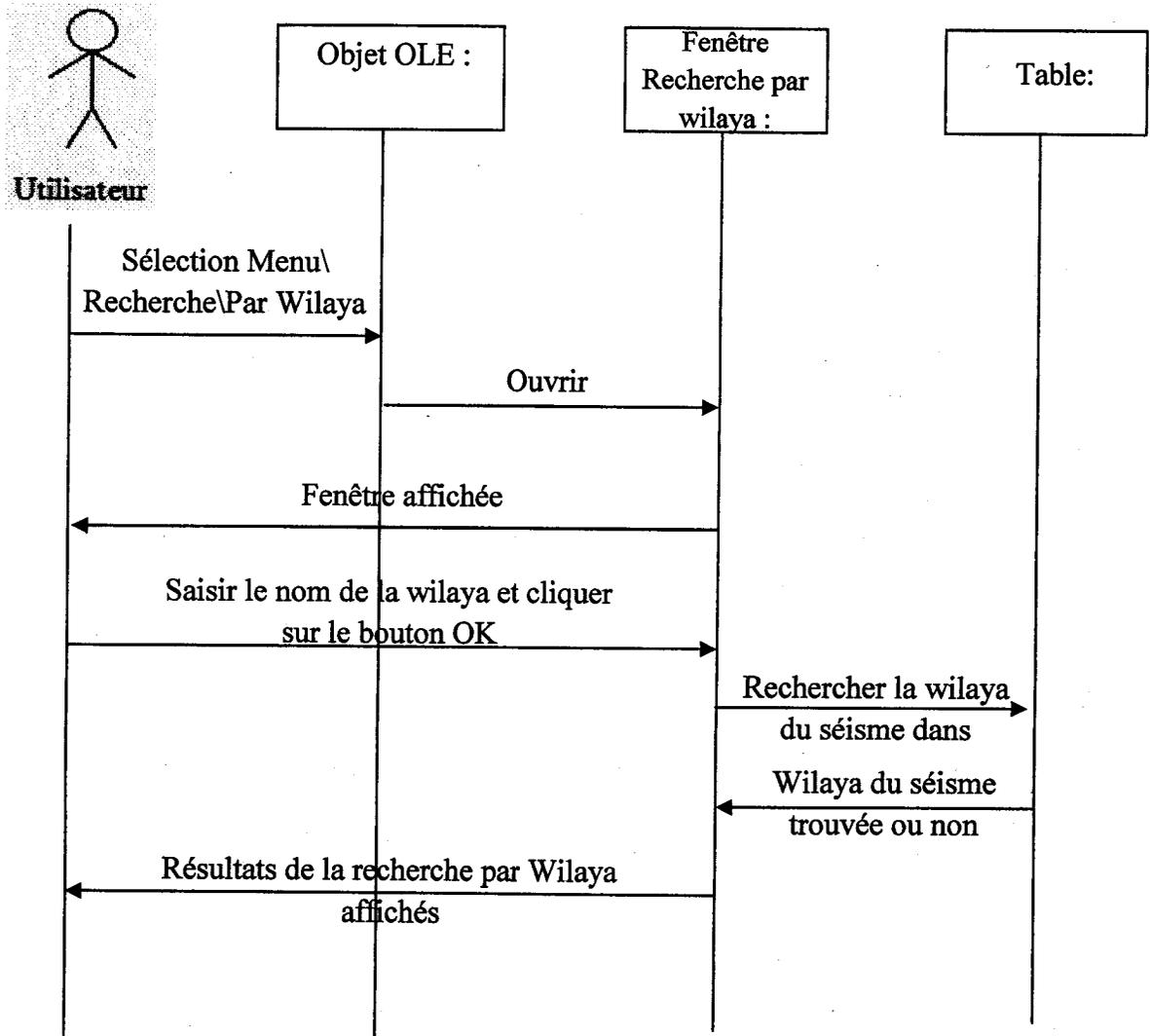
2. Diagramme de séquence : « Sélection d'un objet sur la carte, demande d'information sur un objet de la carte, zoom avant, zoom arrière de la carte, et déplacement de la carte »



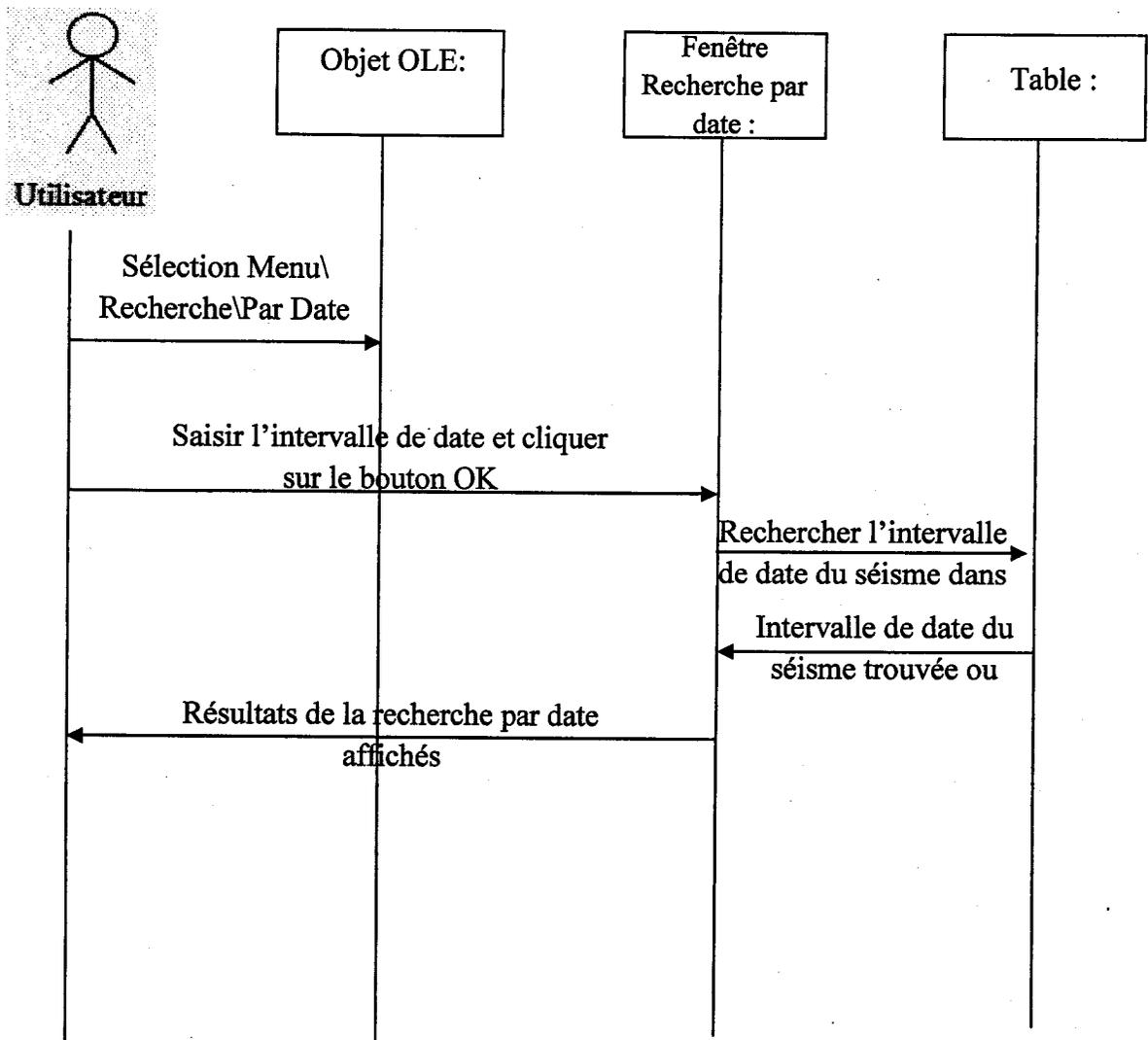
3. Diagramme de séquence : « Recherche d'un séisme par Région »



