

UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA

Faculté de Technologie
Département de génie civil

MEMOIRE DE MAGISTER

En Génie Civil
Spécialité : Construction

ELABORATION D'UN SIG POUR LA GESTION DE LA VULNERABILITE SISMIQUE DU BATI DU CENTRE-VILLE DE BLIDA

Par :

BARKA Mohamed Kamel

Devant le jury composé de :

Mr. B.MENADI	Maître de conférences	A USD de Blida	Président
Mr. M.BENSAIBI	Professeur	A USD de Blida	Examineur
Mr. D.AMAR-BOUZID	Maître de conférences	A U de Médéa	Examineur
Mr. M.ABED	Professeur	A USD de Blida	Rapporteur

Blida, Juin 2012

REMERCIEMENTS

Ne dit-on pas que l'encre tracée sur une feuille de papier ne peut exprimer les plus sincères des sentiments ; néanmoins, je pense qu'elle peut être un témoignage des plus profonds remerciements.

Je remercie :

Dieu tout puissant de m'avoir donné le courage, la patience et le privilège d'étudier et de terminer ce modeste travail.

***Mr. ABED Mohamed**, Professeur à l'Université de Blida, pour avoir accepté de diriger avec beaucoup d'attention et de soin cette thèse. Je lui suis très reconnaissant pour sa disponibilité, sa bienveillance et son soutien permanent, et d'avoir prêté un intérêt constant au sujet de la thèse.*

***Mr. MANADI Belkacem**, Maître de conférences à l'Université de Blida, d'avoir accepté d'être le président au jury*

***Mr. BENSAIBI Mahmoud**, Professeur à l'université de Blida et **Mr. AMAR-BOUZID Djillali**, Maître de conférences à l'Université de Médéa pour avoir accepté d'être membres du jury.*

Je remercie également l'ensemble du personnel de l'APW et L'APC de Blida, ainsi que la D.U.CH de Blida, sans oublier les organismes du CGS et CRAAG, pour leur ouverture face à ce projet qui n'aurait pu se réaliser sans l'accès aux nombreuses données nécessaires à ce travail de recherche.

Mes remerciements aussi, à tous les enseignants qui m'ont encadré pendant toutes mes années d'étude.

Un grand merci à tous ceux et celles qui m'ont aidé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Et enfin Je remercie, mes parents, mes frères pour leur soutien moral, et leurs encouragements et leur écoute.

الملخص

مدينة البليدة تنتمي إلى المناطق المصنفة كمنطقة زلزالية على حسب النظام الضد الزلزالي الجزائري (RPA 200399). وسط مدينتها التاريخي مكون أساسيا من أبنية قديمة التي لم تصمم لتحمل زلازل ذات شدات عالية. الحفاظ على مباني هذا الموقع تمر أساسا عبر تقييم ضعفها الزلزالي التي تعبر وتقيس مستوى الأضرار و النتائج المتوقعة عن زلزال علي بنيتها التحتية.

في هذا العمل تم تطبيق نهجين لتحليل الضعف الزلزالي الخاص بوسط مدينة البليدة. في النهج الأول الطريقة (RISK-UE) مستوى 1 إستعملت لإنشاء تحت نظام معلوماتي جغرافي (SIG) عدة سيناريوهات زلزالية خاصة بشدات زلزالية مختلفة. هذه السيناريوهات إستعملت أساسا لتعريف بنوعية الزلزالية لمباني وسط المدينة تحت شكل (1) مؤشر الضعف (2) متوسط الضرر الخاص بكل مبني (3) خرائط درجات الأضرار الخاصة بكل سيناريو زلزالي لجميع مباني وسط مدينة البليدة.

النهج الثاني يتمثل علي تطوير طريقة لتقييم الضعف الحضري لوسط مدينة البليدة وجه الخطر الزلزالي. تطبيقه يمر عبر تحديد و تكميم مختلف مميزات الفضاء الحضري. اللجوء إلي طريقة التسلسل الهرمي متعدد المعايير (MHM) مكن من تحديد وزن كل معيار. الخرائط المقدمة تحت نظام المعلوماتية الجغرافية مكنوا من تحديد المناطق من وسط مدينة البليدة الأكثر ضعفا حيال فعل الزلزالي. التي سوف تعني بتدابير إعادة بناء وتجديد حضري.

كلمات البحث :

النظام المعلوماتية الجغرافي ، الضعف الزلزالي ، وسط مدينة البليدة، سيناريو زلزالي، RISK-UE، الضعف الحضري
MHM،

RESUME

La ville de Blida fait partie des zones classées en zone sismique III, selon le règlement parasismique Algérien (RPA99 version 2003).son centre-ville historique est composé principalement de bâtiments anciens en maçonnerie, qui n'ont pas été conçus pour supporter des séismes d'intensités élevées. La conservation du patrimoine immobilier de ce site passe obligatoirement par l'évaluation de sa vulnérabilité sismique, qui exprime et mesure le niveau des dommages et des conséquences prévisibles d'un séisme sur ces infrastructures.

Dans le présent travail, deux approches d'analyse de la vulnérabilité sismique ont été appliquées au centre-ville de BLIDA. Dans la première approche la méthode RISK UE niveau 1 a été utilisée pour simuler sous un système d'information géographique (SIG). Plusieurs scénarios sismiques qui correspondent à différentes intensités sismiques, ces simulations ont servi à définir la qualité sismique des bâtiments du centre-ville, principalement sous formes (1) d'indice de vulnérabilité, (2) dommage moyen estimé pour chaque bâtiment, (3) une cartographie des degrés de dommage qui correspondent à chaque scénario sismique, pour l'ensemble du bâti du centre-ville de Blida.

La deuxième approche consiste au développement d'une méthodologie. Pour l'évaluation de la vulnérabilité urbaine du centre-ville de Blida, face au risque sismique. Son application passe par la détermination, et la quantification des différents enjeux qui caractérisent l'espace urbain .le recours à la méthode d'hierarchie multicritères MHM a permis de déterminer les poids de chaque critère, qui définit ces enjeux exposés au risque sismique, les cartes présentées sous SIG ont permis de déterminer les zones du centre-ville les plus vulnérables à l'action sismique . Qui seront concernées par des mesures de réaménagement et de rénovation urbaine.

Mots clé :

Système d'information géographique, Vulnérabilité sismique, Centre-ville de Blida, Scénario sismique, RISK-UE, Vulnérabilité urbaine, MHM

ABSTRACT

The city of Blida is part of areas classified as seismic zone III as Rules Algerian earthquake (RPA99 version 2003). Its history center-town is composed mainly of old masonry buildings, which were not designed to withstand earthquakes of high intensity. The preservation of buildings of this site must pass through assessing its seismic vulnerability, which expresses and measures the level of damage and the foreseeable consequences of an earthquake on these infrastructures.

In this work approaches to analysis of seismic vulnerability were applied to the center-town of Blida, in the first approach the method RISK-UE Level 1 was used to simulate a system under Geographic Information Systems (GIS) seismic scenarios correspond to different seismic intensities, these simulations were used to define the quality of seismic building downtown mainly forms (1) an index of vulnerability, (2) average estimated damages for each building, (3) mapping of the degrees of damage that match each seismic scenario for the entire frame of the center-town of Blida.

The second approach consists to develop a methodology for assessing the urban vulnerability of center-town against seismic risk. Its application requires the determination and quantification of different issues that characterize urban space, using the Analytic Hierarchy Process (AHP) determines the weight of each criterion, which defines issues at risk seismic maps presented in GIS have identified center-town areas most vulnerable to seismic action. Who will be affected by measures of redevelopment and urban renewal.

Keywords:

Geographical Information System, Center-town of Blida, Seismic Vulnerability, Seismic Scenario, RISK-UE, Urban Vulnerability, AHP

SOMMAIRE

	Page
INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I : PRESENTATION DU SITE D'ETUDE	
I.1 Introduction.....	3
I.2 Présentation du centre-ville de Blida.....	3
I.2.1 Contexte historique	4
I.2.2 L'époque ottomane.....	5
I.2.3 L'époque colonial.....	7
I.2.4 L'époque post indépendance	8
I.3 Les caractéristiques physiques du site	9
I.3.1 Aspects géologiques	9
I.3.2 Aspects géotechnique	10
I.4 Analyse du cadre bâti.....	11
I.4.1 Formes et typologies	11
I.4.2 Occupation des sols	14
I.5 Analyse démographique.....	17
I.5.1. Evolution de la population de la commune de Blida	17
I.5.2. Structure de la population.....	17
I.6.Climatologie.....	18
I.6.1 Les précipitations	18
I.6.2 La température.....	18
I.6.3 Les vents.....	19
I.6.4 Hydrographie.....	19
I.7. Sismicité.....	20
I.7.1 Généralités.....	20
I.7.2 Séismicité historique de la Mitidja et de la ville de Blida.....	23
I.7.3 Contexte sismo-tectonique de la Mitidja.....	27
I.7.2 Caractéristique quaternaire de la Mitidja	30
I.8 Conclusion	31

CHAPITRE II : METHODES D'EVALUATION DE LA VULNERABILITE SISMIQUE DES CONSTRUCTIONS

II.1 Introduction	32
II.2 Approche de la vulnérabilité	32
II.2.1 Définition de la vulnérabilité	32
II.2.2 Risque sismique	33
II.2.3 Aléa sismique.....	33
II.2.4 Evaluation de la vulnérabilité	34
II.3 Les différentes méthodologies de l'évaluation de la vulnérabilité.....	35
II.3.1 L'échelle macrosismique européenne (EMS98).....	35
II.3.2 La Méthode RADIUS	39
II.3.3 La Méthode HAZUS.....	40
II.3.4 La méthode FEMA-154	41
II.3.5 La Méthode ATC13 (Applied Technology Council).....	41
II.3.6 La Méthode italienne GNDT	44
II.4 Présentation de la méthode RISK-UE.....	46
II.4.1 Généralités	46
II.4.2 Principe de la méthode RISK-UE	46
II.4.3 Les avantages de la méthode RISK-UE.....	51
II.5 Conclusion	52

CHAPITRE III : INVENTAIRE ET MODELISATION DU BATI DU CENTRE VILLE DE BLIDA

III.1 Introduction	53
III.2 Principe Du SIG	53
III.3 Développement d'une interface personnalisée.....	54
III.4 Délimitation de l'air d'étude.....	55
III.5 Numérisation des données	56
III.5. 1 Modélisation des Ilots.....	56
III.5. 2 Modélisation des Bâtiments.....	58
III.6 Etude des constructions	59
III.6.1 Historique des techniques de construction pour la ville de Blida.....	59
III.6.2 Collecte et inventaire des données.....	61
III.6.3 Typologie des constructions	61
III.6.4 Principaux critères étudiés	61

III.6.5 Création et gestion de la base de données	69
III.7 Conclusion.....	70

CHAPITRE IV : EVALUATION DE LA VULNERABILITE SISMIQUE DES CONSTRUCTIONS DU CENTRE VILLE DE BLIDA

IV.1 Introduction.....	71
IV.2 Étude de la vulnérabilité sismique	71
IV.2.1 Scénario sismique.....	71
IV.2.2 Aléa sismique	72
IV.2.3 Choix des scénarios	73
IV.2.4 Application de la méthode Risk-UE.....	73
IV.3 Indice de vulnérabilité.....	75
IV.3.1 Indice de vulnérabilité au niveau du Bâtit.....	76
IV.3.2 Indice de vulnérabilité au niveau des Ilots	77
IV.4 Estimation des dommages moyens	78
IV.5 Distribution des dommages.....	79
IV.5.1 Distribution des dommages selon différentes intensités sismiques.....	80
IV.5.2 les cartes de distribution des dommages pour chaque scénario sismique	83
IV.5.3 Analyse des cartes de distribution des dommages	86
IV.5.4 Synthèse des résultats.....	91
IV.5.5. Comparaison des résultats avec celles obtenues par la méthode Radius	91
IV.6 Conclusion	92

CHAPITRE V : VULNERABILITE URBAINE DU TISSU FACE AU RISQUE SISMIQUE

V.1 Introduction	93
V.2 La Méthode hiérarchique multicritère (MHM)	93
V.2.1 Généralités	93
V.2.2 Les étapes d'évaluation de la vulnérabilité urbaine par la méthode (MHM)	94
V.3 Application de la MHM pour le calcul des coefficients de pondération.....	95
V.4. Les critères de la vulnérabilité urbaine choisie	96
V.4.1 Densité de la population	97
V.4.2 Qualité du bâti (pourcentage des constructions en mauvais états)	97
V.4.3 Période de construction.....	97
V.4.4 Etroitesse des voiries et accès.....	98
V.4.5 Classement des Equipements.....	98

V.4.6 Moyens d'interventions	98
V.5 Résultats	99
V.5.1 La matrice de comparaison (répartition des poids).....	99
V.5.2 Les facteurs de pondérations.....	99
V.5.3 Estimations des indices des vulnérabilités urbaines	100
V.6 Synthèse des résultats	101
V.7 Comparaison avec les résultats obtenus par la méthode RISK-UE	102
V.8 Conclusion.....	103
CONCLUSION GENERALE	104
REFERENCES.....	106
ANNEXE A :Cartes complementaires	110
ANNEXE B :Les indices de vulnérabilité et les dommages moyens (RISK-UE)	112
ANNEXE C :Les fonctionnalités du logiciel MAP INFO 6.0	131
ANNEXE D :Fiche technique pour l'analyse hiérarchique multicritères	135
ANNEXE D :Classement des Equipements en zone sismique	138

LISTE DES TABLES

	Page
Tableau 1.1 Pluviométrie moyenne mensuelle sur une période de 18 ans (1988 à 2006) dans la station de Mouzaia	18
Tableau.1.2 Historique de la sismicité en Algérie.....	21
Tableau.1.3 Sismicité historique et instrumentale de la région de Blida, entre 1802 et 2005	25
Tableau.2.1 Classification EMS des dommages pour les constructions en maçonnerie.....	36
Tableau.2.2 Classification EMS des dommages pour les constructions en béton armé	37
Tableau.2.3 Classification typologique et cotes structurales de base du FEMA-154 2002	42
Tableau.2.4 Sismicité définie dans le FEMA-154 2002	42
Tableau.2.5 Matrice des typologies de bâtiment et valeurs de IVi	48
Tableau.2.6 Facteurs aggravant pour les bâtiments en maçonnerie	49
Tableau.2.7 Facteurs aggravant pour les bâtiments en béton armé.....	50
Tableau.3.1 Nombre de Population et construction pour chaque ilot	57
Tableau.4.1 Matrice des typologies de bâtiments et valeurs de IVi*	74
Tableau.4.2 Facteurs modifie aggravant pour les bâtiments en Béton armé.....	74
Tableau.4.3 Facteurs modifies aggravant pour les bâtiments en maçonnerie	75
Tableau.4.4 Inventaire des constructions endommagées et détruites pour chaque ilot.....	89
Tableau.5.1 Matrice de comparaison binaire	99
Tableau.5.2 Les facteurs de pondération pour chaque critère	99

LISTE DES FIGURES

	Page
Figure.1.1 Vue générale sur le centre ville de Blida.....	4
Figure.1.2 Urbanisation du centre ville de Blida à l'époque ottomane	6
Figure.1.3 Beb Sebt pendant la Période coloniale.....	7
Figure.1.4 Urbanisation du centre ville de Blida à l'époque coloniale	8
Figure.1.5 Carte géologique de la région de Blida	9
Figure.1.6 Lithologie du centre-ville de Blida.....	10
Figure.1.7 La mosquée El Hanafi (Epoque Turque).....	11
Figure.1.8 Quartier El Djoun (Epoque Turque)	11
Figure.1.9 Lycée Ibn Rochd (Epoque Coloniale).....	12
Figure.1.10 Rue Djoughlali (Epoque coloniale).....	12
Figure.1.11 Bâtiments résidentiels sur le Boulevard Mahdjoub (Epoque actuelle)	13
Figure.1.12 Mosquée El kawther (Epoque actuelle)	13
Figure.1.13 Occupation du sol pour le centre-ville de Blida.....	14
Figure.1.14 Stade Daidi (Equipement sportif).....	15
Figure.1.15 APC de Blida (Equipement administratif)	16
Figure.1.16 L'aquifère de la Mitidja Source : A.N.R.H, 2006.....	19
Figure.1.17 Carte de l'intensité maximale observée (IMO) de 1716-2003 (A.AYADI) ...	20
Figure.1.18 Image satellite montrant les failles du Sahel et du Sud Mitidja bordant respectivement le bassin quaternaire de la Mitidja au Nord et au Sud.....	23
Figure.1.19 Cartes macrosismique représentant des séismes qui se sont produits dans la Mitidja	24
Figure.1.20 La limite des Plaques africaines et eurasiennes entre les Açores et la Sicile...	27
Figure.1.21 Carte des failles sismiques de la zone de Mitidja (échelle originale: 1:500.000).....	29
Figure.1.22 Modèles numériques de terrain (MNT) de la bordure sud de la Mitidja (faille de Bouinan-Soumâa) (Grang 2005)	30
Figure.1.23 Carte montrant notamment le bassin quaternaire de la Mitidja	30
Figure.2.1 Analyse et gestion des risques (CGP français, 1997)	34
Figure.2.2 Différenciation des structures en classe de vulnérabilité	38
Figure.2.3 Courbes de vulnérabilité (OYO, 1999)	39
Figure.2.4 Evolution du dommage moyen en fonction de l'intensité du séisme (EMS98) pour Plusieurs classes de vulnérabilité (d'après [GIOV03]).....	45
Figure.2.5 Carte des villes européennes concernées par la méthode RISK-UE.....	46
Figure.3.1 Les étapes d'évaluation de la vulnérabilité en utilisant les SIG.....	54
Figure.3.2 Interface du logiciel Map info.....	54
Figure.3.3 Carte du Centre ville de Blida, image satellitaire de l'aire d'étude (Google Earth)	55
Figure.3.4 Carte représentant l'aire d'étude Diviser en 27 ilots.....	56
Figure.3.5 Carte des Bâtiments modélisés par le logiciel MAP INFO.....	58
Figure.3.6 Pourcentage des constructions pour chaque ilot par date.....	62
Figure.3.7 Pourcentage des constructions par type de matériau.....	63
Figure.3.8 Bâtiment construit au début du 20 ^{ème} siècle en maçonnerie de moellons	63

Figure.3.9	Carte des Pourcentages des constructions par type de matériau	64
Figure.3.10	Pourcentage des constructions suivant la hauteur	65
Figure.3.11	Bâtiment de hauteur R+3	65
Figure.3.12	Carte des pourcentages des constructions par nombre d'étages	66
Figure.3.13	Construction en mauvaise état	67
Figure.3.14	Positions des constructions	68
Figure.3.15	Bâtiment irrégulier en plan.....	68
Figure.3.16	Irrégularité en plan retrait en façade	69
Figure.3.17	Détail des caractéristiques visualisé par le logiciel MAP INFO (CEM Orangerie).....	70
Figure.4.1	Organigramme représentant la démarche pour une étude de scénario sismique.....	72
Figure.4.2	Zonage sismique du Nord de l'Algérie proposé par Hamdache (1998) et les caractéristiques sismiques des zones	73
Figure.4.1	Les indices de vulnérabilité au niveau du Bâtit selon la méthode Risk-UE	76
Figure.4.2	Distribution des constructions pour les indices de vulnérabilité.....	77
Figure.4.3	Carte des indices de vulnérabilité pour chaque ilot calculé par la méthode Risk-UE	78
Figure.4.4	Les courbes de vulnérabilité pour les constructions de l'ilot 23	79
Figure.4.5	Distribution des dommages pour IEMS98 = V	80
Figure.4.6	Distribution des dommages pour IEMS98 = VI	80
Figure.4.7	Distribution des dommages pour IEMS98 = VII	81
Figure.4.8	Distribution des dommages pour IEMS98 = VIII.....	81
Figure.4.9	Distribution des dommages pour IEMS98 = IX	82
Figure.4.10	Distribution des dommages pour IEMS98 = X.....	82
Figure.4.11	Carte de distrubition des dommages pour intensité IEMS98 = VI	84
Figure.4.12	Carte de distrubition des dommages pour intensité IEMS98 = VIII.....	85
Figure.4.13	Carte de distrubition des dommages pour intensité IEMS98 = X.....	86
Figure.4.14	Pourcentage des degrés des dommages pour différents scénarios sismiques .	87
Figure.4.15	Distribution des degrés de dommages pour chaque type de matériau	88
Figure.4.16	Distribution des degrés de dommages pour chaque hauteur	88
Figure.4.18	Nombre de construction en dommage D4/D5 sur les ilots pour un scénario sismique (IEMS98 = VIII).....	90
Figure.4.19	Pourcentage de construction en dommage D4/D5 sur les ilots pour un scénario sismique (IEMS98 = VIII).....	90
Figure.5.1	Démarche séquentielle de l'analyse hiérarchique multicritère	95
Figure.5.2.	Echelle des poids pour chaque critère pour la matrice de comparaison binaire	96
Figure.5.3	Matrice de comparaison binaire pour les critères. Interface du logiciel utilisant la méthode MHM.....	96
Figure.5.4	Carte des indices de la vulnérabilité urbaine pour le centre ville de Blida	100
Figure.5.5	Carte des poids de chaque critère dans la vulnérabilité urbaine	101

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

SIG	Système d'information géographique
ONS	Office National des Statistiques
A.N.A. T	Agence Nationale d'Aménagement du Territoire
A.N.R.H	Agence Nationale de recours hydrauliques
CRAAG	Centre de Recherche en Astronomie Astrophysique et Géophysique
USGS	U.S Geological Survey
IDNDR	International Decade for Naturel Disaster Reduction
CGP	Commissariat Général du Plan français
HAZUS	Hazards U.S.
RISK-UE	Advanced approach to earthquake risk scenario with applications to Different european town
EMS98	Échelle Macroscopique Européenne 1998
NIBS	National Institute of Building Science
FEMA	Federal Emergency Management Agency
MMI	Échelle d'intensité Mercali modifiée
PGA	Peak Ground Acceleration (Accélération maximale au sol),
PGV	Peak Ground Velocity (Vitesse maximale au sol)
ATC	Applied Technology Council
BSSC	Buildings Seismic Safety Council
IMO	Intensité maximale observée
BSH	Basic structural hazard probabilité d'effondrement d'un type de bâtiment pour le séisme maximal pour le séisme maximal probable
GNDT	Groupe national de défense contre les tremblements de terre (Italie)
Ms	Magnitude d'ondes de surface
Mw	Magnitude du moment sismique
I	Intensité macrosismique
Di	Niveau de dommage
Sd	Déplacement spectral, m
Sa	Accélération spectrale, m/s^2
Se	Accélération Se (spectre élastique), m/s^2

g	Accélération gravitationnelle, 9.81m/s^2
SM	Facteur de modification de la performance
S	Mesure de la probabilité d'effondrement
Yi	Accélération d'initiation, m/s^2
Yc	Accélération de ruine, m/s^2
μD	Indice de dommage moyen
IVi	Indice de vulnérabilité (RISK-UE)
IUi	Indice de vulnérabilité urbaine (MHM)
IV-, IV+, IVmin, IVmax	Limites d'indice de vulnérabilité
ΔVf , ΔVr , ΔVm	Paramètres variables de vulnérabilité
Pi	Facteur de pondération

INTRODUCTION GENERALE

Le 21 Mai 2003 un terrible tremblement de terre a frappé la ville de Boumérdes, causant la mort de plus 2200 personnes. Cette catastrophe vient tragiquement, nous rappeler que le risque sismique constitue la principale menace naturelle pour la région nord de l'Algérie, qui est à cheval entre la plaque Africaine au sud, et la plaque eurasiennne au nord.

Cette réalité du risque accru et permanent, pousse les pouvoirs publics, ainsi que la communauté scientifique à l'étude de la vulnérabilité sismique. Elle exprime, et mesure le niveau de dommage, et les conséquences prévisibles d'un séisme sur le bâti des villes susceptible d'être touché.

Plusieurs facteurs justifient cette démarche, parmi ceux-ci citons :

La fragilisation croissante du parc immobilier en raison de son vieillissement.

- L'évolution constante des codes du Bâtiment, vers un plus grand degré de protection.
- L'introduction de critères parasismiques de plus en plus sévères.
- L'accroissement remarquable des connaissances en génie parasismique, et en sismologie depuis une vingtaine d'années.
- L'expérience acquise lors des récents tremblements de terre.

Le support papier sous forme de cartes depuis longtemps, a permis de représenter la description d'un site (cartes topographiques par exemple), ou fournir des informations sur un sujet précis (présence de faille, typologie du bâti d'une ville, etc...) . ces méthodes de travail présentent un certain nombre d'inconvénients majeurs : la quantité d'informations contenue dans une carte est limitée, pour des raisons de lisibilité, la fiabilité d'une carte est compromise par sa rigidité, à inclure les changements jusqu'à sa prochaine mise à jour ,une analyse ne peut être menée sur une carte sans difficultés, vu que le document est qualitatif ,aussi toute analyse mettant en jeu plusieurs ensembles de données spatiales est difficile, surtout si les échelles sont différentes . Souvent le concepteur, ou le gestionnaire rencontre le problème de manque de données, suite à un besoin imprévu, aussi les décideurs utilisent souvent des tableaux de nombres, pour la synthèse de l'information. Cette manière de procéder est lourde, vu la difficulté de lecture et d'interprétation .les tableaux ne répondent plus aux exigences des décideurs, notamment lorsqu'ils dépassent une certaine taille.

Grâce au développement des moyens informatiques, l'apparition des cartes numériques a été d'un apport sans précédent pour la représentation de l'information géographique .ces outils offrent la possibilité de gestion, et l'actualisation conviviales des données. Ils permettent aussi le traitement des informations par des fonctions performantes d'analyse.

La réalisation de scénarios sismiques permet d'appréhender une connaissance du risque. leur réalisation est possible à travers une structuration des données, sous un système d'informations géographiques (SIG).En effet, il s'agit de croiser les données de l'aléa

(mouvement sismique du sol), des enjeux (importance des bâtiments), et de la vulnérabilité des enjeux (quel sera le comportement du bâtiment face à l'agression sismique) .pour estimer les éventuels dommages causés aux bâtiments suite à une action sismique .Des méthodes d'évaluation de la vulnérabilité sismique existent et peuvent être utilisées comme outils de mesure (Méthodes RADUIS,HAZUS ,EMS98,RISK-EU,ATC13,etc...).

L'étude présentée dans ce mémoire, a pour objet l'évaluation de la vulnérabilité sismique à grande échelle du bâti du centre-ville de Blida. Le mémoire est divisé en Cinq chapitres qui sont résumés comme suit:

Nous avons débuté dans le premier chapitre par la présentation de différentes caractéristiques, qui définissent la zone d'étude qui est le centre-ville de Blida en traitant de son contexte historique et urbanistique, de sa composition démographique, des caractéristiques physiques du site ,et une revue de l'information disponible sur la ville de Blida, et globalement de la Mitidja quant au risque sismique .

Dans le deuxième chapitre nous abordons l'état des connaissances des méthodes d'évaluations de la vulnérabilité sismique, qui ont été développées au niveau international, ces approches ont toutes un principe général commun, à savoir l'identification de la typologie constructive et des critères permettant d'estimer un niveau globale de la vulnérabilité. Toutefois le choix d'une méthode plutôt qu'une autre dépend des objectifs de démarche que l'on souhaite engager.

Dans le troisième chapitre est décrit la phase importante de notre travail qui est la modélisation du système étudié par le logiciel Map info et l'intégration des différentes données, qui caractérisent chaque construction du centre-ville de Blida. Dans ce chapitre aussi on a présenté les principaux critères définies, après la récolte d'information comprenant des relevés détaillés des bâtiments au moyen de fiches d'analyse définies selon les matrices typologiques de la méthode d'évaluation de la vulnérabilité RISK-UE niveau 1.

Le quatrième chapitre concerne l'évaluation de la vulnérabilité sismique sous SIG de l'ensemble des constructions du centre-ville de Blida. Une première estimation de l'état du bâti vis-à-vis du risque sismique a été effectuée, elle a été matérialisée par l'affectation à chaque Bâtiment d'un indice de vulnérabilité sismique, qui a permis de poser un premier diagnostic des faiblesses des constructions. Plusieurs scénarios pour des intensités sismiques différents ont été réalisés. Chacun des scénarios nous a permis de comprendre le comportement des constructions pour un séisme donné. L'estimation des degrés de dommage et leur répartition spatiale sont les résultats obtenus principalement sous forme cartographique.

Enfin pour la chapitre cinq, une nouvelle approche a été développée pour l'évaluation du risque sismique au milieu urbain, qui consiste à prendre en compte des critères représentatives de l'ensemble des enjeux qui définissent l'espace urbain ,la méthode Hiérarchique Multicritère (MHM) a été choisie pour quantifier l'importance de chaque critère afin de caractériser la vulnérabilité urbaine du centre-ville de Blida

CHAPITRE I

PRESENTATION DU SITE D'ETUDE

I.1. Introduction

La ville de Blida, est située au sud ouest d'Alger, entre les coordonnées géographiques 36°28' de latitude nord, 2°50' de longitude (Greenwich), et à 270m d'altitude au pied du versant nord de l'Atlas Blidéen, sa superficie est de 5737 ha. D'après le Recensement Général de la Population et de l'Habitat de 2005 (ONS, 2005) [1] la population est estimée à 166048 habitants, et le parc d'habitat à 26357 constructions. Cette ville comporte plusieurs types de constructions ; nous distinguons les constructions de l'époque coloniale, représentant des styles classiques (maçonnerie) datant du début de la colonisation, ainsi que les styles modernes (béton armé) du début du 20ème siècle. Nous avons aussi, les vieux quartiers arabes formés de petites maisons à cour avec un système d'imbrication en agrégat, ainsi que des constructions récentes, qui englobent les nouveaux lotissements de villas, les cités (habitat collectif), ainsi que les différentes infrastructures.

Nous avons choisi pour notre étude, une zone bien délimitée de Blida, qui est son centre ville, à cause du cachet particulier de ces constructions, qui sont encombrés et souvent anciennes, ainsi que des conditions urbaines vulnérables.

I.2. Présentation du centre ville de Blida

Le périmètre d'étude, d'une superficie de 57 hectares, constitue le noyau originel et historique de la ville, autour duquel se sont ensuite greffées toutes les extensions urbaines.

Ce noyau est situé au carrefour des axes importants structurants la ville de Blida : RN69, RN1, RN29 et RN37.

Située en plein cœur de la ville , dont elle reflète parfaitement l'importance, et le caractère historique, l'aire d'étude se trouve délimitée :

- Au Nord par les boulevards Larbi Tebessi et houari Mahfouf,
- Au sud par l'oued El Kebir
- A l'Ouest par les boulevards Lotfi et El Qods
- A l'Est par le boulevard Takarli Abderrezak



Figure.1.1 Vue générale sur le Centre ville de Blida

I.2.1. Contexte historique

La ville de Blida, est fondée en 1535 ,sur l’alliance entre le pouvoir politico-militaire centralisé, les turcs, et le pouvoir religieux représenté par un marabout local Sidi Ahmed El Kebir, dans le but de représenter le pouvoir central devant les tribus locales de la Mitidja, faire régner l’ordre, et aider à la collecte de l’impôt.

A l’origine, sur le territoire de l’actuel centre-ville de Blida était implanté un petit village, peuplé par une fraction des Ouled Soltane, appartenant à une tribu de la plaine, et par de nombreux exilés andalous, qui trouvèrent refuge et participèrent à la construction et à l’édification de la ville. Renommés pour leurs savoir-faire dans le domaine de l’irrigation, ils procédèrent à la déviation de l’Oued El Kébir, pour la protection du site contre les crues. ils réussirent à réaliser les plus beaux jardins d’orangers de la région de la Mitidja ; et développer la production maraîchère des jardins, qui ont contribué à la prospérité de la ville.

Blida, était durant la période turque, l’une des plus importantes villes de la région, et jouait le rôle de centre relais entre la capitale Alger et le Beylik du Titteri.

Sa fonction de ville garnison et de base militaire a fait d’elle, au début de la conquête française en 1839, un objectif stratégique d’occupation.

C’est en 1842, que fût la prise de Blida, et très vite commença l’occupation par les militaires,et la population civile des terrains les plus aptes à l’urbanisation (situés à l’intérieur de l’aire d’étude).

La cité de Blida, qui était entourée par des remparts, ne s'arrêta pas de se développer ; des industries nouvelles se créèrent, des fabriques s'ouvrirent et des comptoirs assurèrent avec la Mitidja, et avec le Sud d'importantes transactions [3].

L'extension rapide à l'extérieur des remparts, s'est faite en forme d'éventail, pour des raisons liées aux contraintes naturelles ; l'oued El Kebir a favorisé l'extension vers le Nord.

Après l'indépendance, les opérations d'urbanisme ont été réalisées sur des terrains vierges, entourant le premier noyau (zone d'étude) à l'exception de deux opérations inscrites dans le cadre de la rénovation du centre-ville, et qui ont concerné Bab Djezaïr et les terrains militaires

Partant de cet aperçu historique, il ressort trois phases d'urbanisation du périmètre d'étude à savoir : l'époque ottomane, l'époque coloniale et l'époque post indépendance.

I.2.2. l'époque ottomane

La ville turque, fût édifée sur la partie Sud du cône de déjection de l'oued El Kebir. Le site offrait, en retrait de la plaine inondable, un terrain sec et perméable propice à la construction. Sa pente permettait une bonne évacuation des eaux, lesquelles étaient utilisées à des fins d'irrigation.

La ville de Blida, fût entourée d'un rempart formé d'un mur en pisé percé de 6 portes, qui donnaient accès à des routes, qui n'étaient à l'époque que des chemins muletiers : la route d'Alger (Bab Djezaïr), la route du Titteri (Bab Er Rahba), la route donnant sur le marché (Bab Sebt), la route menant à la Zaouia (Bab Zaouia), celle menant au cimetière (Bab El Kbour) et enfin celle située à l'Est, donnant sur les jardins d'orangers(Bab Khouikha).

Au sud-ouest de la ville était édifée une casbah, qui logeait une garnison d'environ 500 janissaires.

La ville à cette époque était structurée par deux axes principaux orientés :

- L'un Nord-Ouest/Sud Est formé par les rues Er Rahba et Djoughlali,
- L'autre Nord Est/Sud-Ouest formé par le tracé en baïonnette des rues des Kouloughlis (Belkaïn Kaddour) et du grand café (Ezzroug Ezzraïmi).

Ces deux axes aboutissent aux quatre portes importantes. Sur ces artères principales étaient localisées les équipements importants de la ville (mosquées, fondouk, boutiques, four, hammam).

Les places au nombre de deux étaient en position excentrée : Bab Sebt et Bab El Kbour (correspondant à la place du 1^{er} Novembre).

Cette dernière, était un lieu de rassemblement et un espace de transition où l'étranger trouvait à proximité de l'une des portes de la ville, tous les éléments qui lui étaient nécessaires [3].



Figure.1.2 Urbanisation du centre-ville de Blida à l'époque ottomane [4]

Les activités de commerce et d'artisanat, s'organisaient le long d'artères spécialisées constituant le «Souk», dans un périmètre compris entre la place de la mosquée Sidi Ahmed El Kebir et Bab Djazaïr : rue des bijoutiers, rue des tisserands, rue des menuisiers, rue des bouchers etc..., ou encore au niveau de certains marchés tels le marché aux oranges (rue Abdallah) ou le marché aux grains (rue Er Rahba) [4].

I.2.3. l'époque coloniale

Après la prise de Blida en 1842, les forces militaires commencèrent par occuper les terrains les plus aptes à l'urbanisation. La citadelle fut occupée et le vieux rempart en pisé fut remplacé par un mur en pierres implanté largement au-delà du tracé primitif ; les espaces nouveaux ainsi dégagés ont été pris en grande partie sur les cimetières qui furent presque en totalité occupés par les équipements militaires (casernes, dépôts de remonte, hôpital militaire, etc...).

Parallèlement, l'espace urbain fût remodelé en superposant au tissu urbain organique préexistant une trame en damier structurée par une place occupant celle de la mosquée Sidi Ahmed El Kebir, et par deux axes perpendiculaires orientés Nord-Ouest/Sud Est et Nord Est/Sud-Ouest. Ces deux axes ont été créés en causant d'énormes destructions sur le tissu ancien. Ces opérations ont été favorisées aussi par les dégâts causés par le tremblement de terre de 1825 [3].



Figure.1.3 Bebbanet pendant la Période coloniale [2]

Les tracés secondaires liés directement à la place d'Arme ou occupant des terrains situés entre l'ancien et le nouveau rempart, découpant des îlots de forme carrée ou rectangulaire conformes au mode d'implantation coloniale. Par contre, pour tout le reste de la ville, les tracés secondaires, tout en étant orthogonaux, respectant dans l'ensemble l'ancienne trame en éventail tout en procédant à des alignements [3].



Figure.1.4 Urbanisation du centre-ville de Blida à l'époque coloniale [4]

En plus de la place d'Arme, plusieurs autres places furent aménagées à savoir : la place marché européen, la place du marché ancien et la place Lavgerie (Ben Mrah), où une église fut édifée à la place de la mosquée.

I.2.4. L'époque post indépendance

L'aire d'étude durant cette époque, a connu quelques changements dans sa structure urbaine à travers la réalisation d'opérations d'urbanisme ponctuelles, dont notamment la mosquée El Quawther, qui a remplacé l'ancienne église, un ensemble d'équipements et de logements en

cours de réalisation situés à Bab Djazaïr. Cette dernière opération, est à l'origine de la déviation de la voie des Martyrs, qui a fait perdre à celle-ci le rôle d'axe structurant qu'elle jouait à l'échelle de tout le centre [3].

I.3. Les caractéristiques physiques du site

I.3.1. Aspects géologiques

Le site étudié se rapporte à la frange Sud de la plaine de la Mitidja, au contact avec la zone montagneuse de l'Atlas Blidéen.

Cette plaine présente au niveau du site une topographie plane, avec des pentes variant généralement entre 0% et 3%.

L'examen de la carte géologique, et des coupes de sondage effectuées pour la reconnaissance des sols dans le cadre de certains projets de construction réalisés, montre que les formations lithologiques qui constituent les terrains de l'agglomération de Blida (partie plaine) sont des alluvions plus ou moins récentes, des cônes de déjection recouverts en partie de matériaux de remblais [3].

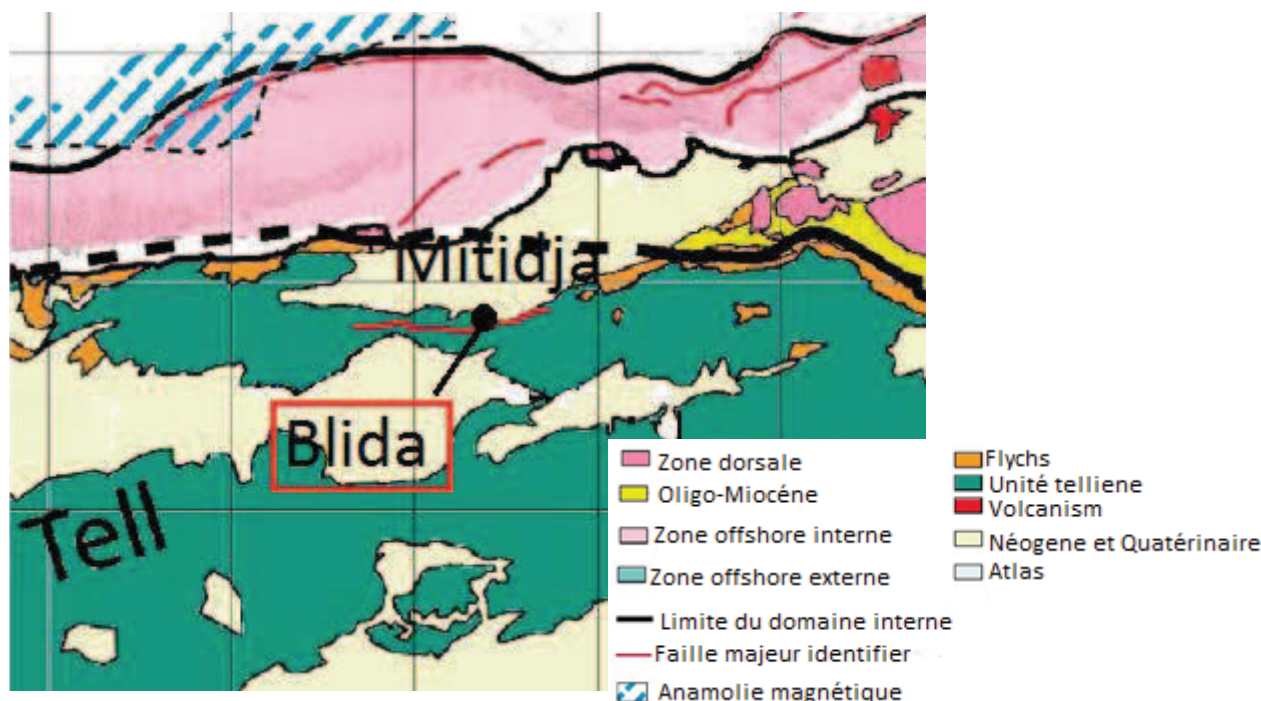


Figure.1.5 Carte géologique de la région de Blida (modifiée) [5]

I.3.2. Aspects géotechnique

L'appréciation des différentes couches du sol est un critère très important, car il fait partie des facteurs initiateurs des instabilités de terrain, de la sismicité, et même du climat à cause des circulations hydriques profonds et superficielles.