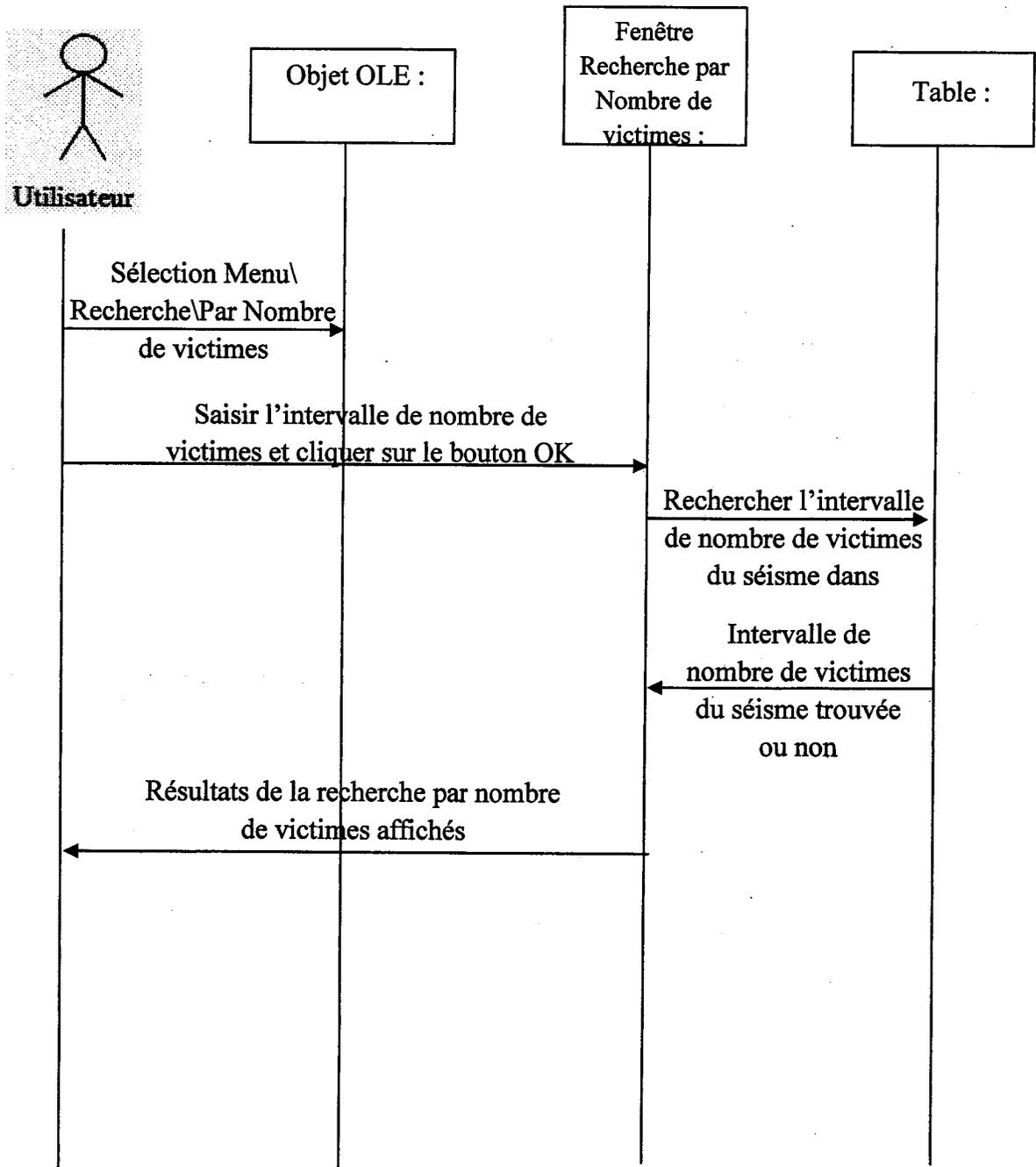
4. Diagramme de séquence : « Recherche d'un séisme par Wilaya »



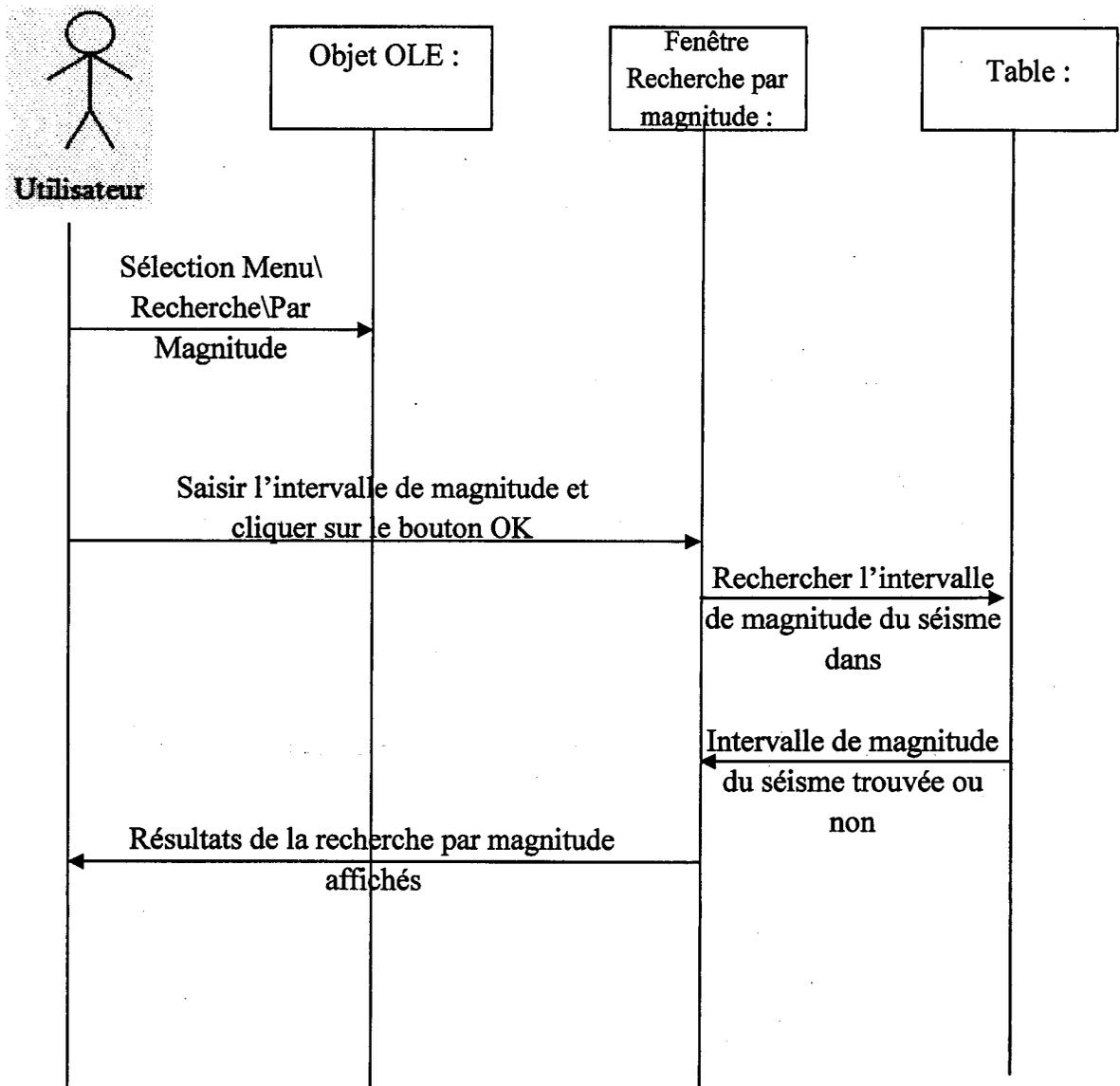
5. Diagramme de séquence : « Recherche d'un séisme par Date »



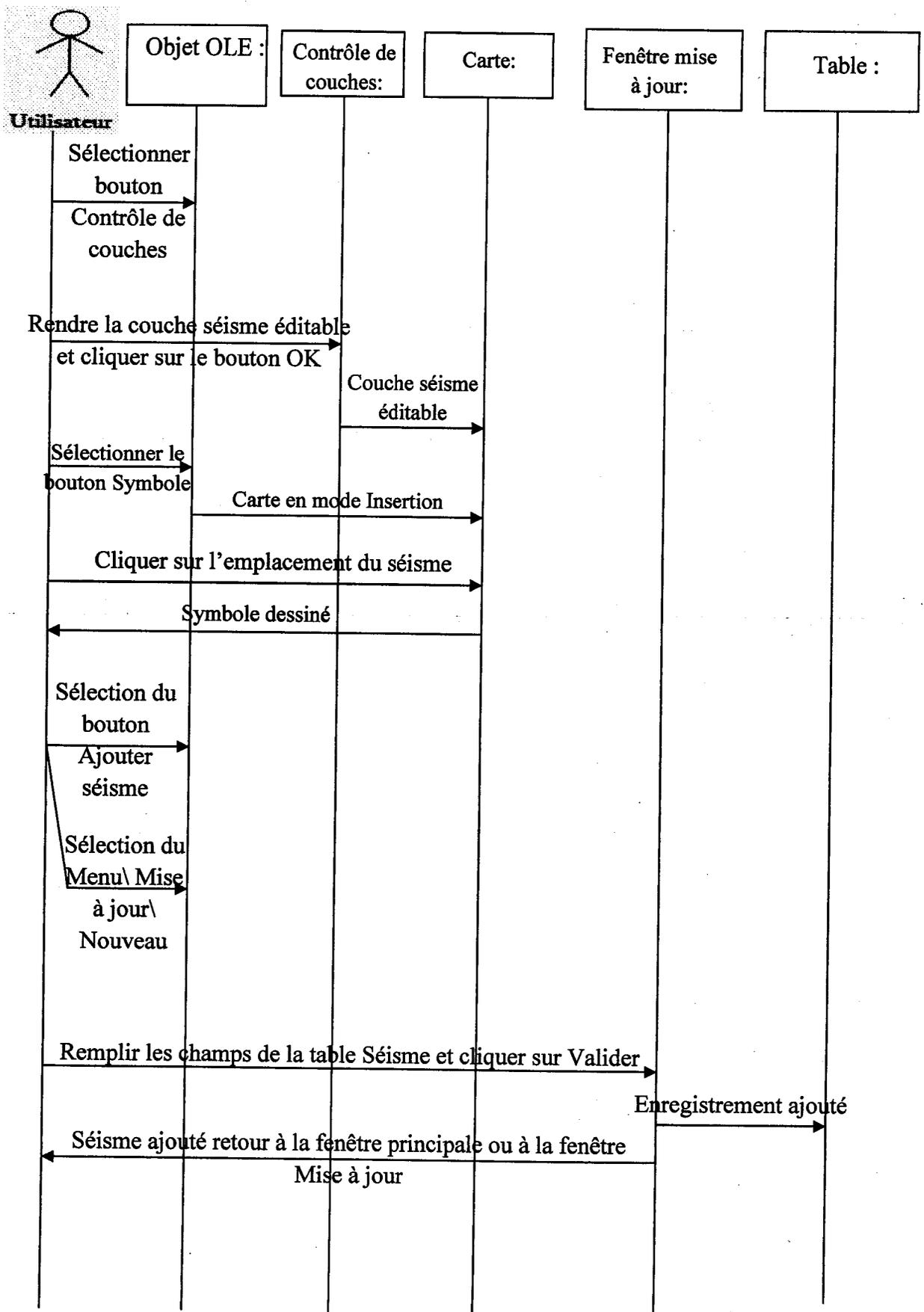
6. Diagramme de séquence : « Recherche d'un séisme par Nombre de victimes »



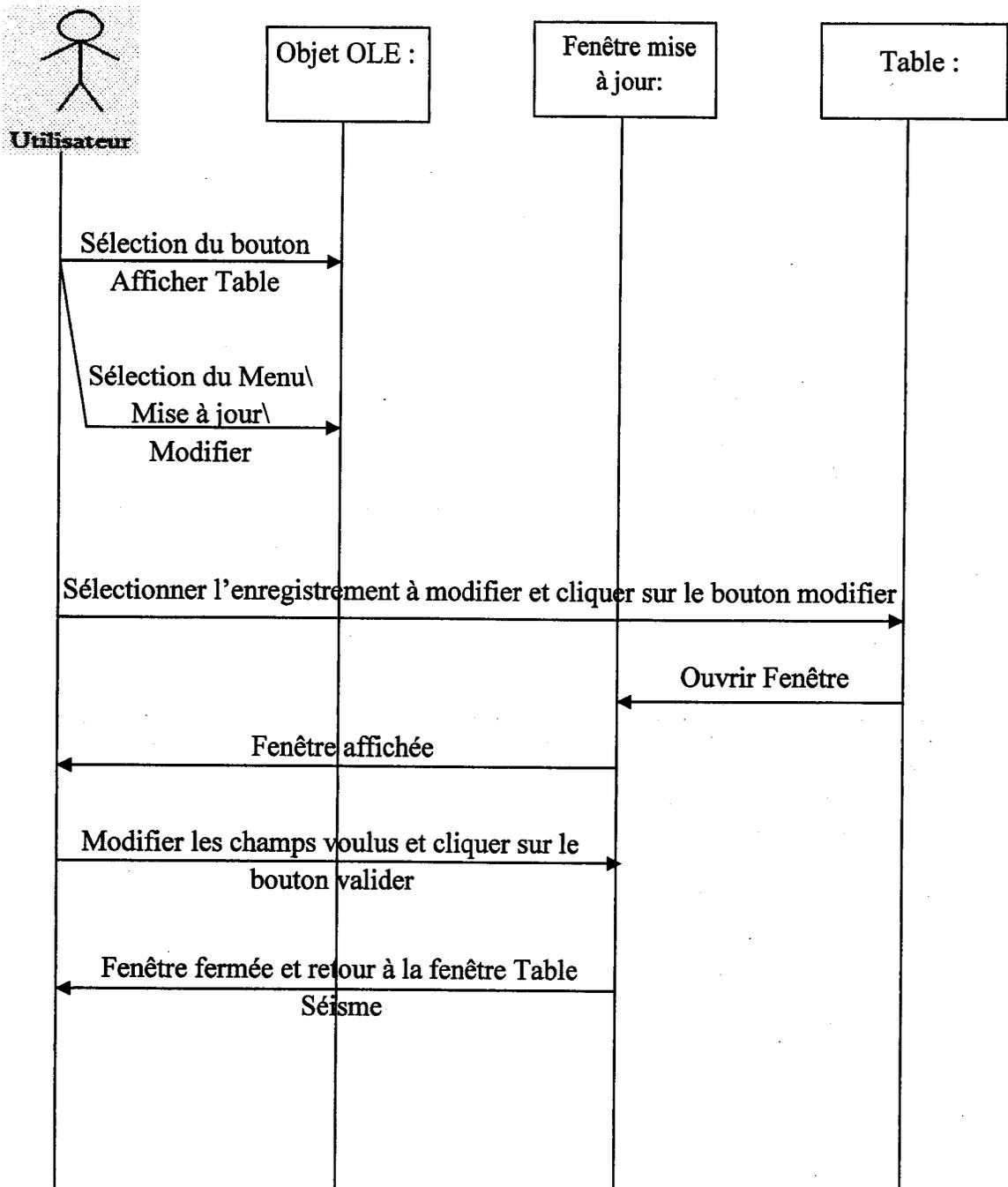
7. Diagramme de séquence : « Recherche d'un séisme par Magnitude »



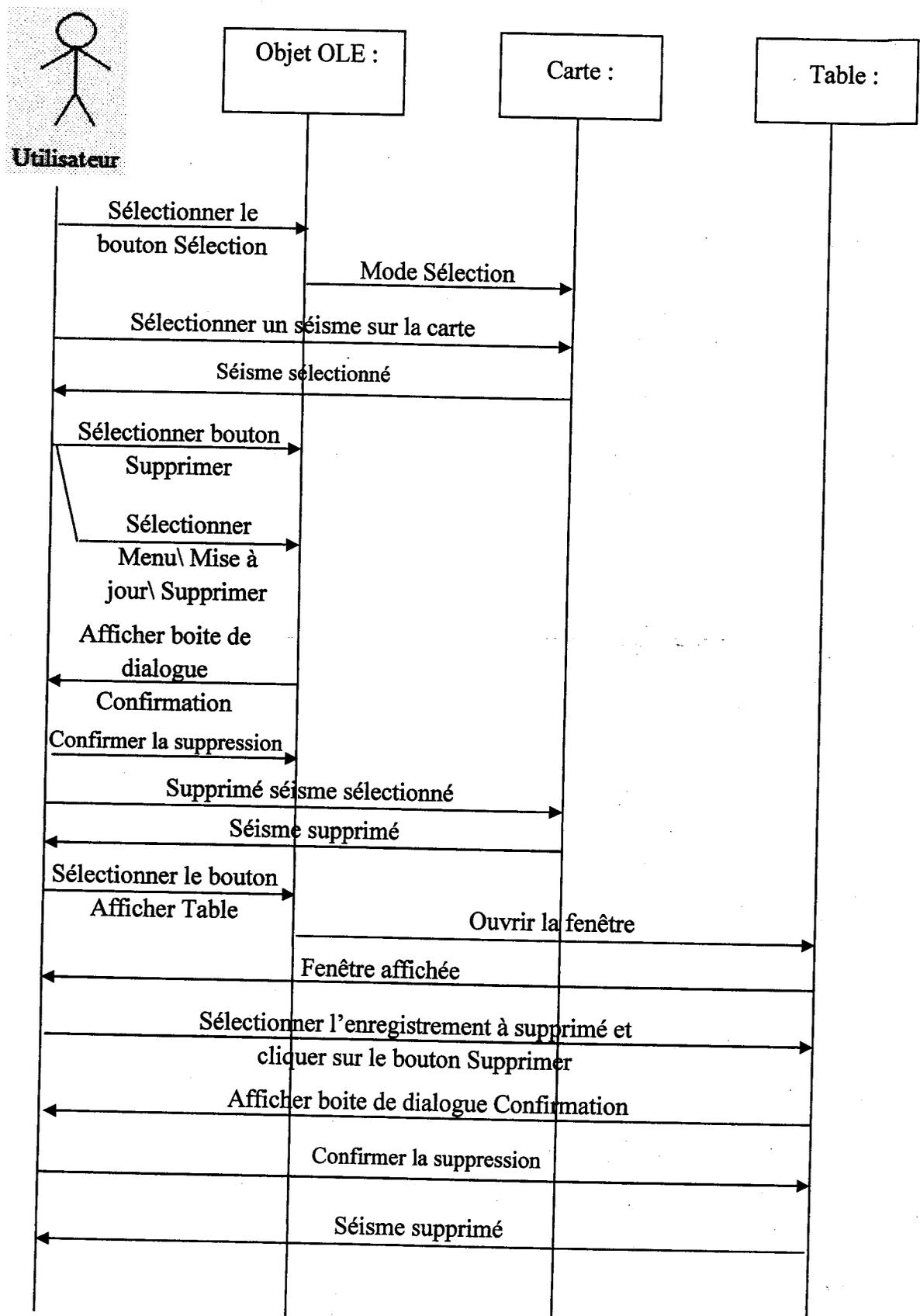
8. Diagramme de séquence : « Ajout d'un séisme sur la carte et dans la table Séisme »