D'après les campagnes géotechniques, et les rapports élaborés dans le cadre de certains des projets de construction, mis en œuvre dans l'agglomération de Blida démontrent que les terrains sont constitués de dépôts alluvionnaires présentant de bonnes caractéristiques géotechniques ; néanmoins il a été relevé dans certaines zones, la présence d'une couche de remblai d'épaisseur variant de 1,5m à 6m [3].



Figure.1.6 Lithologie du centre-ville de Blida [3]

I.4. Analyse du cadre bâti

1.4.1. Formes et typologies

La ville de Blida, a connu avant 1962 deux grandes périodes d'urbanisation, qui ont marqué l'espace urbain par des occupations caractérisées par des organisations différentes, voir même contradictoires. L'enquête sur terrain, nous a permis de déceler les formes d'organisation du cadre bâti, et les typologies, et formes architecturales de chaque période [4].

1.4.1.1. L'époque turque

On observe , jusqu'à nos jours dans la zone d'étude des vestiges de l'époque, à travers l'existence de mosquées (Ben Sâadoun et El Hanafi), de hammam (Boualem Bachagha), et de demeures prestigieuses situées principalement au niveau du quartier El Djoun .

Les maisons de cette époque, sont caractérisées par une organisation intravertie, c'est-à-dire une organisation des espaces autour d'une cour centrale. La façade extérieure est aveugle percée d'une porte modeste en forme d'arc brisé ou en accolade, les toitures en pente, sont en tuiles romaines et les gabarits ne dépassent pas R+1 .dans l'espace central des maisons est aménagé un espace vert planté d'arbres fruitiers et de roses [4].



Figure.1.7 La mosquée El Hanafi (Epoque Turque)



Figure.1.8 quartier El Djoun (Epoque Turque)

1.4.1.2. L'époque coloniale

L'époque coloniale est caractérisée par l'apparition de nouvelles typologies d'habitat, à savoir l'habitat semi-collectif, et l'habitat collectif, et de nouvelles fonctions urbaines à savoir, le théâtre, les banques, les écoles, les marchés et les hangars.

Les caractéristiques principales de l'architecture coloniale, résident dans l'extraversion des espaces intérieurs des constructions, et l'ornementation des façades. En effet, durant cette période, il y a eu apparition d'une tendance architecturale nouvelle : le style mauresque. Nous l'avons observé au niveau de certaines maisons, et dans plusieurs hammams situés sur la voie Mekki, et sur la rue Belkaïm Kaddour. Ces constructions, d'une grande valeur esthétique, sont caractérisées par une organisation extravertie, et par des façades revêtues de faïence, et décorées par des éléments architectoniques empruntés du style précolonial ; ces éléments sont utilisés comme objets de décoration (colonnes, arcades et faïences) [4].



Figure.1.9 Lycée Ibn Rochd (Epoque Coloniale)



Figure.1.10 Rue Djoughlali (Epoque coloniale)

1.4.1.3. L'époque actuelle

Elle se manifeste à travers les opérations d'urbanisation ponctuelles, qui ont notamment concernées la mosquée El kawther, et les immeubles situés au lieu-dit Bab Djazaïr. Ces constructions sont caractérisées surtout par un gabarit important, et des îlots d'une grande dimension créant une rupture avec le tissu urbain initial [4].



Figure.1.11 Bâtiments résidentiels sur le Boulevard Mahdjoub
(Epoque actuelle)



Figure.1.12 Mosquée El kawther (Epoque actuelle)

I.4.2. Occupation des sols

L'aire d'étude se caractérise par une occupation hétérogène d'activités allant des dépôts hangars et entreprises jusqu'aux équipements structurants à l'échelle de la wilaya .elle a connu historiquement des contextes économiques, politiques et sociaux très différenciés, qui ont été matérialisés dans son tissu urbain par des types d'occupation qui reflètent la fonction donnée à la ville durant chaque époque [4].

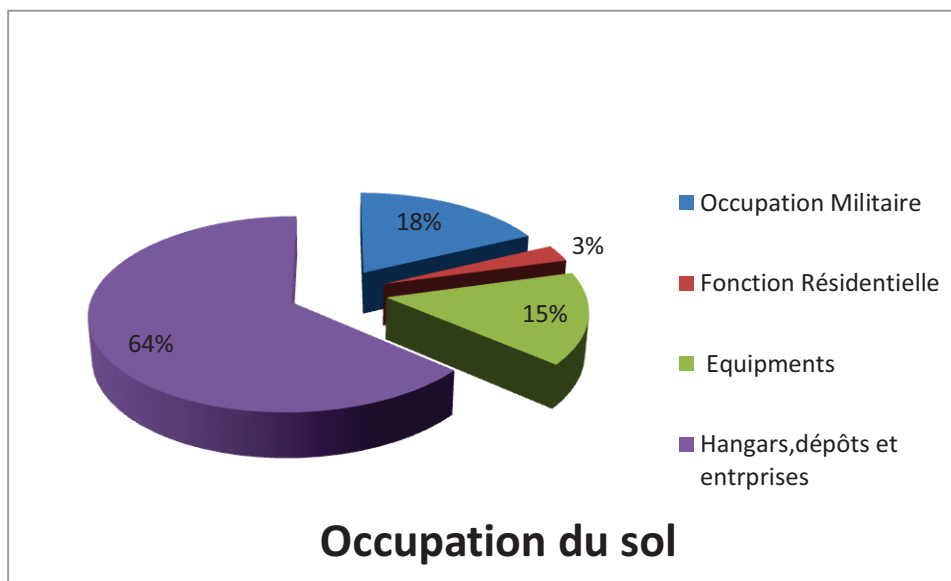


Figure.1.13 occupation du sol pour le centre-ville de Blida

1.4.2.1. Logements, équipements et services

- **Le parc logements :**

Dans notre aire d'étude, on relève l'existence de 3422 logements. Rapporté au volume de population qui est de 11340 habitants, on constate que le taux d'occupation par logement est de 3,3hab/logts.

1.4.2.2. Equipements et services

- **Etablissements scolaires :**

L'aire d'étude compte un ensemble de 8 établissements scolaires :

- 06 écoles relevant du 1^{er} et 2^{ème} cycle
- 01 établissement du 3^{ème} cycle
- 01établissement du secondaire

- **Infrastructures sanitaires :**

- Centre de santé qui se situe sur la voie Zeraki Moussa
- Centre de santé Benzali
- Centre de soins dentaires Aïssat Idir

Ce potentiel est renforcé par un réseau de structures sanitaires à caractère privé

- **Equipements culturels :**

- Bibliothèque municipale, située à proximité du marché Abane Ramdane d'une capacité de 70 places.

- théâtre Mohamed Touri à proximité de la place du 1^{er} Novembre .il peut contenir 434 spectateurs

- la cinémathèque EL Mitidja dispose d'une capacité de 400 places.

Il existe également un conservatoire, un centre culturel et deux salles de cinéma El Ourida et El Atlas.

- **Equipements sportifs :**

- Le centre ville dispose d'un stade « Daidi » localisé sur l'axe Mahdjoub Boualem . D'une capacité de 1000 places, il dispose aussi d'une salle omnisport « Nedjma » d'une capacité de 100 places.
- D'une piscine semi olympique sur l'axe Mahdjoub Boualem



Figure.1.14.stade Daidi (Equipement sportif)

- **Equipements Religieux :**

On dénombre au niveau de ce centre 4 mosquées (El Khouthar, Ben Saâdane, El Hanafi et Ibadite) et une école coranique.

- **Equipements administratifs, commerces et services :**

Le centre de Blida est doté d'une gamme importante d'équipements administratifs comme le siège de l'APC ou le Tribunal de Blida, qui sont concentrés en grande partie le long des rues Laïchi et Djoughlali Tayeb et autour de la place du 1^{er} Novembre. Il compte par ailleurs, diverses autres structures relevant du niveau tertiaire comme l'agence nationale du tourisme ou les agences d'assurances.

L'aire d'étude dispose d'un nombre important d'artères commerçantes englobant à la fois des commerces de première nécessité et des commerces intermédiaires et rares : rue des Martyres, rue Belkaïm, rue Colonel Amirouche , rue Didouche Mourad , rue Bourras, rue des frères chouiet .



Figure.1.15 APC de Blida (Equipement administratif)

I.5. Analyse démographique

I.5.1. Evolution de la population de la commune de Blida

Durant la décennie 1966-1977 la population de la commune de Blida a connu une évolution importante, en passant de 80.491 habitants en 1966 à 127.310 habitants en 1977, enregistrant ainsi un taux d'accroissement annuel moyen de 4,25%.

La promotion de Blida en chef-lieu de Wilaya en 1974, a donné lieu à une dynamique économique non négligeable notamment en matière d'équipements, et services impliquant de ce fait un flux migratoire important des communes périphériques vers la commune de Blida.

Au recensement de 1987, la commune de Blida a compté une population de 132.266 habitants dont 125.571 étaient concentrés dans l'agglomération chef-lieu ; ce volume a atteint 144.025 habitants au dernier recensement de 1998 dont 135.645 habitants recensés au chef-lieu.

Ainsi, on constate que l'agglomération de Blida a vu sa population augmenter d'un volume de 10.074 habitants entre 1987 et 1998 attestant d'un taux de croissance annuel de 0,77% durant cette même période. Ce taux très faible est révélateur d'un solde migratoire fortement négatif et donc de mouvements de départs importants vers les communes limitrophes.

Dans cet ensemble, on observe que le centre-ville de Blida concentre une population d'environ 11.500 habitants, et que ce volume est resté constant entre 1987 et 1998 [5].

I.5.2. Structure de la population

La structure obtenue pour la population de la commune de Blida, permet de distinguer les classes suivantes :

Classe 0-5 ans : concentre 15% de l'ensemble de la population

Classe 6-17ans : correspond à la population scolarisable et représente 28% du volume global,

Classe 18-59ans : représente la population active et concentre 51% de la population totale.

On constate à travers la pyramide des âges pour la commune de Blida que les populations âgées de moins de 30 ans représentent 70% de la population totale de la commune, témoignant d'une prédominance absolue des jeunes [6].

I.6. Climatologie

La plaine de la Mitidja, est soumise à un climat de type méditerranéen à étage subhumide littoral caractérisant l'ensemble des plaines côtières. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral, le climat devient de plus en plus continental, et l'on enregistre une baisse sensible des températures.

I.6.1. Les précipitations

Elles sont réparties dans le temps et dans l'espace, on s'intéresse surtout à leur intensité et leur régime.

- **Pluviométrie moyenne :**

La moyenne pluviométrique dans la région varie entre 565 mm (Mouzaia); 625 mm (Sidi Rached) et 667 mm (El-Afroun).

Le Tableau 1.1 montre la pluviométrie moyenne mensuelle observée sur une période de 18 ans (1988 à 2006) dans la station de Mouzaia.

Pluviométrie moyenne mensuelle sur une période de 18 ans (1988 à 2006) dans la station de Mouzaia.

Tableau 1.1: Pluviométrie moyenne mensuelle sur une période de 18 ans (1988 à 2006) dans la station de Mouzaia [7]

Mois	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juillet	Aout	Moy mensuelle
P (mm)	23.18	37.86	69.46	70.76	80.47	54.91	39.45	57.92	37.08	2.37	3.07	4.52	40.09

I.6.2 La température

Les relevés moyens mensuels des températures, ont été enregistrés sur une période de 17 ans (1989 à 2005), par la station de Mouzaïa, le minima enregistré pendant une série de 16 ans varie entre 9°C et 23°C respectivement pour le mois de Janvier et Août. Le maxima enregistré sur la même série varie de 18°C à 36°C au mois de Janvier et Août. Sur le périmètre, la température moyenne annuelle est de 26°C, le minima absolu est 3°C pour les mois de décembre, janvier ; le maxima absolu est de 42°C pour le mois d'Août [8].

I.6.3. Les vents

Les vents dominants dans le périmètre sont ceux qui soufflent de N.E et de l'ouest. Le maximum des forces de vents se situe au cours de l'hiver; Le minimum se situe aux mois d'été. La vitesse moyenne annuelle des vents varie de 2,7 à 3 m/s, le maxima est de l'ordre de 4 m/s (station Mouzaia) [8].

I.6.4. Hydrographie

La plaine de la Mitidja est traversée par six importants oueds qui assurent le drainage des bassins versants montagneux de la chaîne de l'Atlas. Nous rencontrons d'Est en Ouest les oueds: Hamiz, Djemaa, El Harrach, Chiffa, Bouroumi, Djer. En aval de la plaine de la Mitidja, l'oued Bouroumi et l'oued Chiffa confluent pour former l'oued Mazafran. L'oued Harrach rencontre l'oued Djemaa dans les environs de Baba Ali. A l'Est de l'oued Hamiz, s'écoule l'oued Reghaia qui est considéré comme secondaire. Les oueds mentionnés ci-dessus sont en grande partie en liaison hydraulique avec la nappe de la Mitidja puisque leurs eaux peuvent s'infiltrer ou inversement drainer la nappe.

La plaine est partagée en quatre bassins fluviaux : celui de l'oued Nador, de l'oued Mazafran, de l'oued Harrach et du Hamiz. Alors que la plaine s'allonge dans une direction d'Est - Ouest, ces derniers la traversent perpendiculairement selon des directions méridiennes. Ces oueds côtiers présentent un certain nombre de caractéristiques communes :

- Ils prennent tous naissance dans l'Atlas et sont tous de dimensions restreintes
- Tous présentent un profil longitudinal divisé en deux parties très distinctes.
- Leur pente est très forte en montagne
- Dans un passé récent elles ont été constamment maintenues par le jeu tectonique
- Ce sont des oueds aux vallées étroites, profondes, encaissées [8].

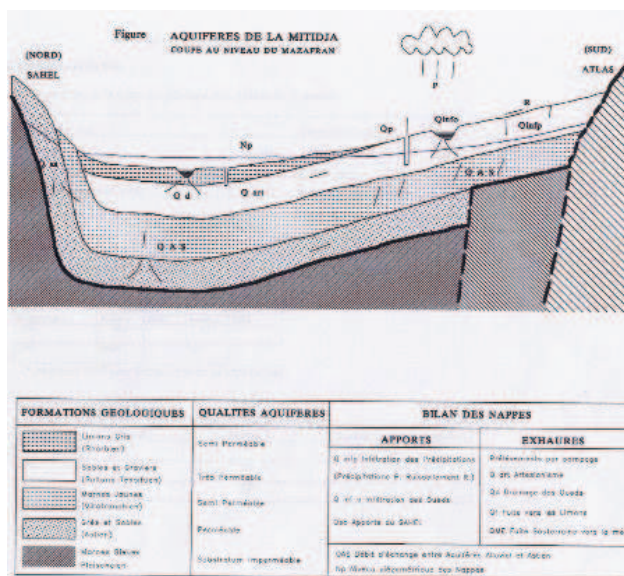


Figure.1.16 L'aquifère de la Mitidja [9]

1.7. Sismicité

1.7.1. Généralités

Historiquement l'Algérie est connue pour être une zone sismique très active, les travaux de Paléo-sismicité effectués après le séisme d'El Asnam par (Meghraoui et al 1988) [10] ont montré l'existence de plusieurs séismes ($M_s > 6.5$) ayant affecté cette région depuis au moins 6000 ans environ. Les travaux tectoniques du (groupe de recherche néotectonique de l'Arc de Gibraltar 1977) en méditerranée occidentale, montrent que l'ensemble de ces déformations tectoniques est en relation avec l'histoire tectonique de la région du Maghreb, et de la méditerranée occidentale.

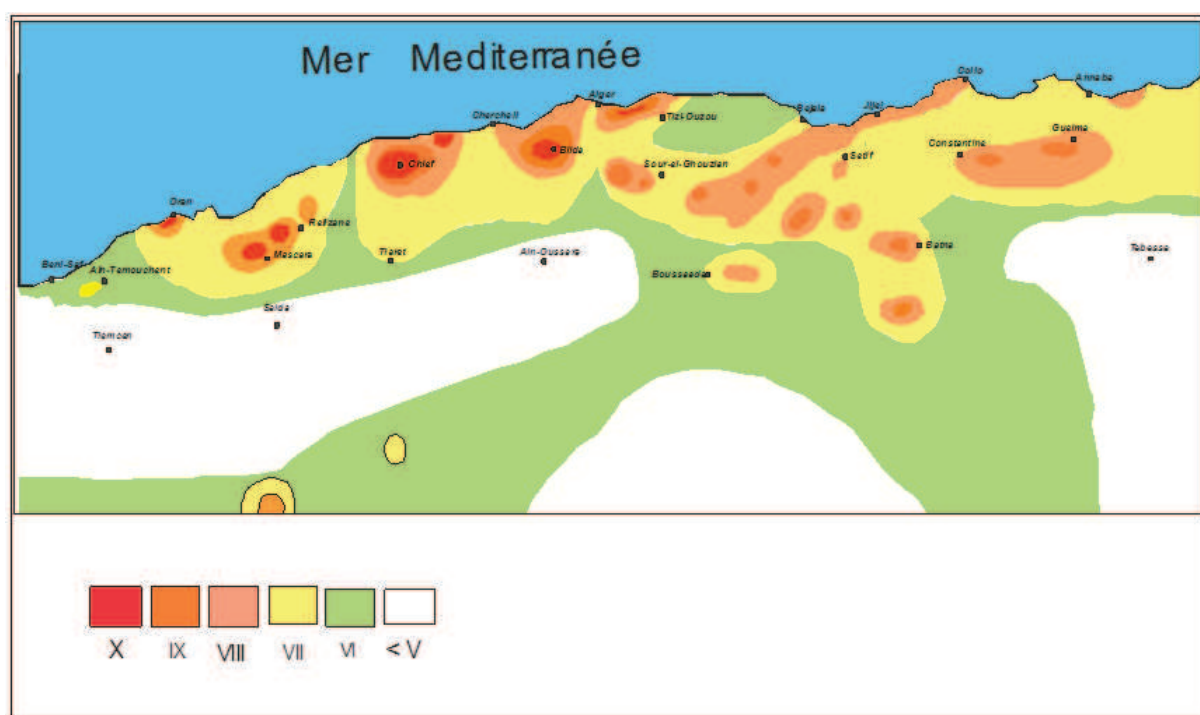


Figure.1.17 Carte de l'intensité maximale observée (IMO) de 1716-2003 (A.AYADI) [10]

Tableau.1.2 : Historique de la sismicité en Algérie [12]

Localité	Date	I ₀	M	Victimes	Observations
Alger	03.01.1365	Forte	Forte	Plusieurs	Destructeur : Alger complètement détruite. 100 répliques pendant la nuit. une partie d'Alger fut inondée
Gouraya	15.01.1891	X	7.5	0038	Destructeur : dégâts importants: Gouraya et Villebourg ont été complètement détruites. 53 immeubles et maisons détruits ou endommagés. Dégâts à Cherchell, kherba, Blida, El-Affroun, Mouzaia, Miliana et Orléansville. Mouvement vertical observé à Gouraya. Ressenti à Saida et Djelfa. Fortes répliques. Rayon macrosismique 200 kms
El Kalaâ	29.11.1887	IX-X (VIII)	6.5- 7.5	0020	Destructeur : El Kalaâ et Dehba : une mosquée ainsi que plusieurs maisons ont été détruites. Thiouanet: importants dégâts (80 maisons ont été complètement détruites). Ressenti à Oran, Arzew, Relizane, Mostaganem et Mascara. Forte réplique ressentie quelques minutes après
Sour. el Ghouzléne (Aumale)	24.06.1910	X (VIII)	6.4/ 6.6	0030	Dégâts importants à El Euch, Tablat et Masqueray. Les villages de la plaine de Gachtulas ont été complètement détruits. Répliques ressenties complètement détruits. Répliques ressenties jusqu'en janvier 1911 fortes (20/08, M=4.8 et 07/01/1911, M=5.5).
A. el Hassan (Cavaignac)	25.08.1922	IX-X	5.1	2	Destructeur : Cavaignac complètement détruite. Mouvement vertical observé (1m). Ressenti à Flatters Hanoteau, Ténès (VIII) et à Orléansville, Cherchell (VII).
El At -El Ab (Carnot)	07.09.1934	IX (VII)	5.0	aucune	Dégâts à Carnot, St. Cyprien et El- Attaf. Des glissements de terrain ont observés au Nord. Ressenti à Alger. 92 répliques entre 07-30/90
Béjaia	12.02.1960	VIII- IX	5.6	264	1000 maisons détruites .112 blessés.
Chlef (Orléansville- ElAsnam)	09.09.1954	X-XI	6.7	1243	Destructeur: 20.000 habitations détruites. Effets observés: glissement de terrain et liquéfaction du sol. Mouvement vertical maximum (10) (1.33m) au voisinage de Ouled Abbas. Plusieurs répliques FM: 254, 30,266.
M'sila	21.02.1960	VIII	5.6	47	Dégâts à Melouza. 88 blessés.
M'sila	01.01.1965	VIII	5.5	5	1300 maisons détruites. FM : 193, 9,288
Mansourah	24.11.1973	VII	5.1	4	Dégâts à Mansourah, Medjana, El-Mehir et Theniet Enasr. 50 blessés.Plusieurs personnes ont été portées disparues. Répliques (24-25-26/11).
Chlef	10.10.1980	IX	7.3	2633	Destructeur: 8369 blessés, 348 portés disparus, 6.778.948 sinistrés(*), 70% des habitations détruites. Une faille inverse sismogène a été observée (36km) Un mouvement vertical maximum (11) de 6 m a été mesuré entre Zebabdja et Ouled-Abbas Une forte réplique a été enregistrée une heure après le choc Principal (M=6.5)
Constantine	27.10.1985	VIII	5.9	0010	Peu de dégâts à El-Aria et Béni- Yakoub, plus de 300 blessés, plusieurs au voisinage du village d'El-Khroub. Ruptures de surface. Une faille de Coulissage. Plusieurs répliques pendant plus d'un mois. FM 217, 84,19 ,5.2 1024
El Affroun	31.10.1988	VII	5.4	aucune	Nombreux dégâts.500 familles sinistrées et 5 blessés
Dj. Chenoua	29.10.1989	VIII	6.0	0022	Nombreux dégâts à Sidi-Moussa (près de la ville de Tipaza) (au voisinage de l'épicentre) et Nador. Peu de dégâts à Alger (la Casbah). Faille inverse. Plusieurs répliques durant 3 mois. FM: 246, 56, 86, 8.0 1024

Mascara	18.08.1994	VII	5,6		Ce séisme survenu la nuit, a été largement ressenti, l'intensité VII a été atteinte à Hacine et Shadlia, ou d'importants dégâts ont été occasionnés, des destructions ont été observés dans les villages avoisinants et ceci sur un rayon de 15 km autour de Hacine.
Alger	04.09.1996	VII	5,7		Ce séisme qui a été ressenti jusqu'à Dellys à l'Est, Menaceur à l'Ouest et Berrouaghia au Sud, a atteint l'intensité VII à Ain-Benian, Cheraga et Staoueli, appartenant à la région épiscopale. Le rayon macrosismique moyen est de 140 km.
Ain-Temouchent	22.12.1999	VII	5,8	Plusieurs	Ce séisme a atteint une intensité maximale de VII a occasionné dans la région Pléistocène qui regroupent Ain-Témouchent, Ain-Tolba, Ain-Kihal et Sidi-Ben-Adda, des dégâts matériels importants et la perte de plusieurs vies humaines, la surface macrosismique dépasse 260 km de rayon.
Béni-Ouartilane	10.11.2000	VII	5,4	2	Ce séisme a occasionné dans la région pleistocène qui regroupe Béni-Ouartilane, Fréha et El-Main, des dégâts matériels et la perte de 02 vies humaines. Des fissurations superficielles des maisons en maçonneries traditionnelle ont été observées dans les localités citées ci-dessus.
ZEMMOURI	21/05/2003	X	6,8	2278	Destructeur Ce séisme a occasionné dans la région épiscopale qui regroupe principalement : Boumerdes, Zemmouri, Corso, Tidjelabine, Reghaia, Thenia, Bordj Menail, Sidi Daoud et Dellys des dégâts très importants. Des immeubles et des maisons récemment construits ont été complètement détruits ou endommagés. On déplore aussi plusieurs milliers de blessés et 2278 morts. La localité de ZEMMOURI ville reste celle qui a subi le plus grand nombre des dégâts. Ce séisme survenu en début de soirée (18h 44 GMT) a été largement ressenti, à l'Est jusqu'à GUELMA, à l'Ouest jusqu'à Mostaganem, au Sud jusqu'à BISKRA et au Nord jusqu'aux larges des côtes espagnoles et françaises.

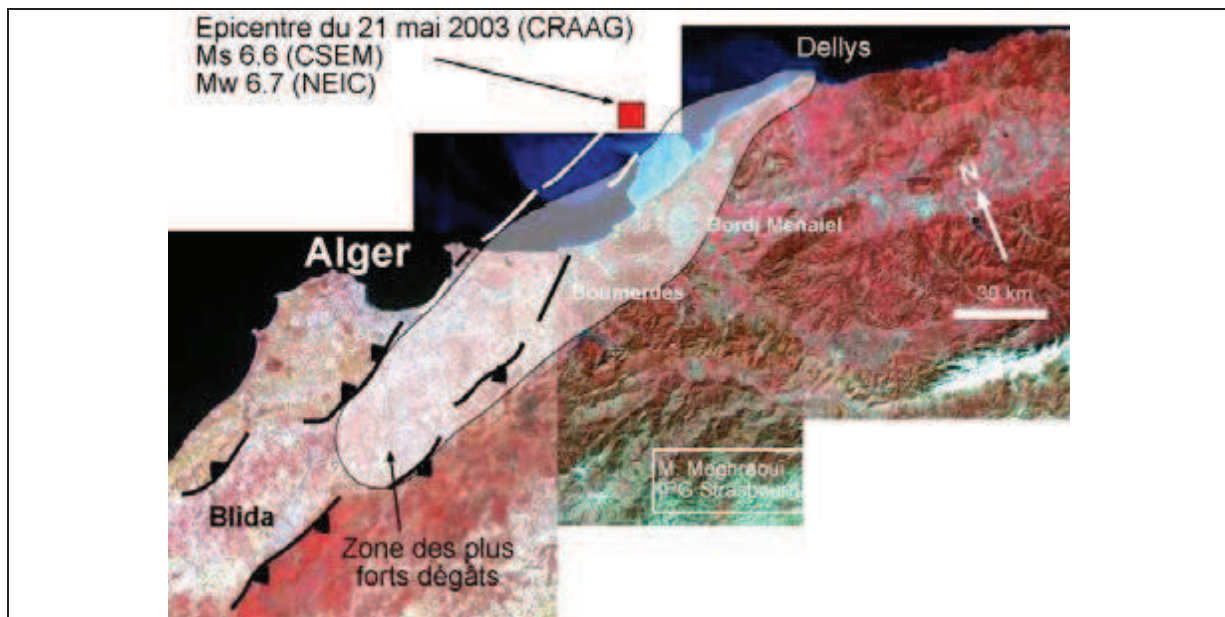


Figure.1.18 Image satellite montrant les failles du Sahel et du Sud Mitidja bordant respectivement le bassin quaternaire de la Mitidja au Nord et au Sud [13]

1.7.2. Séismicité historique de la Mitidja et de la ville de Blida

Le bassin de la Mitidja, est le siège d'une sismicité superficielle modérée à forte et continue ; générée par des structures tectoniques actives. De ce fait, la région a été secouée par des séismes historiques et instrumentaux forts à modérés. Qui ont souvent causé des pertes importantes en vies humaines comme celle survenue le 03 février 1716 à Alger et les séismes destructeurs qu'ont connu la Ville de Blida et ces environs le 02 mars 1725 et 02 janvier 1867.

La région de Blida, est classée en zone 3 dans le zonage sismique de l'Algérie (RPA, 1999, version 2003) [15]. C'est donc une zone à forte sismicité. Le séisme le plus fort enregistré de façon instrumentale dans la région de Blida est celui du 07 novembre 1959, avec une magnitude de 5,6. L'historique de l'activité sismique dans la région de Blida révèle que la région a connu des séismes de plus forte magnitude, qui ont souvent causé des pertes importantes en vies humaines et en biens matériels. En particulier, au 19^e siècle, la région de Blida a été secouée par deux séismes destructeurs de fortes intensités. Le premier s'est produit le 02 mars 1825 d'intensité X et a détruit la moitié de la ville de Blida ainsi que deux villages avoisinants. Environ 7000 personnes trouvèrent la mort lors de ce séisme, qui reste l'un des plus forts jamais recensés dans la Mitidja. Le second a eu lieu le 02 janvier 1867 d'intensité XI et a détruit la quasi-totalité du village de Mouzaïa, des dégâts importants ont été constatés à Blida et à El Affroun (CRAAG, 2005) [14].

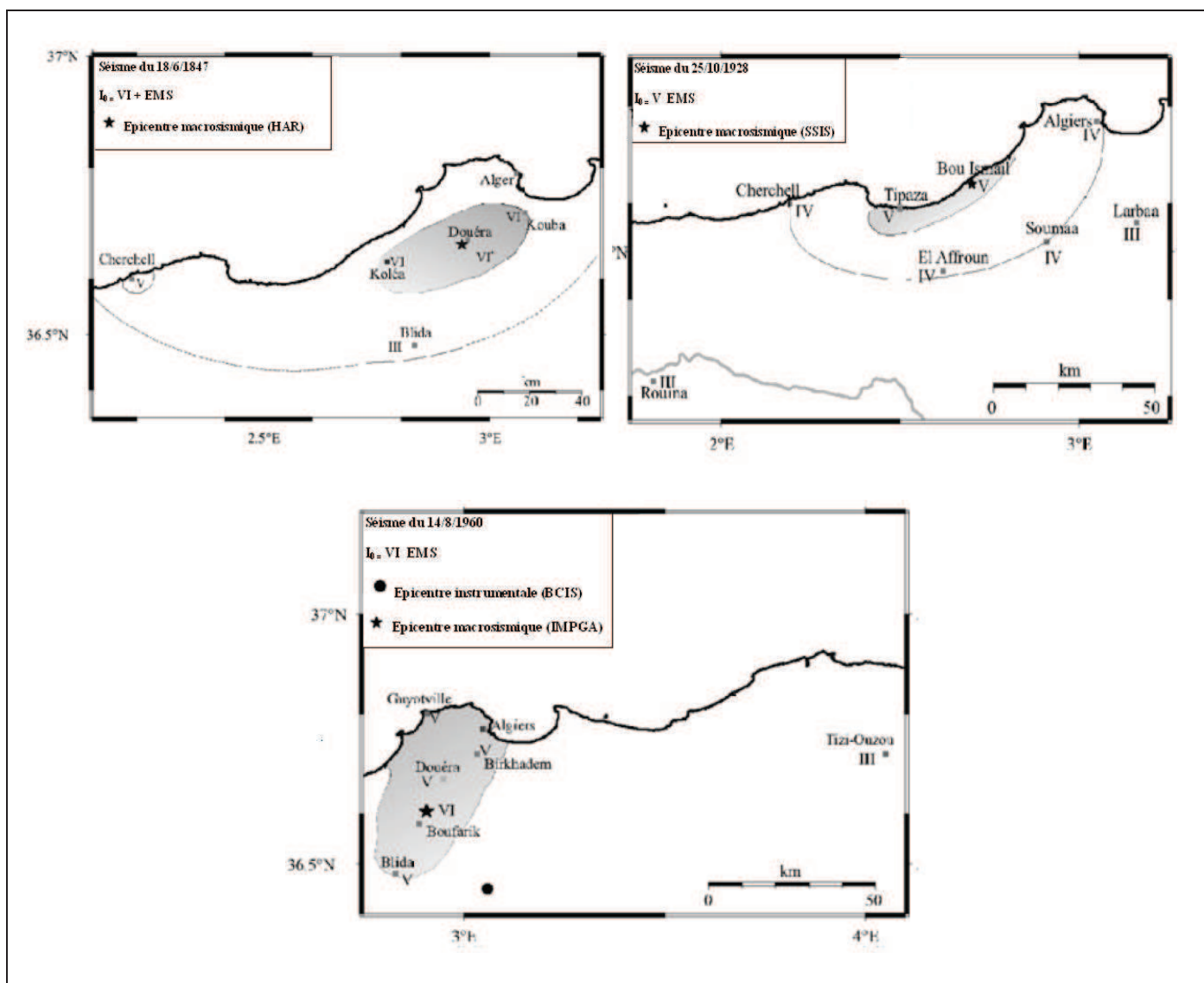


Figure.1.19 Cartes macrosismique représentant des séismes qui se sont produits dans La Mitidja [16]

Tableau.1.3 : Sismicité historique et instrumentale de la région de Blida, entre 1802 et 2005 [14]

Année mois jour	H M S	Lat°N	Lon°E	M	I
1802 Nov 07	11 45 00	-	-	-	-
1825 Mars 02	07 00 00	36.40	2.80	7.5-6.8	X - XI
		36.50	2.90	6.5	IX
1854 Mai 15	15 00 00	36.40	2.70	-	-
		36.50	2.90	-	VII
1861 FEV 29	05 15 00	36.52	2.90	5.2	VII
1867 JAN 02	07 13 00	36.42	2.68	7.5-8.4	X- XI
1867 JUIN 29	20 15 00	36.47	2.83	5.7	VIII
1869 SEPT 20	-	36.50	2.60	-	-
1873 OCT 16	22 42 00	36.60	2.90	4.6	VI
1876 MARS 23	06 34 00	36.50	2.60	5.2	VII
1888 JAN 06	23 40 00	36.50	2.60	5.7	VIII
1908 MARS 11	00 06 00	36.40	2.80	5.7	VIII
1911 JUILLET 11	01 22 00	36.50	2.83	4.6	VI
1924 NOV 05	18 54 34	36.60	2.90	5.7-6.5	VIII - IX
1925 FEV 20	22 00 00	36.60	2.67	5.2	VII
1927 JAN 20	21 33 10	36.53	2.83	5.2	VII
1928 NOV 25	01 07 15	36.60	2.67	4.6	VI
1931 MARS 04	05 36 40	36.40	2.70	-	-
1931 NOV 02	14 58 08	36.47	2.83	5.7	VIII
1938 MARS 02	07 43 49	36.42	2.75	5.2-5.7	VII -VIII
1941 AVR 04	12 00 36	36.60	2.90	4.6	VI
1951 FEV 09	04 54 45	36.40	2.80	4.1	V
1957 JAN 09	15 51 36	36.40	2.70	4.1-4.2	V- VI
1959 NOV 07	02 32 07	36.34	2.65	-	-
1960 AOUT 14	21 35 18	36.60	2.90	4.6-5.2	VI- VII
1961 SEPT 11	15 28 24	36.50	2.90	5.2	VII
1961 NOV 23	04 45 35	36.50	2.80	4.6-5.2	-
1965 OCT 25	21 03 20	36.40	2.80	4.1-4.6	VI
1966 JAN 02	10 00 48	36.50	3.0	-	-
1966 AVR 03	05 11 39	36.50	2.80	5.2	VII
1966 NOV 11	00 38 20	36.40	2.80	4.1	V
1967 SEPT 11	07 00 28	36.40	2.80	5.2	VII
1975 JUIL 20	10 49 53	36.53	2.96	4.6	VI
1978 JAN 07	14 02 00	36.58	2.80	3.5	IV
1980 MARS 12	21 30 00	Chr�ea		3.5	IV

1981 SEPT 29	04 14 00	36.40	2.75	3.5	IV
1981 DEC 29	00 00 00	36.52	2.87	-	V
1982 MARS 16	20 22 00	36.38	2.62	3.1	IV
1984 DEC 09	11 42 00	El Affroun		-	IV
1986 JAN 10	05 37 00	36.52	2.80	3.7	IV
1986 JAN 19	20 11 00	36.45	2.75	4.6	V
1986 FEV 11	04 58 00	36.45	2.85	4.1	VI
1986 DEC 17	09 10 00	Blida		4	IV
1988 OCT 31	10 13 09	36.42	2.57	5.4	VII
1989 FEV 12	12 02 32	36.45	2.63	-	-
1989 AOUT 28	07 10 00	El Affroun		-	-
1990 JUIL 28	13 56 48	36.54	2.90	3	-
1993 NOV 09	11 30 56	36.44	2.71	3	-
1995 JUI N 21	04 16 01	36.52	2.68	3.6	-
1996 AVR 23	04 32 08	36.46	2.70	3.5	IV
1996 AVR 29	20 03 31	36.31	2.94	3.7	IV
1996 JUIL 18	03 21 54	36.49	3.06	3.4	III
1998 MARS 29	22 49 00	36.48	3.06	3.2	IV
2001 AVR 09	08 59 00	36.41	2.87	2.7	III
2001 AVR 14	21 42 55	36.44	3.09	2.6	-
2001 AOUT 04	18 32 35	36.40	3.01	3.4	-
2002 AVR 04	04 00 13	36.46	2.87	2.9	-
2003 FEV 08	00 29 26	36.44	2.80	2.8	
2003 DEC 07	16 15 30	36.41	2.67	2.9	III
2003 DEC 12	01 35 58	36.42	2.88	4.4	V
2004 MARS 21	10 56 17	36.50	2.98	3	IV
2004 JUIL 28	11 30 58	36.36	2.81	2.5	-
2004 SEPT 23	01 36 48	36.38	2.76	3.6	IV
2004 OCT 12	03 58 30	36.58	3.04	2	-
2004 NOV 01	06 09 12	36.47	2.93	2	-
2004 DEC 15	15 40 59	36.43	2.81	2.6	-
2005 FEV 08	03 35 09	36.51	2.95	2.8	-
2005 FEV 08	03 44 26	36.51	2.95	2	-
2005 FEV 08	03 45 55	36.48	2.94	2	-
2005 FEV 08	03 47 14	36.47	2.94	2.4	-
2005 FEV 17	21 52 02	36.43	2.83	2.2	-
2005 MARS 04	23 32 32	36.57	2.89	2.4	-
2005 AVR 01	10 37 00	36.47	2.94	3.9	III
2005 AVR 12	10 14 33	36.59	2.81	2.5	-
2005 AOUT 25	21 15 27	36.45	2.76	3.2	
2005 SEPT 06	00 35 09	36.40	2.86	3.6	III

1.7.3. Contexte sismo-tectonique de la Mitidja

Le bassin intra montagneux de la Mitidja se trouve au sein du rameau alpin sud-méditerranéen, ou chaîne des Maghrébides, incluant dans sa partie algérienne l'Atlas Tellien. Celle-ci correspond, selon de nombreux auteurs (Mc Kenzie, 1972[17]; Tapponnier, 1977[18]; Durand- Delga et Fontboté, 1980[19]; Dewey et *al.*, 1989[20]; Meghraoui et *al.*, 1996[21]; Frizon de Lamotte et *al.*, 2000[22]), à une limite de convergence entre les plaques Afrique et Eurasie, où se concentre une activité sismique assez modérée, mais ponctuée parfois de séismes forts, comme ceux d'El Asnam (10 octobre 1980; Ms = 7.3) et de Boumerdès (21 mai 2003; Mw = 6.8). En Algérie, la convergence est actuellement dirigée NNO SSE et estimée à 5 mm/an (Argus et *al.* 1989) [23].