9. Diagramme de séquence : « Modification d'un séisme dans la table Séisme »

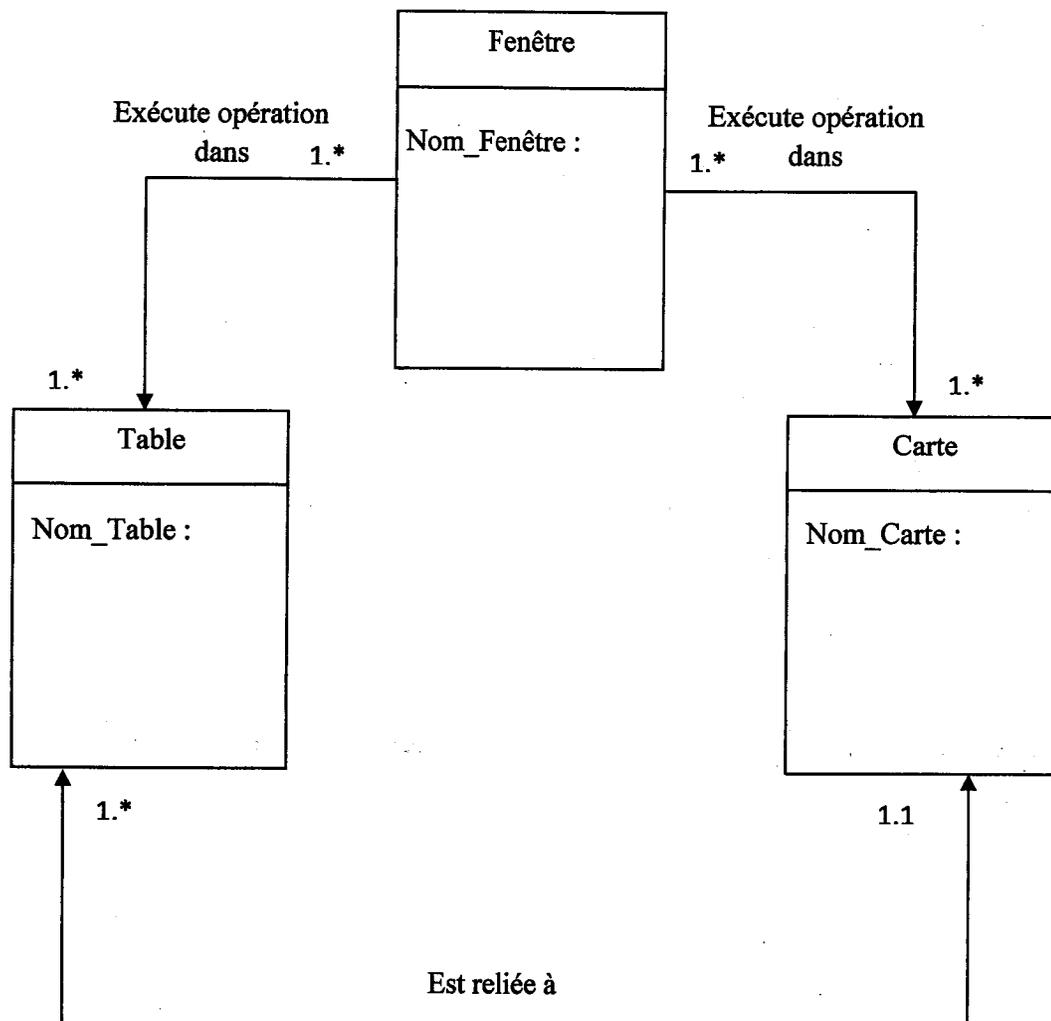


10. Diagramme de séquence : « Suppression d'un séisme sur la carte et dans la table Séisme »



#### 4.3.8 Diagramme de classes :

Le diagramme de classes est un schéma utilisé pour présenter les classes et les interfaces d'un système ainsi que les différentes relations entre celles-ci.



#### **4.3.9 Analyse des besoins :**

Notre système d'information géographique doit traiter des cartes géographiques. Pour ce faire plusieurs logiciels de cartographie existent. Mais notre choix s'est arrêté sur MapInfo car il permet d'associer des données attributaires (dans notre cas, des données sismologiques) à un référencement spatial pour pouvoir les manipuler par la suite. De plus, MapInfo est un logiciel facile d'utilisation, riche, léger et très bien documenté.

Cependant ce que l'utilisateur ne voit pas c'est que l'application développée sous Delphi est reliée à un autre logiciel qui est MapInfo (MapInfo est un logiciel SIG). Pour pouvoir exploiter un SIG à partir de Delphi, il faut bien sûr relier ce dernier à un logiciel SIG et c'est ce qui a été fait.

A partir de Delphi, on arrive à piloter le logiciel MapInfo qui nous procure la carte et la table de données qui l'accompagne, et ce grâce à la technologie OLE (Expliquée dans le chapitre3).

Pour pouvoir manipuler et exploiter des données graphiques et tabulaires provenant de MapInfo, nous aurons besoin en plus du code pascal dans Delphi d'utiliser des requêtes MapBasic (MapBasic est le langage accompagnant MapInfo). MapBasic exécute aussi des requêtes SQL et donc nous les utiliserons en Delphi et en MapBasic pour effectuer des opérations sur la table MapInfo.

Avant d'implémenter l'application, nous devons la modéliser.

### **4.4 Implémentation et réalisation de l'application :**

#### **4.4.1 : Préparation des données graphiques et tabulaires dans MapInfo :**

Après avoir essayé sans succès d'avoir une carte d'Algérie à partir d'internet et ensuite faire un calage<sup>6</sup> de l'image Raster sur MapInfo pour pouvoir exploiter la carte, nous avons sollicité les services du Centre des Techniques Spatiales pour nous procurer la carte d'Algérie et le logiciel MapInfo.

---

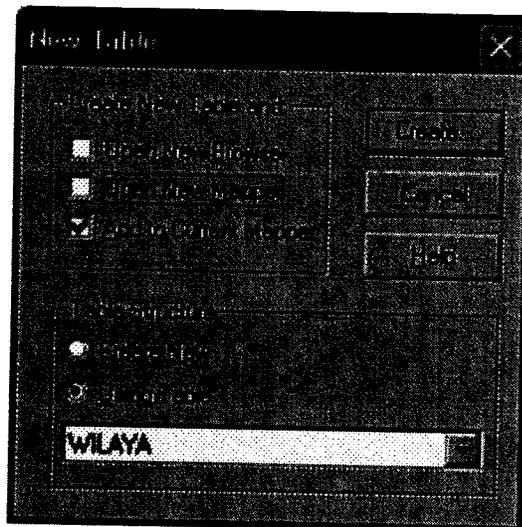
<sup>6</sup> Caler une image raster signifie entrer les coordonnées géographiques dans une projection définie et indiquer quels points de l'image correspondent à ces coordonnées. Il est indispensable de caler chaque image raster avant de l'utiliser dans la base de données. [22]

Cette carte avait au départ une seule couche correspondant à une table de donnée nommées toutes les deux Wilaya. Nous avons ajouté une couche à la carte, nommée Séisme.

Pour créer une nouvelle couche dans MapInfo cela se résume à la création d'une nouvelle Table, en utilisant ou non une table déjà existante.

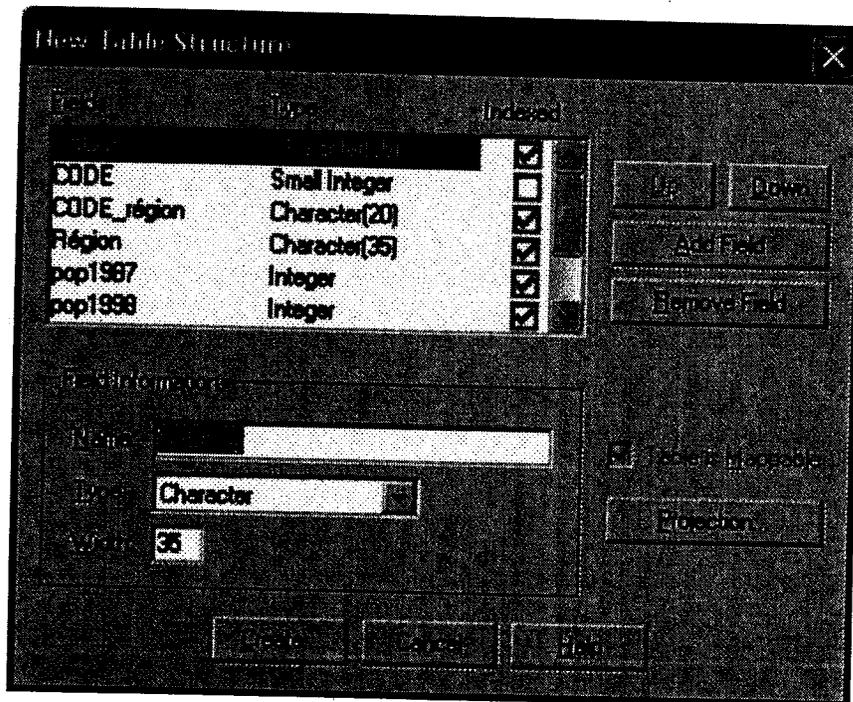
Voici la procédure à suivre :

Dans MapInfo ouvrir la carte (ouvrir la couche Wilaya), Menu> File>New Table>



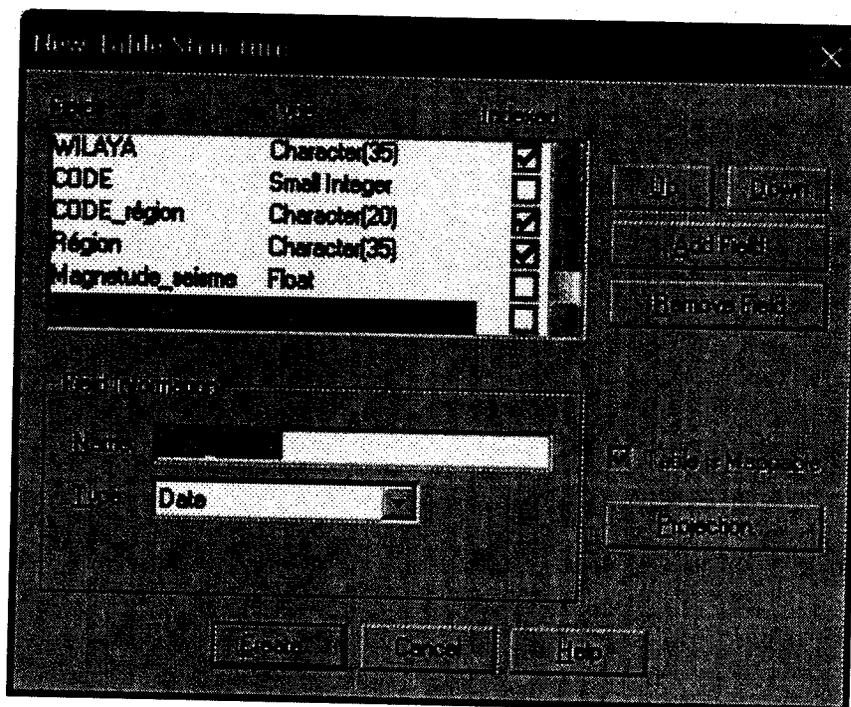
**Figure 4.3: Création d'une nouvelle table en MapInfo**

A la création d'une couche, MapInfo génère plusieurs fichiers (Expliqué dans le chapitre3) dont celui qui nous intéresse pour le moment ; le fichier tabulaire.