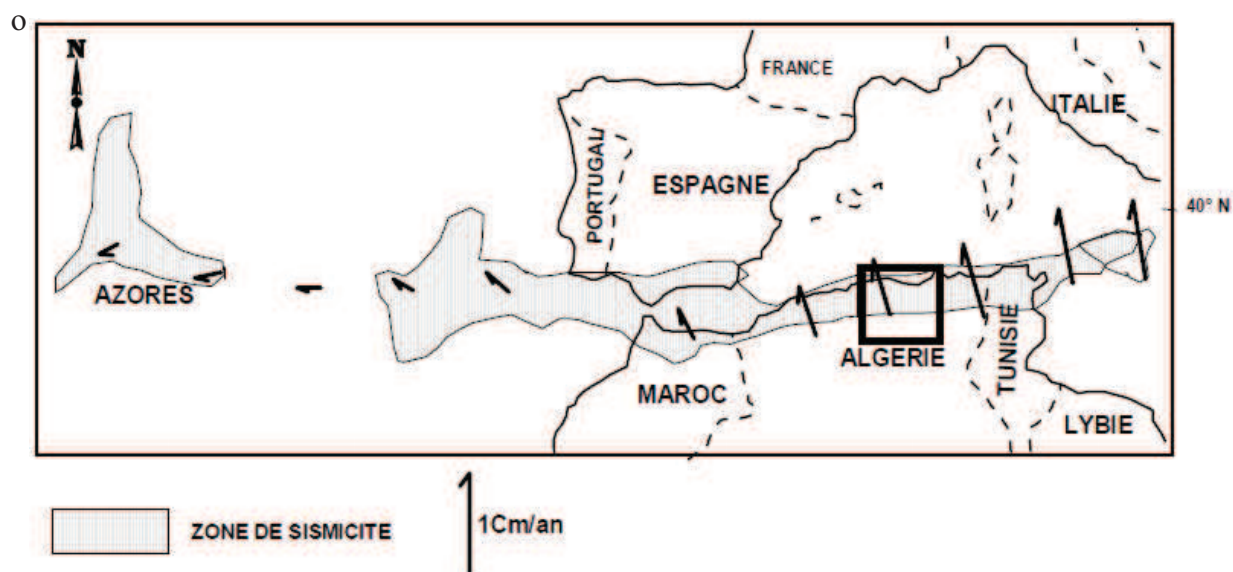


Figure.1.20 La limite des Plaques africaines et eurasiennes entre les Açores et la Sicile (Anderson & Jackson, 1987) [24]

. Les flèches indiquent aussi bien le taux que la direction du raccourcissement. La zone en pointillés correspond pour ce qui est de la partie algérienne à la chaîne tellienne.

Le contexte géodynamique régional a engendré dans le nord de l'Algérie un ensemble de structure tectonique (pli, failles, pli-failles) d'activités sismiques élevées comme l'atteste la fréquence des séismes durant le siècle dernier. L'essentiel de ce risque permanent dans cette partie Nord, particulièrement dans la zone de Mitidja et ces alentours, provient de 5 failles actives identifiées qui sont [25] :

1) La faille du Sahel :

Il s'agit du pli-faille du Sahel. Il délimite le bassin de la Mitidja au Nord et il s'étend de Tipaza à Boumerdès. Selon les derniers travaux sismotectoniques, cette faille majeure est plus importante qu'on le suppose.

2) La faille de la Mitidja Sud :

A l'instar du Plan Nord, le Plan Sud du bassin de la Mitidja est limité par une faille équivalente à celle du Sahel. Elle s'étend de Hadjout–Blida jusqu'à Boudouaou et longe les côtes des communes de Boumerdès et Dellys.

3) La faille de Thénia :

Cette faille s'étend des Issers jusqu'à Bordj El Bahri. Elle fait partie d'un trait structural qui va jusqu'à Bejaia tout en limitant le massif du Djurdjura au Sud.

4) La Faille du Chenoua :

Les répliques du séisme de Tipaza du 29 octobre 1989 ont permis de définir sa forme qui est en "L", une partie terrestre et une partie subméridienne en mer.

5) La Faille de Zemmouri :

Selon les premières modélisations sismologiques et les observations de terrain, la faille active qui a causé le séisme du 21 mai 2003 est localisée en mer (Fig.1.21). Elle présenterait une direction N 65° (USGS) [26] et se prolongerait sur une longueur d'environ 30 km. Cette faille active qui était alors inconnue est révélée par le séisme violent du 21 mai 2003, de magnitude 6.8 (Yagi, 2003[27]; Bouhadad et al. 2003[28]). Le séisme du 21 mai 2003 a engendré des dégâts considérables. La faille de Zemmouri présente un pendage vers le SE dont le mouvement a causé un soulèvement de la côte d'environ 70 cm.

6) La faille post-astienne de Bouinan-Soumâa :

Les récentes investigations géologiques dans ce secteur révèlent l'existence d'un important segment de faille, affleurant dans de bonnes conditions entre les localités de Soumâa et Bouinan. Il est orienté NE-SO et plonge de 50° à 60° en direction du sud-est. Les études microtectoniques montrent qu'il s'agit d'une faille inverse à vergence nord-ouest. Le long de cette faille, les niveaux gréseux astiens sont fortement déformés, indiquant une tectonique post-astienne. L'étude des terrasses alluviales situées de part et d'autre des deux compartiments de la faille, qui montrent une dénivelée d'environ 30 mètres, indique que la faille a été active durant le Quaternaire. Localement, les terrasses sont chevauchées par les unités crétacées. Une estimation de la magnitude maximale Mw pouvant être générée par cette faille donne une valeur de 7. Dans le passé cette faille sismique a provoqué des dégâts importants dans la ville de Blida notamment le 3 février 1716 et le 2 mars 1825.

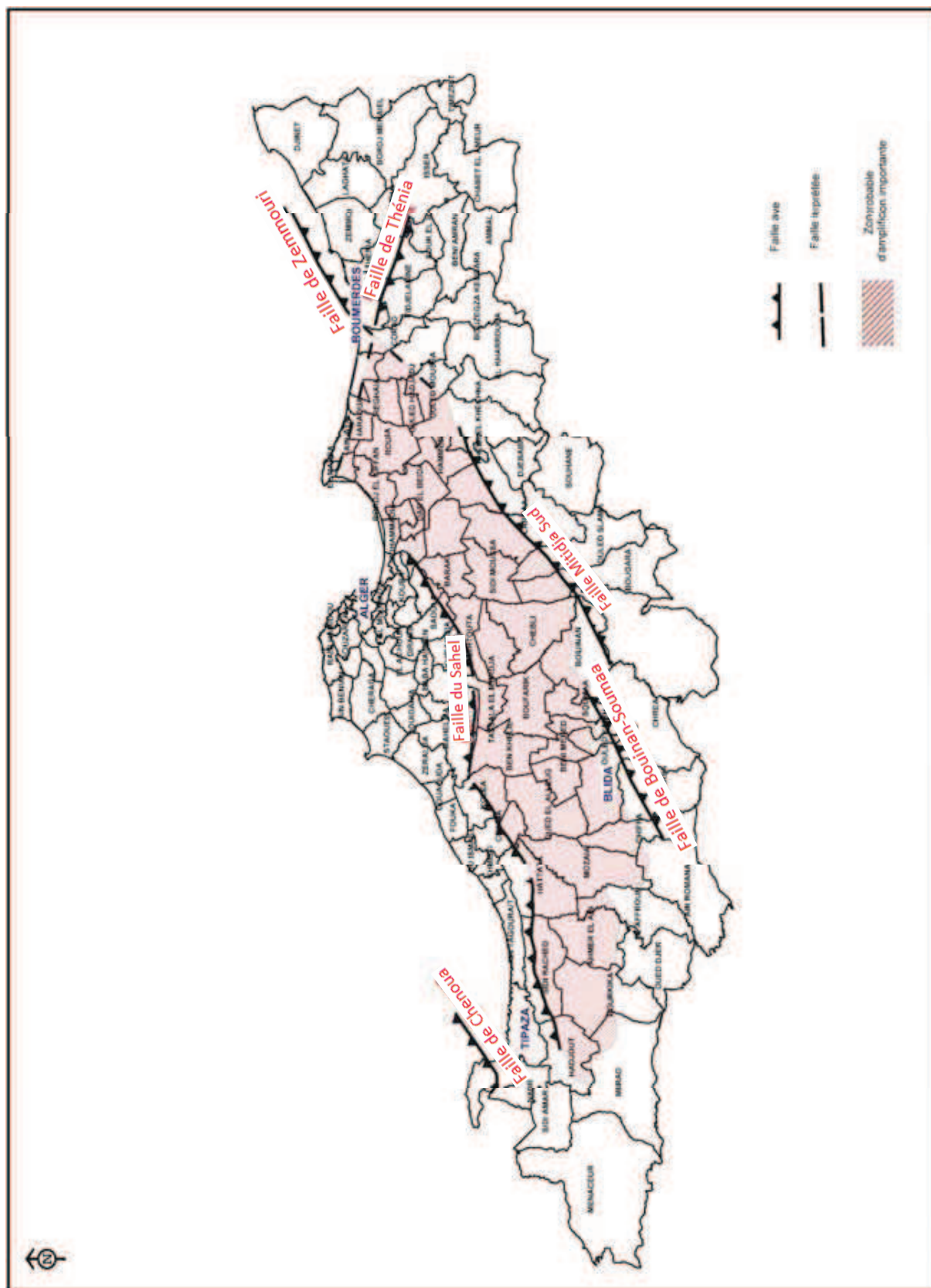


Figure.1.21 Carte des failles sismiques de la zone de Mitidja (échelle originale: 1:500.000) [25]

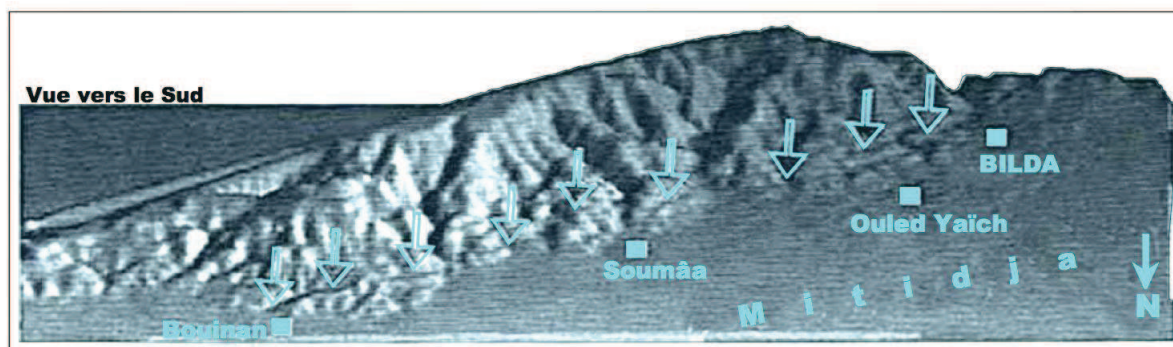


Figure.1.22 Modèles numériques de terrain (MNT) de la bordure sud de la Mitidja faille de Bouinan-Soumâa (GRAAG 2005) [14]

1.7.6. Caractéristique quaternaire de la Mitidja

Il est admis par la communauté scientifique, depuis le séisme de Mexico de 1985, que les bassins sédimentaires amplifient le signal sismique du fait du caractère meuble des sédiments qui les remplissent. La zone de la Mitidja est caractérisée par la présence d'un bassin quaternaire qui s'étend depuis El Afroun jusqu'à Boumerdès (Fig.1.23). Les enregistrements sismologiques faits durant le séisme du 21 mai 2003 ont confirmé la possibilité d'amplification du signal sismique dans le bassin de la Mitidja (Laouami *et al.* 2003) [29]. L'allure de la carte (Fig.1.21) montre aussi clairement que l'intensité durant le choc principal épouse la forme du bassin de la Mitidja. Par ailleurs, ce bassin est bordé des failles actives majeures.

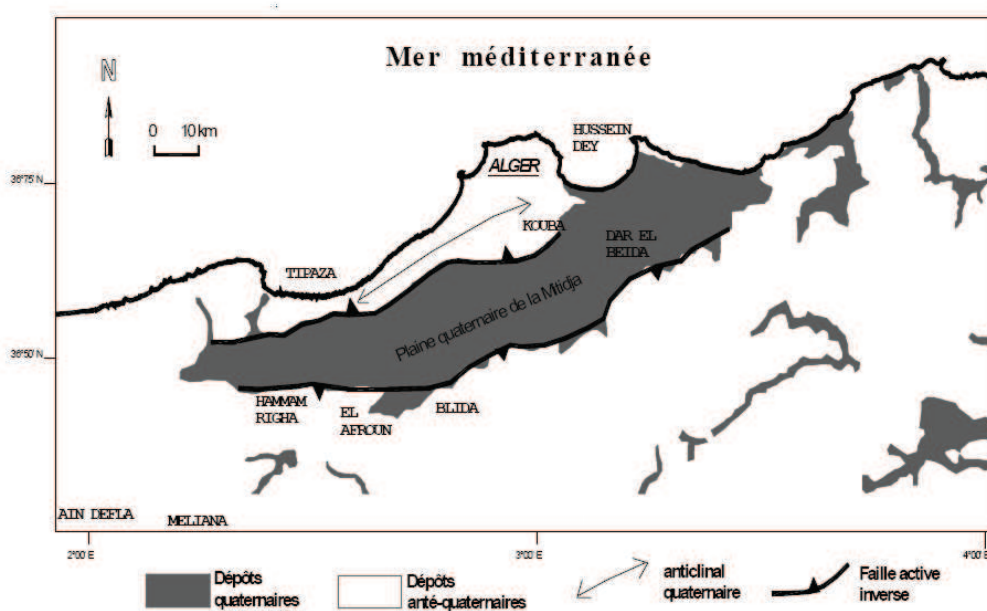


Figure.1.23 Carte montrant notamment le bassin quaternaire de la Mitidja [24]

1.8. Conclusion

La ville est définie comme étant l'expression **diachronique** de la civilisation du peuple qui l'habite. Elle s'adapte aux transformations du mode de vie, et du dynamisme social. Elle passe pour être le dépositaire de l'histoire du peuple. Blida n'échappe pas au fait d'être le signe d'un rapport direct, et indirect entre l'homme et la société tout au long de l'histoire ; comprenant le passé, le présent, et le futur.

La lecture urbanistique des quartiers composants le centre-ville de Blida, révèle une forte hétérogénéité mêlant des maisons individuelles et collectifs. Des constructions en béton, et des constructions en maçonneries, et enfin des époques de construction variable.

Ces caractéristiques sont le reflet de l'évolution architecturale, et des techniques de constructions qu'a connu la ville de Blida durant des siècles. Commençant par la principale extension urbaine qu'a connue la ville s'étalent dans le temps entre la dynastie Ottomans et l'occupation française, se poursuivant jusqu'à l'époque actuelle caractérisée par des urbanisations ciblées, et principalement des ensembles de très grande hauteur comme les immeubles de Bab Djazaïr, bouleversant le tissu urbain historique.

La forte séismicité propre à la ville de Blida qui est classée en zone III, d'après le règlement parasismique Algérien (RPA 99 version 2003) impose une grande vigilance concernant le bâti du centre ville ; surtout que peu de ces constructions obéissent à une réglementation parasismique et dont une grande partie de l'héritage coloniale et turque n'ont pas subi une rénovation pouvant prévenir un risque sismique.

CHAPITRE II

METHODES D'EVALUATION DE LA VULNERABILITE SISMIQUE DES CONSTRUCTIONS

II.1. Introduction

L'efficacité d'un plan d'urgence ou de réponse à un séisme vient du fait que les bâtiments puissent être capables de résister à un effondrement en cas de secousse. En ce sens, le risque sismique dans une certaine zone est lié au comportement des structures.

En général, le risque sismique se caractérise par sa variation dans le temps et dans l'espace, il est fonction non seulement de la zone de sismicité mais aussi de la densité de la population, au niveau du développement économique et des moyens mis en œuvre pour résister à une crise post-sismique. Naturellement, la catastrophe sera d'autant plus grande que le séisme soit plus ou moins proche d'un centre urbain, ou bien que son intensité soit plus ou moins importante, tout comme la densité de la population et le niveau social de la ville. Cela représente donc plusieurs facteurs à considérer.

Les mesures de prévention contre les effets d'un possible désastre sismique, doivent être prises en considération de la part des gestionnaires d'agglomérations urbaines. Ces mesures auraient pour objectif la réduction du risque sismique, et empêcher un impact négatif qu'aurait un tremblement de terre sur le développement économique.

Tous les centres urbains situés dans des zones de sismicité importante sont sujets à de tels risques en cas d'un séisme. La connaissance de ces risques est primordiale à l'heure d'établir un plan d'urgence. C'est pourquoi la vulnérabilité sismique des bâtiments existants joue un rôle important puisque c'est à partir de cette étude que des mesures et un plan d'urgence pourraient être établis. Une étude de la vulnérabilité sismique des bâtiments doit permettre l'évaluation de la vulnérabilité intrinsèque de la résistance des bâtiments mais aussi doit permettre d'estimer l'impact qu'aurait la dégradation de tel ou tel bâtiment si celui-ci fait partie des bâtiments dits « stratégiques ».

II.2. Approche de la vulnérabilité

II.2.1. Définition de la vulnérabilité

La vulnérabilité d'une construction définit la sensibilité d'une construction à l'action sismique; on la caractérise par un indice lié à la géométrie (dimensions, hauteur, forme en plan, caractéristiques architecturales) et aux matériaux de la construction. Cette notion de vulnérabilité inclut l'importance des bâtiments en termes de 'coût', mais aussi en termes de 'valeur immatérielle' et de 'vies humaines menacées [30].

La littérature scientifique propose de nombreuses définitions de la vulnérabilité, dont Y.Manche (1997) [31] qui définit la vulnérabilité comme: « une grandeur pouvant être évaluée par le niveau constaté ou potentiel d'endommagement d'un élément exposé donné soumis à l'action d'un phénomène déclaré ou pressenti d'intensité donnée, donc elle exprime le niveau de conséquence prévisible d'un phénomène naturel sur les enjeux ».

On retrouve dans la littérature d'autres définitions de la vulnérabilité, comme celle de Calgaro (1998) [32], lorsqu'il définit le risque dans un contexte de fiabilité des structures :

« La vulnérabilité est le produit d'un aléa (probabilité de l'évènement) par le montant des dommages qu'il provoque» :

$$V = P_{aléa} \times C_{dommage} .$$

Elle s'exprime généralement en unité monétaire ou parfois en degrés de dommages. »

En revanche les Nations Unies IDNDR (1993) [33], définit la vulnérabilité comme étant : « Un degré de pertes potentielles de 0 à 1 résultant d'un phénomène susceptible d'engendrer des dommages », donc la vulnérabilité est le niveau d'effet prévisible d'un phénomène naturel sur les enjeux.

II.2.2. Risque sismique

Le risque, d'une manière générale, est la conséquence d'un aléa d'origine naturelle ou humaine, dont les effets peuvent mettre en jeu un grand nombre de personnes et occasionner des dégâts importants. Le passage de l'aléa au risque suppose la prise en compte des enjeux soumis à l'aléa, c'est-à-dire l'ensemble des personnes et des biens susceptibles d'être affectés par un phénomène. Le risque sismique est par conséquent l'impact de l'aléa sismique sur l'activité humaine en général. Les forts séismes peuvent causer trois types de préjudices : humains, matériels ou économiques et environnementaux [34].

II.2.3. Aléa sismique

L'aléa est la manifestation d'un phénomène naturel d'occurrence et d'intensité donnée. Appliquée à la sismicité, l'analyse de l'aléa étudie l'occurrence des tremblements de terre et les accélérations ou mouvements du sol qui en découlent. Une telle analyse fait appel à deux types d'approches très distinctes mais complémentaires, les approches déterministe et probabiliste. L'approche déterministe permet de répondre à la première question formulée dans notre introduction, elle permet de faire des études de scénario basées sur les données existantes. La sismicité historique joue par conséquent un rôle très important. Les deux approches de l'évaluation de l'aléa sismique se fait dans le cadre d'études de micro zonation.

Finalement, le risque peut être exprimé comme le produit de l'aléa sismique (probabilité d'occurrence), de la vulnérabilité (degré d'endommagement 0 à 1) et de la valeur de l'élément exposé (dans le cas d'un danger sismique naturel la valeur exposée au risque est avant tout celle du bâtiment, de leurs occupants, de leurs contenus, ainsi que leurs coûts [34].

Risque sismique = Aléa sismique × Vulnérabilité sismique × Valeurs

II.2.4. Evaluation de la vulnérabilité

On peut évaluer la vulnérabilité de façon purement physique, en évaluant les risques d'endommagement matériel de constructions données. On peut aussi dire que la vulnérabilité doit mesurer la capacité de systèmes interdépendants à fonctionner pour résister à des perturbations extérieures, même les plus imprévisibles (Theys, Fabiani, 1988) [36], c'est à dire sa capacité à résister à un phénomène destructeur. Dans ce cas, la vulnérabilité est définie de façon beaucoup plus complète. Elle peut intégrer les risques de dommages physiques directs, mais elle comprend beaucoup d'autres éléments, comme les dommages indirects, les coûts indirects, les coûts non marchands et, d'une façon générale, tout élément d'endommagement social lié à une catastrophe éventuelle) [35]. La gestion des risques naturels permet d'éviter les catastrophes, puisqu'il s'agit d'un cycle, celui de la crise Fig.2.1

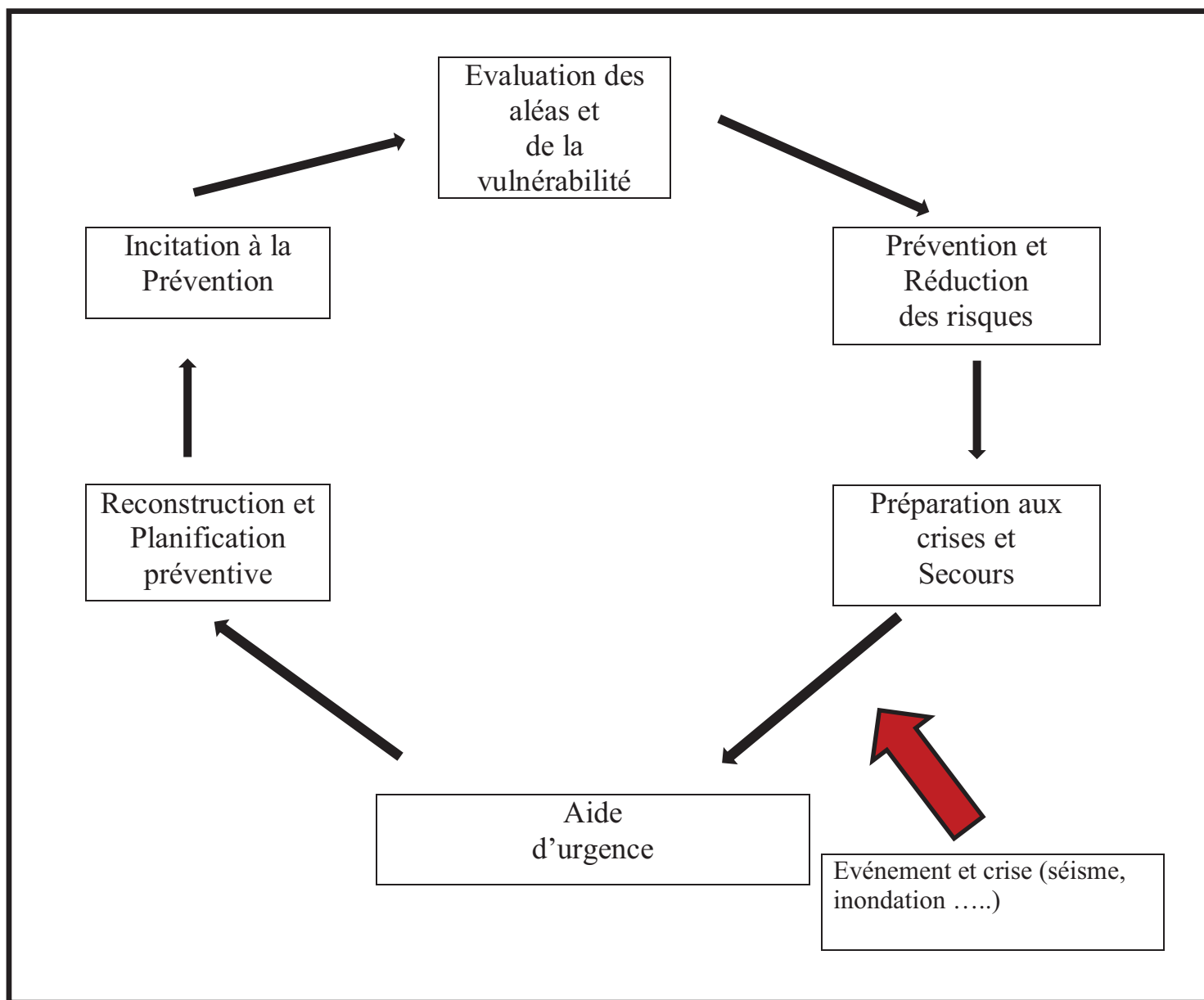


Figure.2.1 Analyse et gestion des risques (CGP français, 1997) [37]

Analyser la vulnérabilité du bâti existant est un exercice difficile. Deux familles de méthodes sont généralement utilisées : d'une part, les méthodes empiriques, fondées sur le retour d'expérience et sur les caractéristiques structurales sommaires des bâtiments, sont utilisées à grande échelle (ville, région) (HAZUS, 1999 ; Risk-UE, 2003). D'autre part, pour un nombre plus restreint de bâtiments, les méthodes de vulnérabilité calculées utilisent la modélisation plus ou moins sophistiquée du bâtiment considéré pour obtenir sa courbe de capacité reliant forces et déplacements (méthode du Push-over) ou un modèle numérique complet. La combinaison avec un aléa (déterministe ou probabiliste) permet d'estimer l'endommagement de la structure. Plus ou moins coûteuses, toutes ces méthodes doivent se contenter d'une connaissance très partielle des bâtiments étudiés, les plans, les dispositions constructives et l'effet du vieillissement étant souvent inconnus. C'est généralement le domaine de compétence des experts qui ont une bonne pratique des structures et qui procèdent par analogie [38].

On peut résumer les avantages de l'analyse de la vulnérabilité comme suit :

- Ils permettent à moindre coût d'avoir une première hiérarchisation de la vulnérabilité.
- Ils donnent aux exploitants ou aux gestionnaires de parcs immobiliers un moyen simple et intelligent de caractériser leur patrimoine en tenant compte du risque sismique.
- Ils permettent un affinage du diagnostic de la vulnérabilité d'une manière structurée.
- Mise au point d'une méthode d'inventaire sismique pour l'aide à la décision en matière de gestion des bâtiments.

II.3. Les différentes méthodologies de l'évaluation de la vulnérabilité :

II.3.1. L'échelle macrosismique européenne 98(EMS98) :

Le concept de vulnérabilité est quelque chose de fondamental pour la construction des échelles d'intensité. Il permet, en effet, d'exprimer les différences de réaction des divers bâtiments face aux secousses sismiques. Ainsi, si deux groupes de bâtiments sont soumis exactement à la même secousse sismique, on dira que les bâtiments qui ont été le moins endommagés avaient une vulnérabilité plus faible. Six classes de vulnérabilité ont été proposées Fig.2.2.

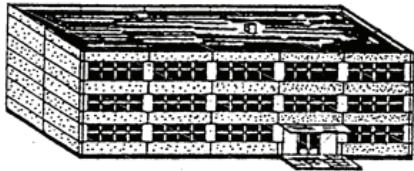
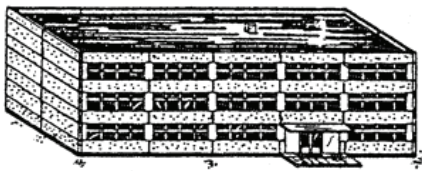

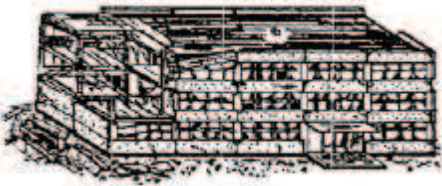

Les trois premières classes représentent la résistance d'une maison « typique » en briques crues, d'un bâtiment de briques et d'une structure en béton armé. Les trois classes suivantes (D-F) sont prévues pour représenter la décroissance de la vulnérabilité en fonction du niveau de conception parasismique. Dans un deuxième temps, cinq degrés de dégâts allant de négligeables à destruction totale sont illustrés pour les bâtiments en béton armé et en maçonnerie. En effet, les types de dégâts constatés sur les bâtiments sont différents qu'il s'agisse d'un ouvrage en maçonnerie ou en béton armé. Pour chaque degré de dégâts et pour des bâtiments en maçonnerie et en béton armé, un petit texte explicatif ainsi qu'une représentation des dégâts est donnée, permettant ainsi une bonne qualification de l'intensité du séisme.

Enfin l'EMS-98 classe l'amplitude des vibrations du sol en douze degrés d'intensité différents allant de secousse imperceptible jusqu'à catastrophe généralisée. Ces différents degrés sont définis par leurs effets sur les humains, sur les objets de la vie courante ainsi que principalement par leurs dégâts sur les bâtiments. Dans l'échelle macrosismique européenne 98, l'intensité d'un séisme est considérée comme une classification de la gravité d'une secousse sismique en fonction des effets observés dans une zone limitée. Cette intensité permet de regrouper tous les effets d'un tremblement de terre sous la forme d'un symbole unique [38].

Tableau.2.1 Classification des dommages pour
Les constructions en maçonnerie [39]

	<p>Degré 1 (D1) : Dégâts négligeables à légers (aucun dégât structurel, légers dégâts non structurels)</p> <p>Fissures fines dans le plâtre sur les parties de l'ossature ou sur les murs à la base. Fissures fines dans les cloisons et les remplissages.</p>
	<p>Degré 2 (D2) : Dégâts modérés (dégâts structurels légers, dégâts non structurels modérés)</p> <p>Fissures dans les structures de types portiques (poteaux et poutres) et dans les structures avec murs. Fissures dans les cloisons et les murs de remplissage ; chute des revêtements friables et du plâtre. Chute du mortier aux jonctions entre les panneaux des murs.</p>
	<p>Degré 3 (D3) : Dégâts sensibles à importants (dégâts structurels modérés, dégâts non structurels importants)</p> <p>Fissures importantes dans la plupart des murs. Les tuiles des toits se détachent. Fractures des cheminées à la jonction avec le toit; défaillance d'éléments non structurels séparés (cloisons, murs pignons).</p>
	<p>Degré 4 (D4) : Dégâts très importants (dégâts structurels importants, dégâts non structurels très importants)</p> <p>Défaillance sérieuse des murs; défaillance structurale partielle des toits et des planchers.</p>
	<p>Degré 5 (D5) : Destruction (dégâts structurels très importants)</p> <p>Effondrement total ou presque total.</p>

Tableau.2.2 Classification EMS des dommages pour
Les constructions en béton armé [39]

	<p>Degré 1 (D1) : Dégâts négligeables à légers (aucun dégât structurel, légers dégâts non structurels)</p> <p>Fissures fines dans le plâtre sur les parties de l'ossature ou sur les murs à la base. Fissures fines dans les cloisons et les remplissages.</p>
	<p>Degré 2 (D2) : Dégâts modérés (dégâts structurels légers, dégâts non structurels modérés)</p> <p>Fissures dans les structures de types portiques (poteaux et poutres) et dans les structures avec murs. Fissures dans les cloisons et les murs de remplissage ; chute des revêtements friables et du plâtre. Chute du mortier aux jonctions entre les panneaux des murs.</p>
	<p>Degré 3 (D3) : Dégâts sensibles à importants (dommages structurels modérés, dommages non structurels importants)</p> <p>Fissures dans les poteaux et dans les nœuds à la base de l'ossature et aux extrémités des linteaux des murs avec des ouvertures. Ecaillage du revêtement de béton, flambement des barres d'armature longitudinale. Fissures importantes dans les cloisons et les murs de remplissage, défaillance de certains panneaux de remplissage.</p>
	<p>Degré 4 (D4) : Dégâts très importants (Dégâts structurels importants, dégâts non structurels très importants)</p> <p>Fissures importantes dans les éléments structurels avec défaillance en compression du béton et rupture des barres à haute adhérence ; perte de l'adhérence acier-béton ; basculement des poteaux. Eroulement de quelques poteaux ou d'un étage supérieur.</p>
	<p>Degré 5 (D5) : Destruction (Dégâts structurels très importants)</p> <p>Effondrement total du rez-de-chaussée ou de parties de bâtiments.</p>

Type de structure	Classe de vulnérabilité					
	A	B	C	D	E	F
MAÇONNERIE	Moellon brut, pierre tout venant	○				
	Brique crue (adobe)	○	—			
	Pierre brute	—	○			
	Pierre massive		—	○	—	
	Non renforcée, avec des éléments préfabriqués	—	○	—		
	Non renforcée, avec des planchers en béton armé		—	○	—	
	Renforcée ou chaînée			—	○	—
BÉTON ARMÉ	Ossature sans conception parasismique (CPS)		—	○	—	
	Ossature avec un niveau moyen de CPS		—	○	—	
	Ossature avec un bon niveau de CPS			—	○	—
	Murs sans CPS		—	○	—	
	Murs avec un niveau moyen de CPS			—	○	—
	Murs avec un bon niveau de CPS				—	○
ACIER				—	○	—
BOIS		—	○	—		

Figure.2.2 Différenciation des structures en classe de vulnérabilité [39]

Les échelles d'intensité, sont généralement constituées de toute une série de descriptions des effets des différents degrés de secousses sismiques, sur un certain nombre d'éléments que l'on retrouve dans le quotidien. On considère ces différents éléments, comme des indicateurs. Le grand avantage de ceux-ci est qu'il ne s'agit pas d'équipements spéciaux, ils font partie de l'environnement normal. Les indicateurs généralement utilisés peuvent être scindés en quatre groupes :

- Etres vivants : personnes et animaux. La part de la population qui a ressenti la secousse est évaluée. Le comportement des animaux peut aussi servir d'indicateur.
- Objets ordinaires : plus la secousse est importante, plus le nombre d'objets de la vie quotidienne (vaisselle, livres) vont tomber, voire se casser.
- Bâtiments : plus la secousse est importante, plus le nombre de bâtiments endommagés est important avec de gros dégâts
- Environnement naturel : des particularités telles que des fissures dans des digues ou

des chutes de rochers peuvent être observées. Comme nous l'avons vu plus haut, l'échelle macrosismique européenne (EMS-98) travaille principalement avec les trois premiers types d'indicateurs. Le quatrième groupe, l'environnement naturel, est considéré comme beaucoup moins fiable. Une fois que toutes les données descriptives disponibles pour un lieu donné et une secousse donnée ont été réunies, il faut faire un choix concernant l'intensité qui correspond le mieux aux dégâts observés. Malgré le caractère scientifique de cette méthode, elle n'est donc pas univoque.

II.3.2. La Méthode RADIUS

L'évaluation de l'aléa sismique de la région d'étude, est l'une des étapes principales de la méthode RADIUS, pour la réalisation d'un scénario sismique. En effet, elle permet de choisir les caractéristiques du séisme le plus probable.

Pour le choix des paramètres du séisme (magnitude, épicentre, profondeur et heure de l'événement), on considère soit le retour d'un séisme passé particulièrement destructeur, soit une faille active présente dans la région d'étude. Pour l'évaluation des caractéristiques du sol et des constructions, la méthode subdivise la région ou la ville en mailles. Une classification qui divise le sol en 4 classes avec des facteurs d'amplification correspondants est adoptée, à savoir, "Rocher Dur", "Rocher Mou", Sol Moyen, et "Sol Mou"[40].

Afin de faciliter l'inventaire des constructions de la zone d'étude, la méthodologie RADIUS suggère de diviser la ville en zones. Une attention particulière doit être accordée aux structures d'intérêt collectif comme les hôpitaux, les écoles, les bureaux officiels et les réseaux vitaux. Pour les constructions, la classification adoptée catégorise ces dernières en 10 classes, les dégâts seront estimés à partir de l'aléa et des structures existantes dans la région, en utilisant des fonctions de vulnérabilité qui définissent la relation entre l'intensité sismique et le taux du dommage pour les différents types structurels (OYO, 1999) [42]. En ce qui concerne l'estimation des pertes humaines l'algorithme de Coburn (Coburn et al. 1992) [41] est utilisée. Dans cet algorithme, le taux des décès est lié aux opérations de secours [40].

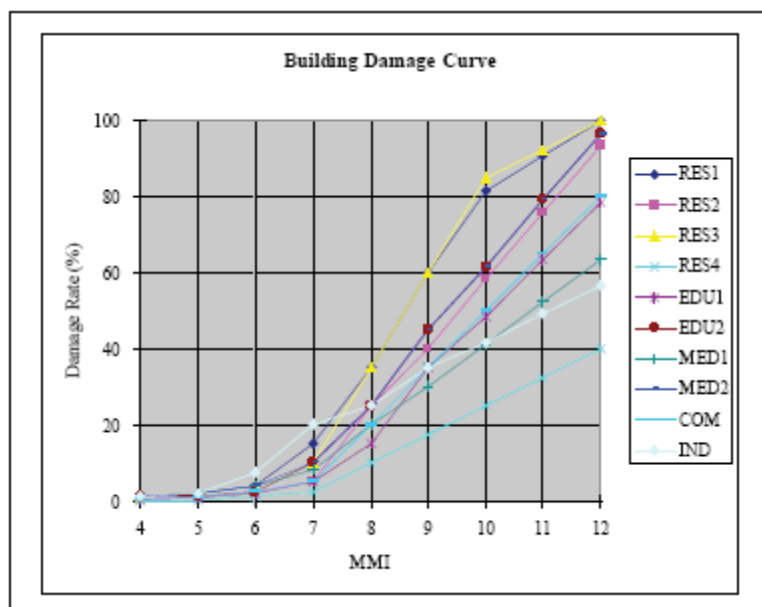


Figure.2.3 Courbes de vulnérabilité (OYO, 1999) [40]

II.3.3. La Méthode HAZUS

HAZUS (Hazard US) est une méthodologie développée par le **NIBS** (.National Institute of Building Science) et supportée par la **FEMA** (.Federal Emergency Management Agency). La méthodologie fut implémentée sous forme de logiciel interactif public. Dans cette méthodologie l'intensité macrosismique (MMI) a été remplacée par l'accélération ou les déplacements spectraux pour quantifier l'intensité sismique. Ces paramètres sont représentés par le spectre de réponse ou par le PGA. Ces données sont associées à un niveau d'endommagement, défini et décrit pour chaque type d'enjeux considérés, donnant le niveau d'endommagement en fonction de l'intensité macrosismique. Cependant, la méthodologie conserve une certaine dépendance par rapport aux jugements des ingénieurs, et des opinions des experts dans l'estimation des degrés de dégâts [38].

Le programme se caractérise par une structuration modulaire et multi-niveaux d'analyse. Il présente les caractéristiques suivantes:

1- le programme présente six modules indépendants: l'inventaire des enjeux, l'analyse de l'aléa, l'estimation de dommages directs, l'estimation de dommages indirects, pertes économiques directes et indirectes;

2- les résultats sont représentés sous forme d'une carte intégrée dans un SIG,

3- le logiciel permet trois niveaux d'analyse: le premier niveau basé sur les données initialement insérée dans la base de données du programme, le deuxième niveau basé sur les données insérées par l'utilisateur, et le troisième niveau basé sur des données complémentaires relatives aux inventaires, aux paramètres techniques de construction ainsi qu'aux coûts économiques.

4- le module des enjeux définit quatre types d'enjeux: le bâti courant, les constructions spéciales, les infrastructures de transport et les réseaux d'eau, d'énergie et de communication. Pour le bâti courant, il définit 38 typologies des constructions sur la base de leur système structural et de leur hauteur,

5- l'étude de l'aléa concerne la détermination du mouvement du sol, l'analyse du potentiel de liquéfaction du sol, le glissement du terrain, la rupture des failles en surface. Le mouvement du sol est caractérisé par le spectre de réponse, le PGA et le PGV. Il est défini au choix par une approche déterministe et probabiliste. L'approche déterministe se présente sous trois types de calcul. La première est basée sur le choix d'une source sismique, à partir d'un inventaire précis de toutes les failles sismiques existantes accompagné de toutes les informations sismiques et géotectoniques des failles. Le deuxième type de calcul est basé sur le choix d'un séisme déjà réalisé. Une base de données de séismes avec leur magnitude doit être disponible. Le troisième type est basé sur la définition d'un événement sismique arbitraire ou artificiel, en spécifiant par exemple son épicycle, sa profondeur, le type et l'orientation de la faille ainsi que sa magnitude. La seconde approche dite probabiliste, elle est définie à partir des cartes de zonages sismiques. Cette approche permet également de spécifier un spectre de réponse. Finalement, quelle que soit l'approche, le mouvement du sol est atténué, par rapport à la distance à l'épicentre en utilisant des relations d'atténuation en fonction des régions, et des types de sols de ces dernières. Le signal peut également être amplifié en tenant en compte l'effet de site (conditions locales du site) [38],

6- L'analyse des dommages directs par le logiciel, dans le cas des bâtiments courants, est basée sur la méthode du spectre de capacité, et les courbes d'endommagements ou courbes de fragilité. La méthode consiste donc à évaluer l'endommagement que peut subir un bâtiment sous l'effet d'une action sismique prédéfinie. Les courbes de spectre de capacité indiquent le comportement d'un bâtiment sous l'action d'une sollicitation sismique quelconque. Ces courbes décrivent donc le niveau de dommages probables dus à l'action sismique imposée sur une échelle discrète de degré de dégâts, qu'on peut appeler fonction de vulnérabilité. Le second type de courbes indique la probabilité d'atteindre un niveau donné de dommages, est donné en général en termes de classes de bâtiment, et non pour un bâtiment individuel. **HAZUS** utilise cinq degrés de dégâts, ou niveaux de dommages pour les éléments structurels, qui sont: D0, pour l'absence de dommages; D1, pour les dommages légers, D2, pour les dommages modérés, D3, pour les dommages importants et D4 pour les dommages très importants. Ces niveaux sont présentés en détail pour chaque type de structure considéré lors de l'inventaire [38].