**Figure 4.4: Structure d'une table dans MapInfo**

Ce qui nous donne après modification, suppression et ajout de champs voulus :



**Figure 4.5: Modification de la structure de la table créée**

Il faut ensuite donner un nom à la table et l'enregistrer avec l'extension \*.TAB.

A présent il faut remplir la couche Séisme avec quelques exemples de séismes et remplir les enregistrements de la table.

Enregistrer le tout en fichier \*.WOR, comme suit : Menu>File>Save Workspace.

#### **4.4.2 Installation des logiciels requis :**

Pour pouvoir utiliser l'application SismoMap, il faut avoir le logiciel MapInfo installé sur la machine en question (Ordinateur personnel).

Nous avons installé le logiciel MapInfo bien sûr à l'étape précédente pour pouvoir préparer les données. Il est facile d'installation et surtout très rapide.

Ensuite pour réaliser l'application, nous installeront Delphi 7.

Pour pouvoir piloter MapInfo à partir de Delphi, nous installerons le composant EasyMap.

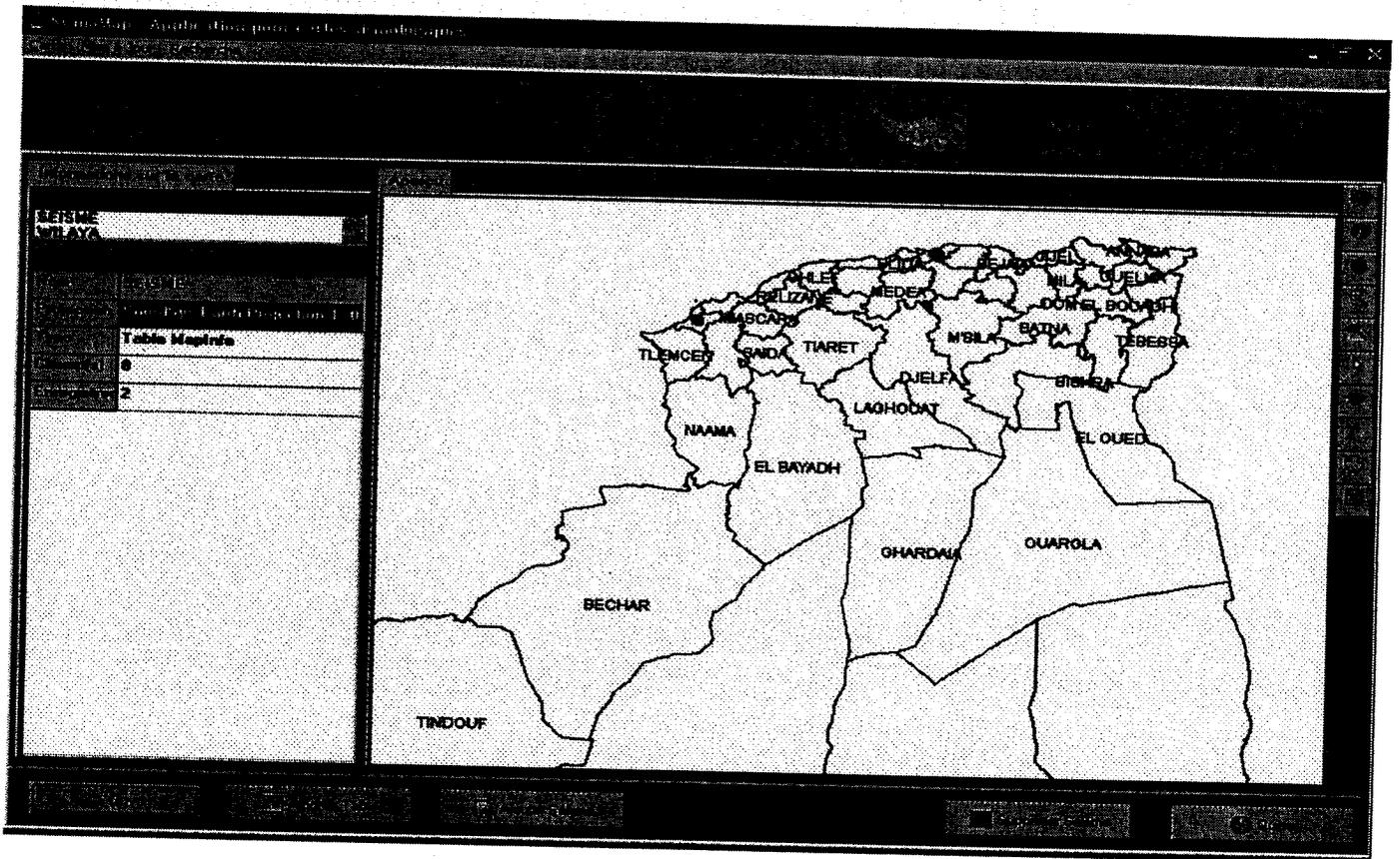
EasyMap nous permet d'utiliser la technologie OLE et ainsi envoyer des requêtes MapBasic à partir de Delphi à MapInfo.

#### **4.4.3 L'application SismoMap :**

Dans le but d'offrir à tout type d'utilisateur la possibilité de naviguer sur une carte et de bénéficier des SIG sans pour autant être spécialiste du domaine, ou être formé pour utiliser des logiciel SIG, nous avons implémenté une application nommée SismoMap qui présente des avantages tels que :

- La personnalisation des fonctions,
- La légèreté,
- Les mises à jour des données,
- La simplicité...

L'interface principale de SismoMap ressemble à ceci :



**Figure 4.6: Interface principale de SismoMap**

Pour pouvoir interagir avec MapInfo depuis Delphi, nous avons besoin d'intégrer des éléments de MapInfo dans notre application. La démarche à suivre est la suivante :

- Instancier un objet automation via une variable type OleVariant : Les types OleVariant [peuvent contenir des interfaces, dont les méthodes et les propriétés peuvent être accédées grâce à eux.];
- Ouvrir un document MapInfo ;
- Intercepter les couches constituant le document MapInfo chargé pour visualisation ;
- Utiliser des méthodes Do et Eval ;
- Envoyer des commandes à MapInfo (Do);
- Récupérer des informations depuis MapInfo (Eval).

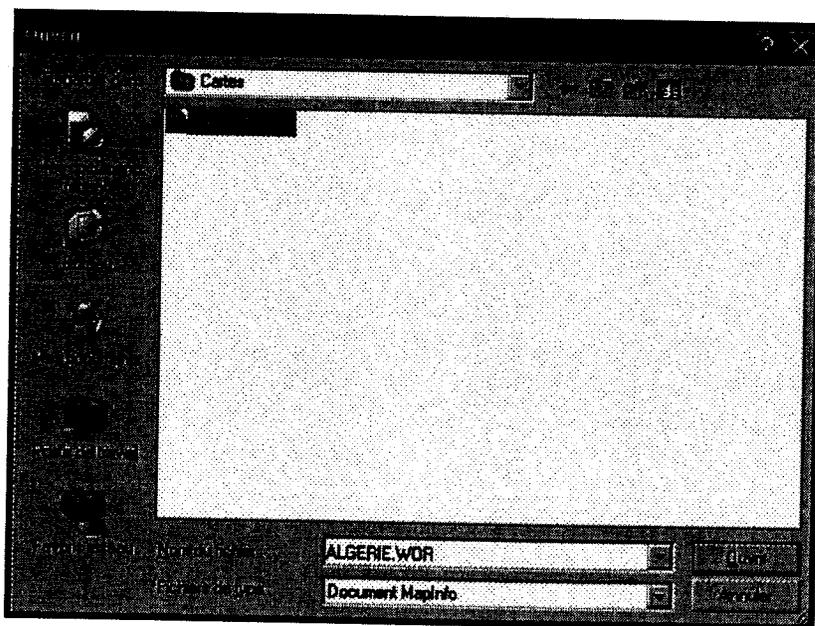
### *Eléments de l'application :*

L'application est constituée d'une forme principale qui sert à afficher et à manipuler les tables MapInfo. Dans ce qui suit nous allons détailler cette forme ainsi que les éléments qui la constituent.

Notre forme contient une ToolBar, des boutons, des panels et des StringGrid pour visualiser le document MapInfo et pour voir l'affichage des couches interceptées. Le ToolBar contient des ToolButton pour l'application sur la carte de quelques fonctions primaires telle que sélection, déplacement, zoom, etc., et les boutons de type BitBtn nous permettent d'accéder à des fonctions telles que la recherche et la mise à jour sur la table de données.