7- Les courbes de capacité expriment la relation entre la capacité portante, en général la résultante de l'effort tranchant à la base du bâtiment, en fonction du déplacement total au sommet de l'édifice. Cette courbe définit donc la performance du bâtiment jusqu'à la rupture et est obtenue à l'aide d'une part de modèles mathématiques des caractéristiques géométriques et mécaniques du bâtiment et d'autre part par une analyse statique non linéaire jusqu'à la rupture appelée 'Push-Over'. Ces courbes sont transformées en terme d'accélération spectrale, S_a , et déplacement spectral, S_d et sont appelées courbes de spectre de capacité. Selon les normes en vigueur en Suisse, l'accélération spectrale S_a , correspond à l'accélération S_e (spectre élastique) ou à S_d (spectre inélastique ou spectre de dimensionnement). Par contre, le déplacement spectral S_d , correspond au déplacement spectral S_u . Ces courbes vont nous permettre de comparer la demande (sollicitation sismique imposée) à la performance (déplacement maximal du bâtiment) [38].

II.3.4. La Méthode ATC13 (Applied Technology Council)

Le nom de cette méthode fait référence au conseil de la Technologie Appliquée (Applied Technology Council, «ATC») qui le premier traita dans un rapport la vulnérabilité sismique des constructions en 1971 .

Le rapport ATC-13 (ATC, 1985) dérive des matrices de dommages probables pour 78 classes d'installations dont 36 réfèrent à des bâtiments. L'inconvénient de cette méthode est qu'elle fait appel à la subjectivité des experts et introduit des incertitudes sur l'estimation des dommages et sur l'opinion formulée. De plus, les matrices développées sont difficilement applicables dans d'autres régions et à d'autres types de structures. Cette méthode est cependant demeurée la référence jusqu'aux années 1990[41].

II.3.5. La Méthode FEMA-154

Cette méthode, proposée par la U.S. Federal Emergency Management Agency (FEMA) et connue également sous le nom d'ATC-21, est décrite dans les documents FEMA 154 et FEMA 155 révisés pour la dernière fois en 2002 (BSSC, 2002a ; BSSC, 2002b).

Une note de base associée au risque structurel (BSH : Basic Structural Hazard) est attribuée au bâtiment selon son principe constructif, identifié parmi 15 types de structures courantes aux Etats-Unis, et selon la sismicité de la région. Cette note varie de 1,6 pour les ossatures en

béton armé avec remplissage en maçonnerie situées en zone de forte sismicité, à 7,4 pour les structures en bois de charpente en zone de faible sismicité [43].

Tableau.2.3 Classification typologique et cotes structurales de base du FEMA-154 2002 [45]

Type de structure	Description	Cote initiale BSH		
		Faible	Moyenne	Élevée
Structure de bois	W1 Charpente de bois < 5000 P _i ²	7.4	5.2	4.4
	W2 Charpente de bois > 5000 P _i ²	6.0	4.8	3.8
Ossature en acier	S1 résistant au moment	4.6	3.6	2.8
	S2 contreventée en acier	4.8	3.6	3.0
	S3 légère en acier	4.6	3.8	3.2
	S4 avec murs de cisaillement en béton	4.8	3.6	2.8
	S5 avec murs de remplissage en maçonnerie	5.0	3.6	2.0
Béton	C1 Ossature en béton résistant aux moments	4.4	3.0	2.5
	C2 Murs de béton travaillant en cisaillement	4.8	3.6	3.8
	C3 Ossature avec murs de remplissage en maçonnerie	4.8	3.2	1.6
	PC1 Murs en béton préfabriqués	4.4	3.2	2.6
	PC2 Ossature en béton préfabriquée	4.6	3.2	2.4
Maçonnerie	RM1 M. porteuse armée diaphragmes flexibles	4.8	3.6	2.8
	RM2 M. porteuse armée diaphragmes rigides	4.6	3.4	2.8
	URM Maçonnerie non armée	4.6	3.4	1.8

Tableau.2.4 Sismicité définie dans le FEMA-154 2002[45]

Sismicité	PGA (T = 0,2 sec)	PGA (T = 1 sec)	MMI*
Faible	<0,167g	<0,067g	VI
Moyenne	0,167g à 0,5g	0,067g à 0,2g	VII, VIII
Élevée	≥ 0,5g	≥ 0,2g	IX

Dans la première édition du FEMA-154 en 1988 (ou ATC-21), la cote structurale de base (**BSH**) était développée à partir des matrices de dommages probables définies dans le rapport ATC-13 (ATC, 1985) [47] pour 12 types de bâtiments. Dans ce rapport, les probabilités de dommages étaient établies à partir de l'opinion d'experts pour différentes intensités sismiques de l'échelle de Mercalli modifiée (MM). Dans la deuxième édition du FEMA-154 (BSSC, 2002a) on intègre les nouvelles connaissances sur l'aléa sismique et sur la performance des bâtiments. La cote **BSH** est maintenant établie à partir des courbes de fragilité obtenues par le logiciel HAZUS, qui caractérise l'aléa sismique en termes d'accélération spectrale maximale. Les raisons principales ayant amené à ces changements sont de plusieurs ordres : (1) la tendance générale parmi les ingénieurs à utiliser l'accélération spectrale comme paramètre de dimensionnement, (2) la disponibilité des cartes d'aléa sismique en terme d'accélération spectrale, (3) la corrélation de plus en plus apparente entre la performance des bâtiments et le niveau d'accélération spectrale, (4) les efforts continus du FEMA pour améliorer les courbes de fragilité de HAZUS pour 12 types de bâtiments et (5) le fait que HAZUS constitue aux États-Unis une source reconnue et complète d'information. Dans le FEMA-154 2002, la cote **BSH** correspond à la probabilité d'effondrement d'un type de bâtiment pour le séisme maximum probable. Elle est calculée par le négatif du logarithme en base 10 de cette probabilité [42].

$$\text{BSH}_{2002} = -\log_{10} (\text{Pr}(\text{effondrement}))$$

La cote structurale de base est ensuite modifiée par l'ajout ou la soustraction de facteurs de modification de la performance **SM** établis selon les déficiences observées pour les différentes classes de bâtiment. La cote finale **S** est la mesure de la probabilité d'effondrement du bâtiment à l'étude.

$$\mathbf{S} = \mathbf{BSH} + \sum \mathbf{SM}$$

Les caractéristiques structurales considérées par les facteurs de modification **SM** sont les suivantes :

- Hauteur du bâtiment : moyenne ou élevée
- Irrégularités : horizontales ou verticales
- Année de conception et de construction : pré-code et post-année de référence
- Types de sol (six)

La cote finale **S** varie théoriquement entre 0 et 9,8 et on recommande de procéder à une analyse détaillée pour tout bâtiment ayant obtenu une cote inférieure à 2. Dans cette approche, la cote structurale de base **BSH** dépend de la zone d'aléa sismique et de la vulnérabilité reliée à la tenue au séisme du bâti (typologie et déficiences structurales). Il s'agit donc d'une cote donnant la classification du risque sismique associé au bâtiment sans considération de la valeur des pertes économiques ou humaines. Seule une note est indiquée sur le formulaire concernant le nombre de personnes occupant le bâtiment et la classe de fonctions de ce dernier [43].

II.3.6 Méthode italienne GNDT

Cette méthode a été développée dès 1984 par le GNDT italien (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, créé par le conseil national de la recherche italien en 1983). La méthode a fait l'objet d'adaptations pour tenir compte des enseignements apportés par les tremblements de terre ultérieurs. La méthode GNDT a été adoptée par toutes les régions italiennes sismiquement actives moyennant quelques modifications mineures. La méthode GNDT se base sur l'identification et dans certains cas, le calcul de paramètre qui caractérise le bâtiment étudié. Elle comporte deux niveaux [44] :

- Le premier niveau ne permet pas d'évaluer numériquement la vulnérabilité des bâtiments. Il se base sur une fiche de relevé unique pour tous les types de structure. La fiche de relevé est disponible en annexe. Elle comporte huit sections : données relatives à la fiche remplie, localisation du bâtiment, données métriques, utilisation du bâtiment, âge de la construction et intervention, état du second œuvre et des installations, typologie structurale, extension et niveau des dommages. Ces informations sont assez générales et assez facilement repérables sur la structure. Dans certains cas, les données du premier niveau peuvent permettre de compléter des données manquantes de la fiche de deuxième niveau [44].
- Au deuxième niveau, la méthode GNDT distingue les bâtiments en maçonnerie des bâtiments en béton armé. Chacune des fiches de second niveau est présentée en annexe. Les informations nécessaires sont regroupées en onze paramètres, neufs communs aux deux typologies (typologie et organisation du système résistant, qualité du système résistant, résistance conventionnelle, position du bâtiment et fondations, planchers, configuration en plan, configuration en élévation, éléments non structuraux et état du bâtiment) et deux distincts (rapport épaisseur/longueur et toiture pour les bâtiments en maçonnerie, nœuds-éléments critiques et éléments fragiles (peu ductiles) pour les bâtiments en béton armé) [44].

Deuxième niveau pour les bâtiments en maçonnerie

L'enquêteur attribue une évaluation de A à D pour chacun des onze paramètres, la note A étant plus favorable au bon comportement de la structure face aux sollicitations sismiques. La méthode permet dans un premier temps de pondérer la note attribuée à chacun des onze critères afin de calculer l'indice de vulnérabilité du bâtiment IV :

$$IV = \sum_{i=1}^{11} w_i IV_i$$

Le tableau des pondérations qui permettent de tenir compte de l'importance de chaque paramètre dans le comportement global de la structure est fourni en annexe du présent document. L'indice de vulnérabilité est ensuite normalisé pour obtenir une valeur entre 0 et 100. Dans un second temps, la courbe d'endommagement du bâtiment est calculée. Elle donne le dommage moyen que subirait la structure en fonction de l'accélération maximale au sol (paramètre choisi pour décrire l'agression sismique). Le dommage est nul jusqu'à la valeur d'accélération d'initiation du dommage y_i puis varie linéairement jusqu'à l'accélération

de ruine y_c . Pour des accélérations supérieures à y_c , l'endommagement moyen est égal à 1. Dans le cas des bâtiments en maçonnerie, y_i et y_c s'expriment sous la forme suivante [44]:

$$y_i = \alpha_i \exp(-\beta_i V_{bât})$$

$$y_c = (\alpha_c + \beta_c V_{bât}^\gamma)$$

avec $\alpha_y = 0.18$, $\beta_y = 0.015$, $\alpha_c = 1.0$, $\beta_c = 0.001$ et $\gamma = 1.80$.

Giovanazzi et Lagomarsino (2003) [47] ont proposé par la suite une expression l'endommagement moyen non pas fonction de l'accélération maximale au sol mais de l'intensité I du séisme (échelle EMS 98). Le dommage moyen s'exprime alors :

$$d = 0.5 + 0.45 \arctan(0.55(I - 10.2 + 0.05IV))$$

A partir du dommage moyen, le pourcentage de bâtiment se trouvant dans un niveau de dommage k peut être déterminé par application d'une loi binomiale.

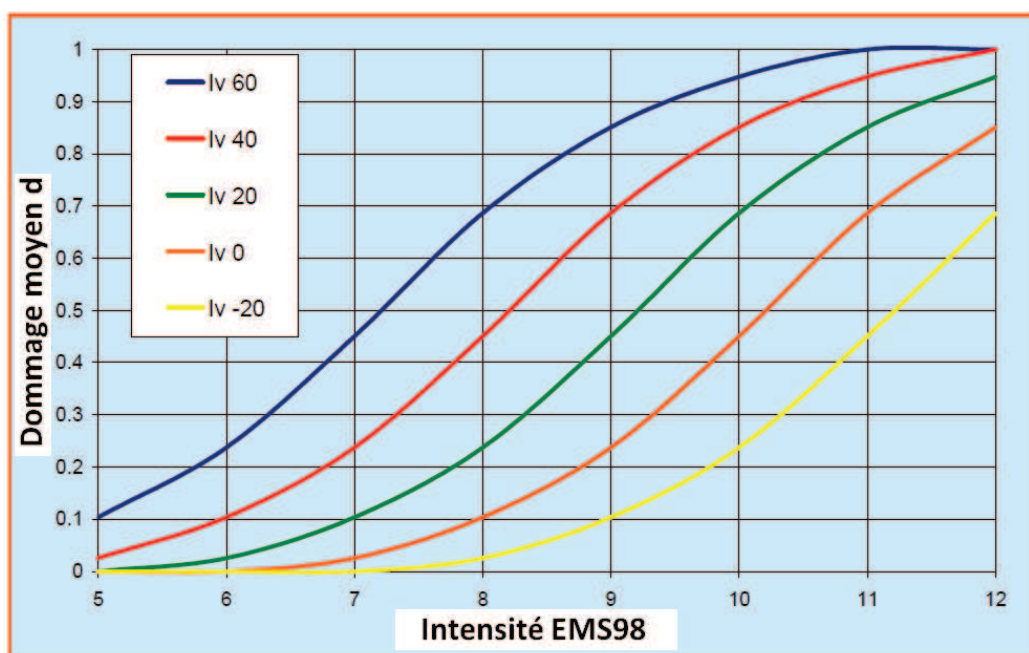


Figure.2.4 Evolution du dommage moyen en fonction de l'intensité du séisme (EMS98) pour Plusieurs classes de vulnérabilité (d'après [GIOV03]) [48]

Deuxième niveau pour les bâtiments en béton armé

Contrairement à la fiche de niveau 2 pour les maçonneries, celle concernant les bâtiments de béton armé a subi des changements non négligeables depuis sa première version. La version présentée en annexe est la fiche utilisée actuellement dans la région Marche.

Comme pour les bâtiments en maçonnerie, un indice de vulnérabilité IV est évalué, normalisé,

puis la courbe d'endommagement du bâtiment est tracée. Celle-ci s'exprime à partir des relations suivantes [43] :

$$A_y = \alpha_y \exp[-\beta_y (V_{\text{bât}} + 25)]$$

$$A_c = [\alpha_c + \beta_c (V_{\text{bât}} + 25)^\gamma]^{-1}$$

Avec $\alpha_y = 0.155$, $\beta_y = 0.0207$, $\alpha_c = 0.625$, $\beta_c = 0.00029$ et $\gamma = 2.145$

Il est ensuite possible de calculer le dommage moyen et le pourcentage de bâtiments se trouvant dans un dommage de niveau k.

II.4. Présentation de la méthode RISK-UE

II.4.1. Généralités

Le programme **RISK-UE**, à l'image d'**HAZUS**, est un programme d'évaluation du risque sismique à l'échelle européenne. L'étude a débuté en janvier 2001, et elle s'est étalée sur une période de trois ans. Elle a été pilotée par des institutions universitaires et des organismes de recherches, et a abouti à une méthodologie d'analyse du risque sismique du bâtiment existant et historique en Europe.

Sept villes ont fait l'objet de l'étude: Nice (France), Barcelone (Espagne), Catania (Italie), Sofia (Bulgarie), Bucarest (Roumanie), Thessalonique (Grèce) et Bitola (Macédoine). La méthodologie a passé par l'établissement d'un inventaire complet de tous les éléments à risque. Comparé à **HAZUS**, le modèle inclut une nouveauté par la prise en compte des anciens centres urbains, les monuments et les bâtiments historiques. Le programme **RISK-UE** est modulaire et représente la première alternative à ce jour du programme **HAZUS**.



Figure.2.5 Carte des villes européennes concernées par la méthode RISK-UE

II.4.2. Principe de la méthode RISK-UE

Cette méthodologie a été développée dans le cadre du projet européen RISK-UE relatif à l'évaluation de la vulnérabilité du bâti courant. Ce projet avait pour but d'analyser le risque

sismique à l'échelle d'une ville, et d'aboutir à la création d'une méthodologie permettant l'évaluation des risques.

Deux méthodes ont été établies pour évaluer la vulnérabilité des bâtiments [43] :

a) une méthode macrosismique, le niveau 1, reposant sur l'affectation aux bâtiments d'un indice de vulnérabilité, définissant des courbes de vulnérabilité et de fragilité,

b) une méthode mécanique, le niveau 2, basée sur des analyses analytiques de la structure basée sur des modélisations dynamiques ou des modélisations simplifiées.

On ne s'intéressera qu'au niveau 1 qui va être utilisé dans notre projet pour l'évaluation de la vulnérabilité sismique du site d'étude.

La méthode macrosismique (niveau 1) repose sur l'évaluation d'un indice de vulnérabilité pour un bâtiment donné, indice qui est fonction de la typologie constructive du bâtiment ainsi que de différents facteurs susceptibles de modifier son comportement. A partir de cet indice, il est possible de définir, en fonction de l'intensité macrosismique de l'EMS-98, des courbes de vulnérabilité, qui permettent d'évaluer la répartition des probabilités de dommages sur le bâtiment.

L'indice de vulnérabilité du bâtiment (IV) est compris entre 0 et 1. Les valeurs proches de 1 correspondent aux bâtiments les plus vulnérables. Il s'obtient en faisant la somme de quatre termes :

IV^* : fonction de la typologie du bâtiment,

V_m : représente l'influence des différents facteurs pouvant modifier le comportement,

V_r : elle prend en compte le jugement de l'expert concernant les particularités régionales de la vulnérabilité pressentie lors de l'observation,

V_f : elle représente l'incertitude du relevé de la typologie et des facteurs de vulnérabilité.

Le terme IV est donné par une matrice dans laquelle un indice de vulnérabilité est affecté à chaque type de bâtiment. 23 typologies de bâtiments sont caractérisées dans cette matrice. Le terme V_m est évalué en sommant les coefficients associés à chaque facteur de vulnérabilité observé sur le bâtiment. Les facteurs de vulnérabilité sont recensés suivant une fiche de relevé. Deux fiches de relevé existent, l'une pour les bâtiments en béton armé, acier et bois et l'autre pour les bâtiments en maçonnerie (Tableau.2.5 ; Tableau.2.6). Ce recensement nécessite un simple examen visuel extérieur [44].

La méthode Risk-UE de niveau 1 peut se décomposer en trois étapes.

➤ **Étape 1. Estimation de l'indice de vulnérabilité IV**

Détermination de l'indice IV^* fonction de la typologie du bâtiment. Le terme ΔV_r est laissé à l'appréciation de l'enquêteur.