### *Ouvrir une carte et l'afficher dans l'interface de l'application SismoMap :*

Pour ouvrir une carte, il faut cliquer sur le bouton Ouvrir  du ToolBar, ou aller au Menu et choisir Carte>Ouvrir, ou bien cliquer sur le bouton Ouvrir en bas de la fenêtre. Une boîte de dialogue s'affichera comme suit :



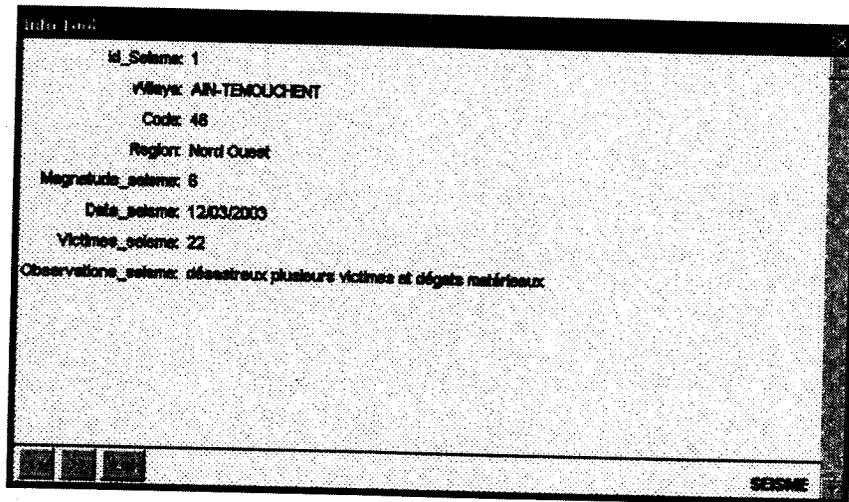
**Figure 4.7: Boîte de dialogue Ouvrir**

Sélectionner le fichier ALGERIE.WOR pour afficher la carte. (Figure 4.6)

### *Utiliser des outils tels que : zoom, sélection et informations :*

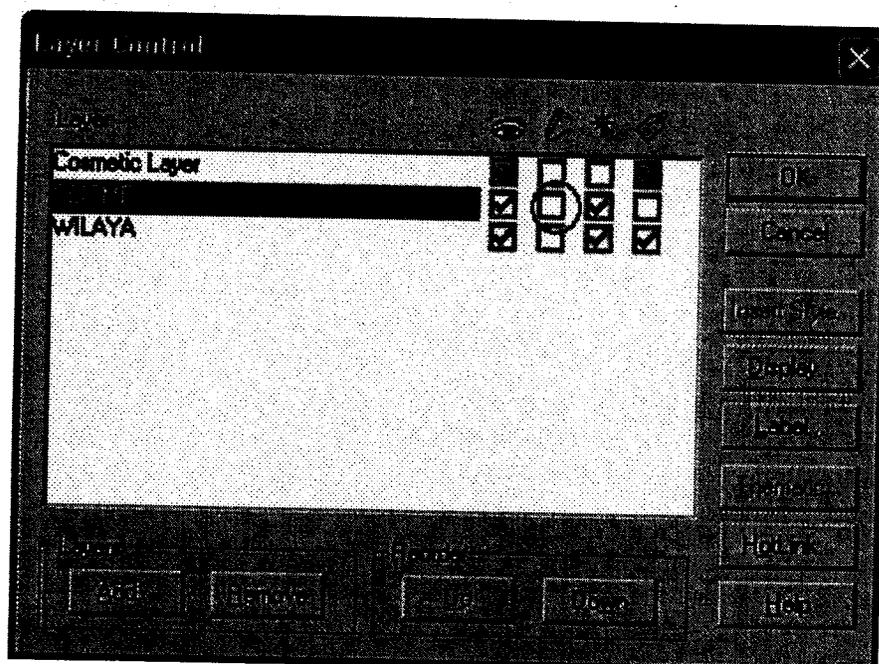
- Pour déplacer la carte, cliquer sur le bouton Déplacer  du ToolBar et glisser la souris sur la carte pour la déplacer.

- Pour avoir une information sur un point précis de la carte, cliquer sur le bouton Information  du ToolBar, aller sur la carte et cliquer sur le point voulu. Cela affichera une fenêtre d'information comme suit :



**Figure 4.8: Fenêtre Informations**

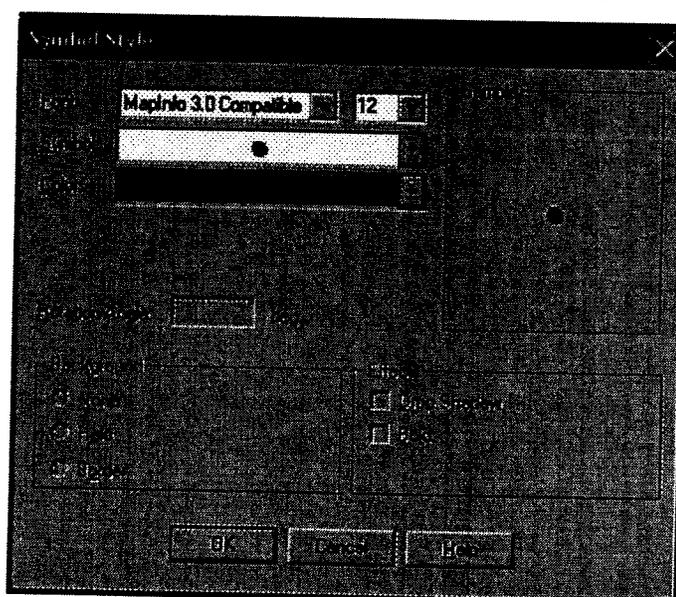
- Pour le zoom avant et le zoom arrière, cliquer sur le bouton Zoom ensuite cliquer sur la carte pour effectuer un zoom.
- Pour la sélection d'un objet sur la carte, cliquer sr le bouton Sélection ensuite cliquer sur la carte pour sélectionner.
- Pour dessiner un point sur la carte relatif à un séisme, il faut d'abord rendre la carte éditable et ceci en cliquant sur le bouton Contrôle de Couche . Ceci affichera une fenêtre comme suit :



**Figure 4.9: Fenêtre Contrôle de couches**

Sélectionner la case crayon (Editable) de la couche SEISME et valider sur OK.

- A présent, il est possible d'utiliser le crayon de l'application pour ajouter des points sur la carte, et cela en cliquant sur le bouton Symbole (Crayon) et ensuite cliquer sur l'endroit du séisme sur la carte pour ajouter un symbole.
- Pour modifier la couleur, la forme et la taille du symbole dessiné (afin de différencier entre les séismes), il faut d'abord sélectionner le symbole voulu et ensuite cliquer sur le bouton Style. Ceci affichera une fenêtre permettant de donner un style au symbole.



#### Figure 4.10: Fenêtre Style des symboles

- Il ne faut pas oublier d'ajouter les informations relatives au point ajouté dans la table de données. (Figure 4.13)
- Si on veut supprimer un point désignant un séisme sur la carte, il faut sélectionner ce point et cliquer sur le bouton Supprimer Séisme ou utiliser la touche Supprimer du clavier. Ceci affichera une boîte de dialogue comme suit pour confirmer ou annuler la suppression.

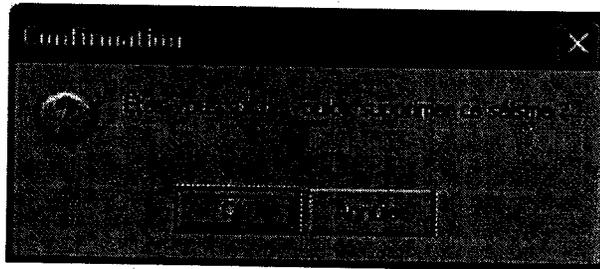


Figure 4.11: Boîte de dialogue confirmation de suppression

- Il est important d'enregistrer les manipulations effectuées sur la carte, pour que cette dernière ne reste pas infiniment en mode insertion ou information ou autre. Pour ce faire cliquer sur le bouton Enregistrer du ToolBar ou aller au Menu et sélectionner Carte>Enregistrer. Cela affichera un message confirmant l'enregistrement :

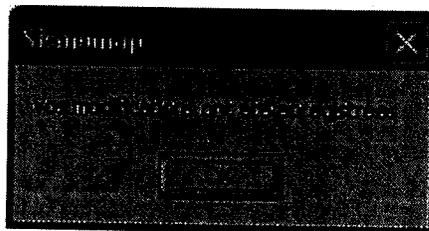


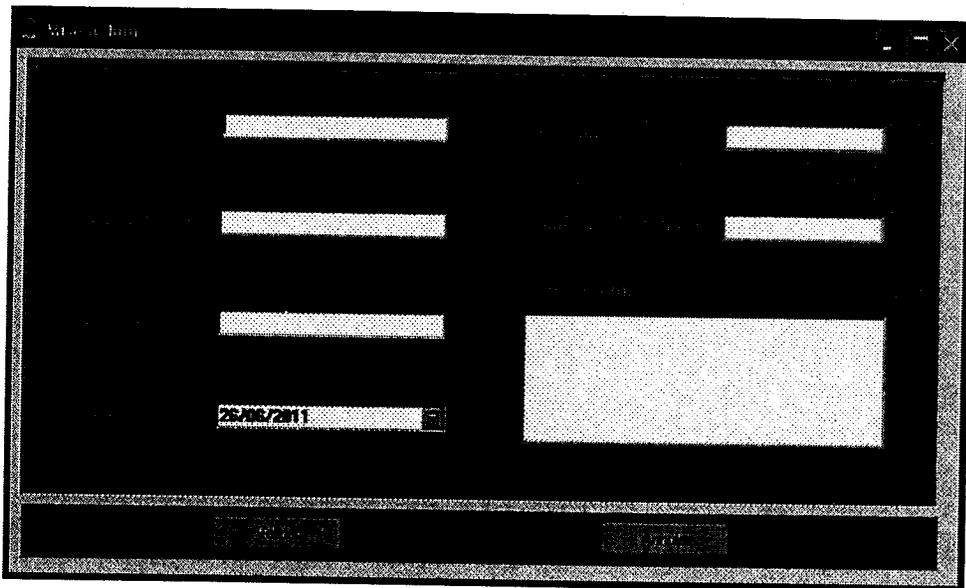
Figure 4.12: Confirmation de modification

*Effectuer des opérations de mises à jour sur la table de données :*

- Pour ajouter un séisme dans la table de données Séisme, il faut procéder comme suit :

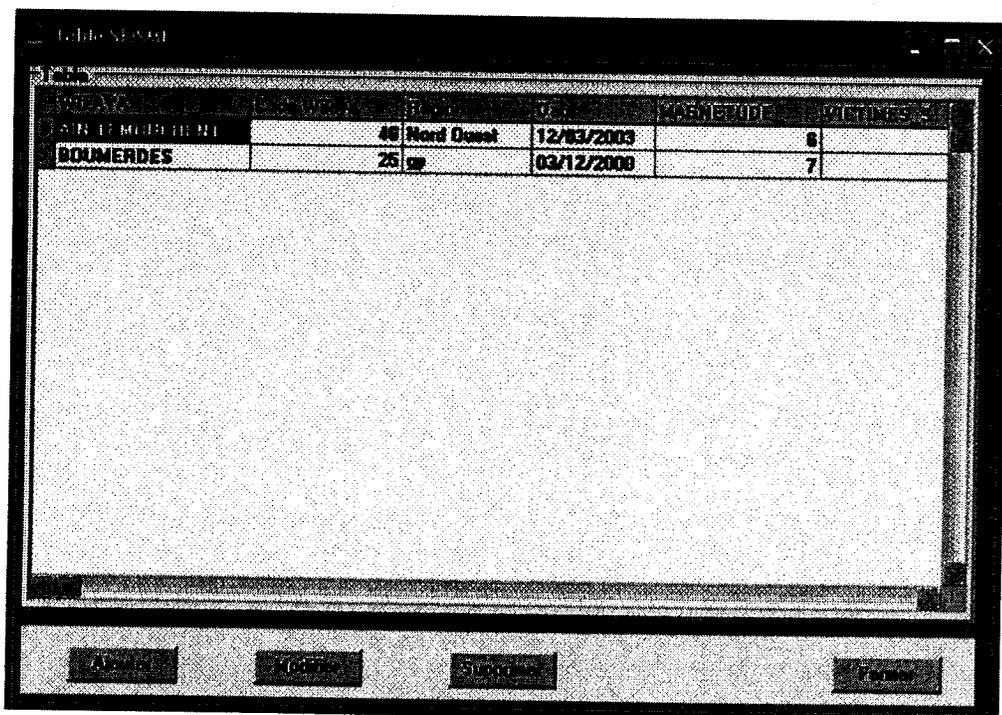
Cliquer sur le bouton Ajouter Séisme ou aller au Menu et sélectionner Mise à jour > Nouveau. Ceci affichera une fenêtre appelée Mise à Jour (Figure 4.13) contenant les

champs de la table SEISME qu'on doit remplir. Cliquer ensuite sur valider pour ajouter le séisme ou annuler dans le cas contraire.



**Figure 4.13: Fenêtre Mise à Jour**

- Pour modifier les attributs d'un enregistrement de la table SEISME, il faut afficher la table SEISME en cliquant sur le bouton Afficher Table, ou bien aller au Menu et sélectionner Mise à Jour > Modifier. Ceci affichera la fenêtre de la table de données SEISME comme suit :



AN ET MOIS DE L'EVENT	LOCALITE	DATE	MAGNITUDE	NOMBRE DE SEISMES
48 Nord Ouest		12/03/2003		6
BOUMERDES	26	03/12/2000		7

**Figure 4.14: Fenêtre Table SEISME**

Sélectionner ensuite le séisme à modifier et cliquer sur le bouton Modifier. Ceci affichera la fenêtre Mise à Jour (Figure 4.13) permettant de modifier chaque champ. Cliquer ensuite sur valider ou annuler.

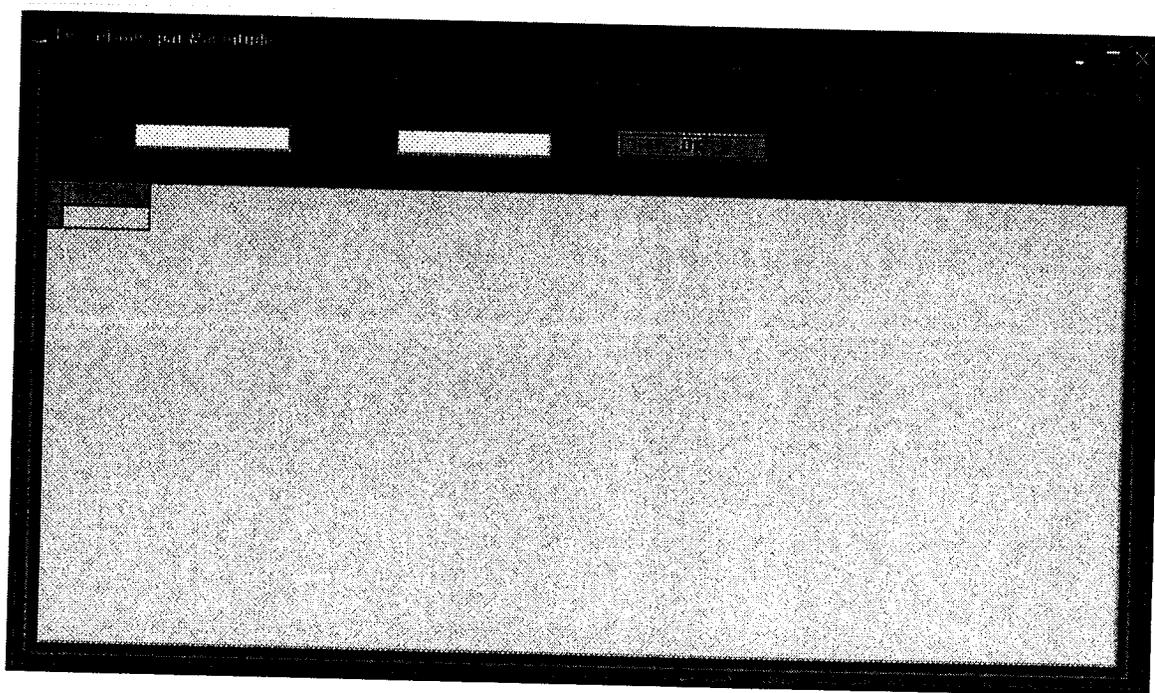
- Pour supprimer un séisme de la table de donnée SEISME, il faut cliquer sur le bouton Afficher Table ceci affichera la fenêtre Table SEISME (Figure 4.14). Sélectionner ensuite le séisme à supprimer et cliquer sur le bouton Supprimer. Une boîte de dialogue s'affichera pour confirmer ou annuler la suppression. (Figure 4.11)

*Effectuer une recherche sur la table de données et sur la carte :*

Pour faire une recherche de séisme aller au Menu et sélectionner Recherche. Un menu déroulant s'affichera proposant les nombreux critères de recherche. Nous citerons quelques uns.

- Pour afficher tous les séismes cliquer dans le menu déroulant sur Tous les Séismes. Ceci affichera la fenêtre de la table de données SEISME. (Figure 4.14)

- Pour effectuer une recherche par le critère Magnitude par exemple, cliquer sur « Par Magnitude » dans le menu déroulant. Ceci affichera une fenêtre appelée Les Séismes par Magnitude comme suit :



**Figure 4.15: Fenêtre Recherche par Magnitude**

Remplir les champs en spécifiant un intervalle de magnitude et cliquer sur OK. Ceci affichera sur cette même fenêtre le résultat de la recherche. (Figure 4.16)

L'AN-TENDU	MAGNITUDE	DATE	VICTIMES
1961	4.5	12/03/2003	1

**Figure 4.16: Fenêtre Résultats de la Recherche par Magnitude**

*Enregistrer et quitter l'application SismoMap :*

Afin de garantir le bon fonctionnement de l'application, nous avons ajouté un bouton Enregistrer qui permet d'enregistrer les modifications qui ont été effectuées sur la carte et sur la table de données. Ainsi les modifications se feront aussi au niveau de MapInfo.

Pour quitter l'application SismoMap, il faut cliquer sur le bouton Quitter ou aller au Menu et sélectionner Carte > Quitter, ou tout simplement cliquer sur la croix rouge de la fenêtre pour fermer et quitter.

En quittant l'application, une opération d'enregistrement et de réorganisation des tables MapInfo s'exécutera, et ce pour éviter des fragmentations dans les tables MapInfo dues à la suppression logique d'un ou de plusieurs objets. Cette réorganisation des tables est équivalente à un « Pack Table » dans MapInfo.

Après une suppression logique, la table MapInfo est « mitée ». Il est donc important de réorganiser les enregistrements de manière à supprimer physiquement les enregistrements détruits. Cette opération est dite « Compactage de la table ». [11]

#### **4.6 Conclusion :**

Cette application nommée SismoMap a été réalisée dans le but de donner la possibilité à tout type d'utilisateur d'apprendre à utiliser les SIG et de bénéficier de ce qu'ils peuvent apporter comme aide à la décision dans le domaine de la sismologie.

Afin de réaliser l'application, nous avons, dans un premier temps, essayé d'identifier les besoins de l'utilisateur d'une telle application, ensuite nous avons procédé à l'analyse de ces besoins. Dans un second temps nous avons essayé de modéliser l'application en identifiant les acteurs et activités du système et en essayant de déduire les différents scénarios possibles. Cette modélisation nous a permis enfin une implémentation efficace de l'application SismoMap.

## **Conclusion générale**

Afin de proposer une solution pour traiter des problèmes de sismologie au nord Algérien; il a été intéressant de bénéficier de l'essor de l'informatique et d'exploiter les nouvelles technologies en utilisant les Système d'Informations Géographiques. Les SIG ont montré leur efficacité dans l'aide à la décision concernant les problèmes de sismologie et peuvent servir de moyen de prévisions de séismes mais aussi être un excellent moyen de protection et sensibilisation des populations vivant près des zones sismiques.

Tout au long des chapitres nous avons d'abord essayé de comprendre les systèmes d'informations géographiques pour pouvoir les exploiter et ensuite nous avons enrichi notre culture dans le domaine de sismologie pour pouvoir cibler les buts recherchés afin de réaliser enfin une application qui puisse répondre à nos attentes.

L'application SismoMap ouvre une large voie, ainsi il est possible et intéressant de la rendre encore plus productive en ajoutant par exemples de nouvelles couches et donc une autre quantité de données qui, en les croisant avec ceux déjà existants pourra apporter des informations précieuses qui aideraient encore plus les décideurs dans le domaine de la sismologie. Par exemple nous pourrions ajouter une couche concernant la concentration des populations près des zones sismiques. Il serait aussi intéressant d'ajouter un module à l'application qui nous permettrait de faire des calculs de statistique et de probabilité sur les données archivées et pouvoir les voir sous forme de graphes. Aussi, pour rendre l'application encore plus moderne et permettre qu'elle soit fonctionnelle même avec l'avancée de la technologie, nous pourrions faire en sorte qu'elle puisse afficher et faire des opérations sur des cartes de type Raster (cartes numérisées).

## Références Bibliographiques :

- [1] Didier POIDEVIN, « La carte, moyen d'action. Conception - Réalisation », Ellipses éditions, année 1999. ISBN : 2-7298-6808-9.
- [2] BARRE Michèle et ROGER Christophe, « Bases de données spatiales », Licence Informatique 3ème année. Université Nouvelle-Calédonie Institut de recherche pour le développement, année 2005.
- [4] Amor Laaribi, « SIG et analyse multicritère », Hermès Science édition, année 2000. ISBN : 2-7462-0122-4.
- [5] Patricia Bordin, « SIG concepts, outils et données », Hermès Science édition, année 2006. ISBN : 2-7462-0554-8.
- [6] Laboratoire de cartographie appliquée - Elisabeth HABERT – IRD, « Qu'est ce qu'un système d'information géographique ? », IRD Institut de Recherche pour le Développement, année 2000.
- [7] BADDARI Kamel & DJEDDI Mabrouk, « Eléments de sismologie », Office des publications Universitaires, année 1994, Codification : 1.05.3917.
- [8] CRAAG Service de Surveillance Sismique, « En Savoir Plus Sur Les Séismes », Dépliant CRAAG, Conférence, année 2011.
- [10] MOHAMMED BENBRAHIM, « Contribution à la discrimination des signaux sismiques », thèse en vue de l'obtention du diplôme de Doctorat. Université MOHAMMED V AGDAL, Ecole d'Ingénieurs MOHAMMADIA, année 2007.
- [11] Pascal Barbier, « Cours MapInfo V7.0 – livret 1 », IGN- ENSG-CERSIG, année 2003.
- [12] BEKKAI Kamila & SOUFI Yasser, « Web SIG Touristique de la ville de Tlemcen », mémoire en vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Informatique option Système d'Information Avancé, année 2008.

[13] Olivier Dahan & Paul Toth, « Delphi 7 Studio », Groupe Eyrolles, année 2003, ISBN: 2-212-11143-6.

[14] AbdelHakim KELLOUCHE, « Pilotage de MapInfo par Delphi », Just-Soft, Developpez.com, année 2009.

[17] Richar Grin, « Langane SQL », Université de Nice Sophia-Antipolis, année 1998.

[18] Laurent Audibert, « UML2 », Developpez.com, année 2009.

[22] Laboratoire de cartographie appliquée - Élisabeth HABERT – IRD, « Caler une image raster sur le logiciel MapInfo »

[24] Daniel VANDERPOOTEN, « Aide multicritère à la décision. Concepts, méthodes et perspectives », LAMSADE - Université Paris Dauphine, ENS Cachan, année 2008.

### **Références Web graphiques :**

[A] Notre Planète : [http://www.notre-planete.info/geographie/outils/sig\\_4.php](http://www.notre-planete.info/geographie/outils/sig_4.php)

[B] CRAAG : [www.craag.dz](http://www.craag.dz)

[C] SPN réseaux de logiciel : [http://francais.softpicks.net/software/Developpement/Divers/EasyMap-VCL\\_fr-20221.htm](http://francais.softpicks.net/software/Developpement/Divers/EasyMap-VCL_fr-20221.htm)

[D] SIGNUM: <http://www.i-signum.com/MapBasic.html>

[E] Forum SIG: <http://www.forumsig.org>

[F] Couche MapInfo : [http://www.kxcad.net/MapInfo/MapInfo\\_Professional/MapInfow-06-23.html](http://www.kxcad.net/MapInfo/MapInfo_Professional/MapInfow-06-23.html)

[G] Technologie OLE : <http://www.filemaker.fr/11help/html/ole.19.1.html>

[H] Echelle de Richter : <http://www.pause.pquebec.com/sujet/echelle-de-richter.htm>

## Annexe A :

### Instanciation de l'objet MapInfo :

Pour l'instanciation d'un objet automation on utilise la fonction `CreateOleObject` de l'unité `ComObj`. La syntaxe de cette fonction est la suivante : `CreateOleObject (constClassName : string) : IDispatch`. `ClassName` spécifie la représentation sous forme de chaîne de l'identificateur de classe (CLSID). `CreateOleObject` est utilisée pour créer un objet du type spécifié lorsque le CLSID est connu et lorsque l'objet est sur serveur local ou en processus. L'appel de cette fonction est fait, tout naturellement, dans la méthode `OnCreate` de la forme principale de l'application.

<b>Code correspondant :</b>
-----------------------------

```
procedure TfMain.FormCreate(Sender: TObject);
begin
  Vue := 1;
  // Instanciation de l'objet MapInfo.
  try
    OleMapInfo := CreateOLEObject('MapInfo.Application');
  except
    begin
      ShowMessage('Impossible de démarrer l'application' + #13
        + 'MapInfo ou runtime MapInfo est requis pour faire démarrer l'application');
      Application.Terminate;
    end
  end;
end;
```

### Procédure Do et la Fonction Eval :

**Procédure Do :** Cette procédure permet de transmettre toutes les commandes valables à `MapInfo` pour que celui ci les exécute.

**Fonction Eval :** Cette fonction permet d'avoir en retour une information selon la commande passée en argument. La valeur retournée est de type chaîne de caractères tout comme l'argument. Cette valeur peut-être exploitée pour un usage ultérieur.

- Exemple :

Procédure Do pour enregistrer les modifications :

```
OleMapInfo.do('Commit Table SEISME');
```

- Exemple :

Fonction Eval pour rechercher le nombre de tables ouvertes dans la vue carte :

```
MsgString := 'MapperInfo (' + IntToStr(hDoc) + ',' + IntToStr(MAPPER_INFO_LAYERS) + ');'  
MsgString := OleMapInfo.Eval (MsgString);
```

### Préparation de l'affichage :

Pour afficher une carte MapInfo dans le panel, celui-ci devra être capable de recevoir les commandes MapInfo. Donc, c'est dans cet espace que notre fenêtre exécutera les commandes MapInfo. Pour ce faire voici la commande prévue :

```
Set Application Window sWinHand.
```

La commande Set Window détermine quelle fenêtre sera le parent de toutes les autres fenêtres et boîtes de dialogues MapInfo. sWinHand est un entier représentant le handle de la fenêtre parent. Dans notre cas c'est bien le panel "pnlMapper". On récupère notre entier par l'appel de la fonction standard de la bibliothèque system Str :

```
Str(pnlMapper.Handle, sWinHand);
```

L'exécution de cette commande est faite via l'appel à la méthode Do. Cette méthode joue un rôle important, on lui passe en paramètre une commande valide sous forme d'une chaîne de caractères, à l'exécution, notre objet réalisera ce qui lui a été demandé, si la commande passée n'est pas reconnue comme étant une commande MapInfo valide, une erreur sera générée.

Voici le code complet permettant de préparer notre fenêtre pour accepter l'exécution des commandes qui lui seront passées.

```
Str(pnlMapper.Handle, sWinHand);  
// Préparation de l'affichage nécessaire sinon aucune vue ne sera présente  
MsgString := 'Set Application Window ' + sWinHand +  
'Set Window Info Parent ' + sWinHand +  
'Set Window Info ReadOnly '+  
'Set Next Document Parent ' + sWinHand + ' Style ' + IntToStr(WIN_STYLE_CHILD);  
OleMapInfo.Do(MsgString);  
'Set Window Info Parent ' + sWinHand +
```

La seule différence réside dans le passage de "info Parent + sWindHand". Cette commande permet de faire apparaître la fenêtre info dont le parent est le handle passé par sWindHand en l'occurrence notre fenêtre MapInfo (onlMap).

```
'Set Window Info ReadOnly '
```

Afin d'empêcher la modification des attributs lors d'une demande des informations d'une couche particulière, La fenêtre Info doit être en lecture seule.

## **Annexe B :**

Quelques exemples de commandes MapBasic utilisées dans notre application :

La commande 801 pour afficher le contrôle de couches.

La commande 1711 pour dessiner un symbole sur la carte.

La commande 503 pour donner un style au point dessiné.

```
procedure TfMain.tbLayerControlClick(Sender: TObject);
begin
// Affiche le Layer Control
OleMapInfo.do('Run Menu Command '+ IntToStr(801));
end;

procedure TfMain.tbSymbolPointClick(Sender: TObject);
begin
// Dessiner un symbol
OleMapInfo.do('Run Menu Command '+ IntToStr(1711));
end;

procedure TfMain.tbStyleSymbolClick(Sender: TObject);
begin
// Donner une forme, une couleur et une taille au Symbol Selectionné
OleMapInfo.do('Run Menu Command '+ IntToStr(503));
end;
```