Tableau.2.5 Matrice des typologies de bâtiment et valeurs de IVi [49]

Typologie	Description	Valeurs de IVi représentatives				
		IVimin	IVi-	IVi*	IVi+	IVimax
M1.1	Moellons	0.62	0.81	0.873	0.98	1.02
M1.2	Pierres appareillés	0.46	0.65	0.74	0.83	1.02
M1.3	Pierres de tailles	0.3	0.49	0.616	0.793	0.86
M2	adobe	0.62	0.687	0.84	0.98	1.02
M3.1	Plancher bois	0.46	0.65	0.74	0.83	1.02
M3.2	Voutes en maçonnerie	0.46	0.65	0.776	0.953	1.02
M3.3	Planchers avec poutrelles métalliques et maçonnerie	0.46	0.527	0.704	0.83	1.02
M3.4	Planchers en béton armé	0.3	0.49	0.616	0.793	0.86
M4	Murs porteurs en maçonnerie armée ou confinée	0.14	0.33	0.451	0.633	0.7
M5	Maçonnerie globalement renforcée	0.3	0.49	0.694	0.953	1.02
RC1	Structures poteaux-poutres irrégulières	-0.02	0.047	0.442	0.8	1.02
RC2	Murs porteurs en béton armé	-0.02	0.047	0.386	0.67	0.86
RC3.1	Murs de remplissage en maçonnerie, structure régulière	-0.02	0.007	0.402	0.76	0.98
RC3.2	Structures poteaux-poutres irrégulières	0.06	0.127	0.522	0.88	1.02
RC4	Structures mixtes en béton armé (portiques et murs)	-0.02	0.047	0.386	0.67	0.86
RC5	Murs préfabriqués en béton armé (tilt-up walls)	0.14	0.207	0.384	0.51	0.7
RC6	Structures préfabriquées en béton armé	0.3	0.367	0.544	0.67	0.86
S1	Ossatures métalliques en portique	-0.02	0.467	0.363	0.64	0.86
S2	Ossatures métalliques avec triangulation	-0.02	0.467	0.287	0.48	0.7
S3	Portiques + remplissage en maçonnerie non armée	0.14	0.33	0.484	0.64	0.86
S4	Portiques + murs en béton armé coulés en place	-0.02	0.047	0.224	0.35	0.54
S5	Structure mixte béton acier	-0.02	0.257	0.402	0.72	1.02
W	Structures en bois	0.14	0.207	0.447	0.64	0.86

La matrice donne également les termes IV - et IV + limites de l'intervalle plausible des valeurs de IV ainsi que les valeurs de IV_{min} et IV_{max} limites inférieure et supérieure des valeurs possibles de IV.

2) Détermination du facteur V_m qui représente l'influence de paramètres autres que la typologie sur la réponse de la structure aux sollicitations sismiques. Le facteur V_m est calculé comme la somme de facteurs de vulnérabilité V_m correspondant aux différents paramètres identifiés.

$$\Delta V_m = \sum V_m$$

La méthode Risk-UE de niveau 1 donne des valeurs de V_m seulement pour les structures en maçonnerie (M) et celle en béton armé (RC). Les structures métalliques (S) et en bois (W) ne sont pas traitées.

Valeurs des facteurs V_m pour les bâtiments en maçonnerie :

Tableau.2.6 Facteurs aggravant pour les bâtiments en maçonnerie [49]

Facteurs de vulnérabilité	Paramètres	Valeurs de V_m
État d'entretien	Bon	-0.04
	Mauvais	+0.04
Nombre d'étages	Construction peu élevée (1 ou 2)	-0.02
	Moyennement élevée (3, 4 ou 5)	+0.02
	Élevée (6 étages ou plus)	+0.06
Système structural	Épaisseur des murs	-0.04 à + 0.04
	Distance entre les murs	
	Connexion entre les murs (tirants, cornières d'assemblage)	
	Connections entre éléments horizontaux et verticaux (diaphragmes)	
Étage souple	Transparence, démolition	+0.04
Irrégularité en plan		+0.04
Irrégularité en élévation		+0.02
Éléments résistants superposés		+0.04
Toiture	Poids de la toiture + poussée sur les murs Connections de la toiture	+0.04
Interventions de confortement		-0.08 à 0.08
Éléments asismiques	Barbacanes, contreforts, arcs	Pas d'indication
Interaction entre bâtiments : position dans l'îlot	Au centre	-0.04
	En coin	+0.04
	En tête d'îlot	+0.06
Interaction entre bâtiments : Planchers décalés élévation	Planchers décalés	+0.02
	Bâtiments de hauteurs différentes	-0.04 à +0.04
Fondations	Fondations à des niveaux différents	+0.04
Morphologie du sol	Pente	+0.02
	Escarpement	+0.04

Valeurs des facteurs V_m pour les bâtiments en Béton armé :

Tableau.2.7 Facteurs aggravant pour les bâtiments en béton armé [49]

Facteurs de vulnérabilité		Niveau de la réglementation		
		Pas de code PS ou niveau bas de protection PS	Niveau de protection PS moyen	Haut niveau de protection PS
Niveau de code		+0.16	0	-0.16
Mauvais entretien		+0.04	+0.02	0
Nombre d'étages	Faible (1 ou 2)	-0.04	-0.04	-0.04
	Moyen (3, 4, ou 5)	0	0	0
	Élevé (6 ou plus)	+0.08	+0.06	+0.04
	Forme	+0.04	+0.02	0
	Torsion	+0.02	+0.01	0
Irrégularité en élévation		+0.04	+0.02	0
Poteaux courts		+0.02	+0.01	0
Fenêtre arquée (bow window)		+0.04	+0.02	0
Joint parasismique insuffisant		+0.04	0	0
Fondations	Semelles filantes	-0.04	0	0
	Semelles filantes avec longrines	0	0	0
	Semelles isolées	+0.04	0	0
Morphologie du sol	Pente	+0.02	+0.02	+0.02
	Escarpement	+0.04	+0.04	+0.04

3) Évaluation du facteur V_R de la vulnérabilité régional [44] :

Ce facteur permet de prendre en compte les propriétés de typologies spécifiques à un niveau régional. Son évaluation se fait sur la base d'un jugement d'expert ou sur l'interprétation de données de vulnérabilité existantes (retour post-sismique par exemple).

4) Calculer l'indice de vulnérabilité IV .

L'indice de vulnérabilité IV est la somme de l'indice typologique IV^* , du facteur V_m et du facteur V_R de vulnérabilité régionale.

$$IV = IV^* + \Delta V_m + \Delta V_R$$

➤ **Etape 2. Estimation du dommage moyen μ_D**

Le dommage moyen μ_D s'exprime en fonction de l'indice de vulnérabilité IV et de l'intensité macrosismique I considérée.

$$\mu_D = 2.5 \left[1 + \tanh \left(\frac{I + 6.25 V_I - 13.1}{2.3} \right) \right]$$

L'intensité macrosismique I et l'échelle des degrés de dommage à laquelle se rapporte μ_D sont celles développées dans l'EMS98.

- **Etape 3. Estimation de la distribution de dommages (matrice de probabilité de dommages et courbe de fragilité)**

La distribution des dommages est calculée en utilisant une distribution bêta.

Densité de probabilité :

$$p_\beta(x) = \frac{\Gamma(t)}{\Gamma(r) \Gamma(t-r)} \frac{(x-a)^{r-1} (b-x)^{t-r-1}}{(b-a)^{t-1}}$$

Fonction de distribution cumulée :

$$P_\beta(x) = \int_a^x p_\beta(\epsilon) d\epsilon$$

Probabilités discrètes :

La probabilité p_k associée à chaque degré de dommage k s'écrit sous la forme :

$$p_k = P_\beta(k+1) - P_\beta(k)$$

Courbe de fragilité :

$$P(D \geq D_k) = 1 - P_\beta(k)$$

II.4.3 Les avantages de la méthode RISK-UE :

- **Le type de résultat obtenu**

Cette méthode fournit 2 types de résultats [44] :

- **un indice de vulnérabilité** permettant de hiérarchiser la vulnérabilité de bâtiments dans le cas de l'analyse d'un groupe de bâtiments (étude à l'échelle d'une ville ou d'un quartier),
- **une répartition des probabilités de dommages** sur le bâtiment en cas de séisme. Celle-ci fonction de l'intensité sismique considérée (échelle EMS 98).

Cette méthode a donc l'avantage de donner à la fois des critères d'aide à la décision sur les priorités d'études approfondies ou de renforcement du bâti existant (par la hiérarchisation obtenue) et une idée du comportement de chaque bâtiment en cas de séisme. Elle a également l'avantage d'associer une incertitude à l'indice de vulnérabilité obtenu. Cette marge d'erreur permet de nuancer les résultats obtenus.

- **Facteurs de vulnérabilité observés**

Cette méthode est très complète du point de vue des facteurs de vulnérabilité observés. Elle ne se base pas seulement sur les caractéristiques physiques du bâtiment, elle s'intéresse également au contreventement, aux fondations, à la nature du sol, à l'état d'entretien, à la transparence et à la proximité d'ouvrages non parasismiques.

II.5. Conclusion

A ce jour, il n'existe pas de méthode de référence ou normaliser concernant les approches qualitatives de la vulnérabilité au séisme des constructions. Pour autant, plusieurs méthodes ont été développées au niveau international. Si la majorité de ces approches appartiennent au domaine de la recherche et peuvent être qualifiées d'expérimentales, l'usage de certaines d'entre elles pour la conduite d'étude opérationnelle est en expansion. Cette situation résulte d'un besoin local fort d'outils permettant de hiérarchiser des ensembles de constructions en vue de la définition d'orientations opérationnelles et de priorités d'actions.

Pour ces utilisateurs d'approches sommaires de vulnérabilité, il ne s'agit pas de qualifier précisément la vulnérabilité physique des bâtiments mais de hiérarchiser les priorités sur la base de l'estimation d'un niveau présumé de vulnérabilité. L'analyse de ces méthodes montre qu'il n'existe pas de méthode idéale. Ces approches ont toutes un principe général commun, à savoir l'identification de la typologie constructive et de facteurs de vulnérabilité permettant d'estimer un niveau global de vulnérabilité présumée. Cependant, leurs fondements scientifiques, leur niveau de validation opérationnelle, leur complexité, leur coût etc. sont variables de l'une à l'autre. Le choix d'une méthode plutôt qu'une autre est donc dépendant des objectifs de la démarche que l'on souhaite engager.

CHAPITRE III

INVENTAIRE ET MODELISATION DU BATI DU CENTRE VILLE DE BLIDA

III.1. Introduction

L'utilisation des systèmes d'informations géographiques « SIG » dans l'analyse de la vulnérabilité sismique des ouvrages, permet de créer des cartes permettant de visualiser le risque sismique pour des territoires donnés.

Les méthodes d'évaluations par L'utilisation de Système d'Information Géographique (SIG) sont de plus en plus courantes dans le domaine de l'étude des risques. et les cartes de risque sont des produits dérivés. La plupart des collectivités locales œuvre à s'équiper de SIG. Ils sont le cœur de la chaîne du traitement et de la diffusion de l'information relative au risque.

Outre le stockage de cette information, les SIG permettent une analyse approfondie des données, en croisant les facteurs de vulnérabilité avec une représentation d'un aléa. Ce chapitre a pour objectif de mettre en place la méthode définie dans les chapitres précédents, afin de générer des cartes de risque. Il présente aussi l'intérêt des SIG pour la gestion des données relatives au risque.

On s'intéresse, en particulier à la façon dont on peut représenter l'information de vulnérabilité concernant les bâtiments, et comment l'utiliser pour estimer le risque, dans le cas des phénomènes touchant l'habitat.

Parallèlement, est réuni un ensemble de données, caractérisant l'habitat et les infrastructures urbaines. L'application des méthodes d'évaluation de la vulnérabilité permet alors d'obtenir une estimation des dommages et de leurs distributions dans l'espace.

III.2. Principe Du SIG

Un SIG permet de gérer des données localisées spatialement : on parle de données géo-référencés. Un SIG ne se résume pas à un programme informatique, mais désigne l'ensemble de la structure mise en place pour gérer l'information : données, logiciels, matériels et personnels.

Les fonctionnalités d'un SIG se décomposent en cinq aspects principaux (règles des 5A) :

- Acquisition : saisie des informations géographiques sous forme numérique.
- Archivage : gestion sous forme de base de données.
- Analyse : un SIG permet la manipulation et l'interrogation des données géographiques.
- Bâchage : mise en forme et visualisation, modules d'exports cartographiques
- Abstraction : les données offrent une représentation possible du monde réel.

L'information manipulée dans un SIG est donc beaucoup plus riche que celle contenue dans de simples cartes. Celles-ci n'en sont que des produits dérivés mais elles sont toutefois indispensables pour mener des actions de communication [50].

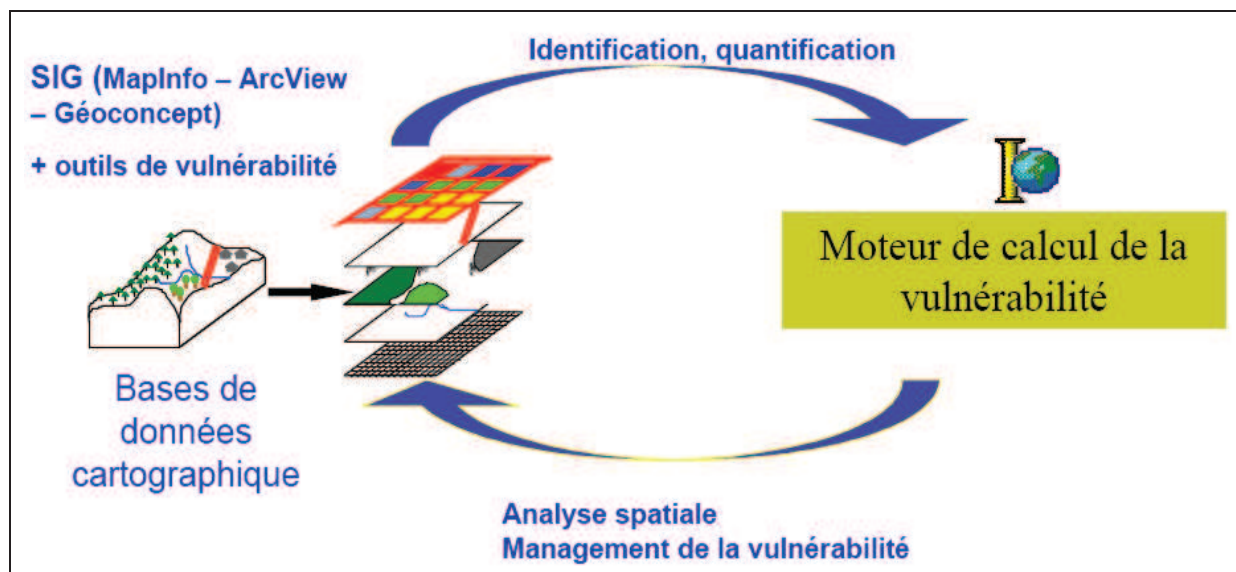


Figure.3.1 Les étapes d'évaluation de la vulnérabilité en utilisant les SIG

III.3. Développement d'une interface personnalisée

Le logiciel MAP INFO a été choisi comme outil de gestion de nos données géo- référencées. En effet, sa simplicité d'emploi permet une mise en œuvre rapide de tests. Il possède également un langage de développement (Map Basic) permettant de personnaliser l'interface en y intégrant des requêtes spécifiques.

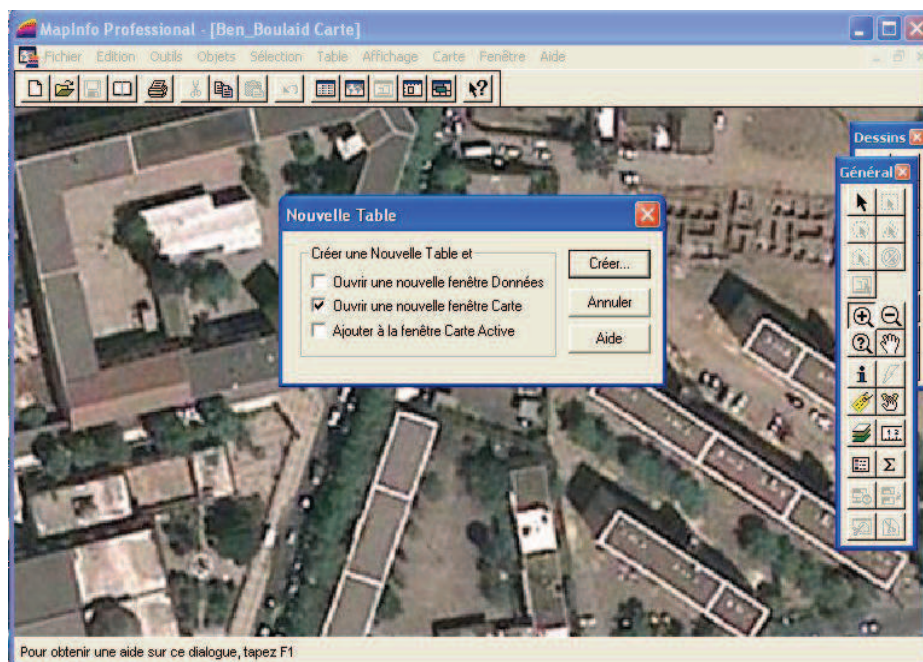


Figure.3.2 Interface du logiciel MAP INFO

III.4 Délimitation de l'aire d'étude

L'aire d'étude est le centre ville de Blida qui s'étend sur une superficie de 57 hectares, c'est le noyau historique de la ville, qui est composé majoritairement de constructions de l'époque coloniale avec une urbanisation dense et vulnérable.

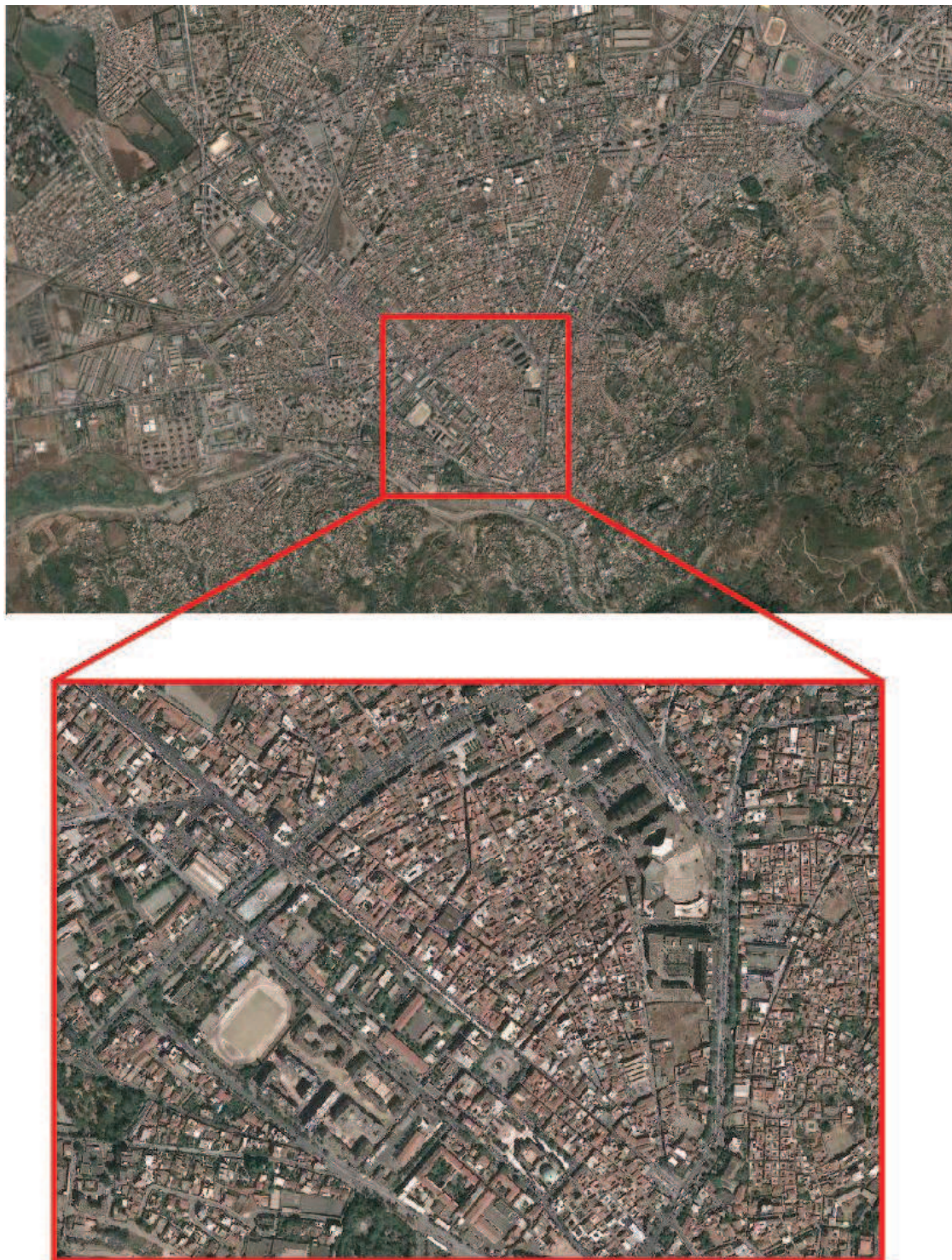


Figure.3.3 Carte du Centre ville de Blida
Image satellitaire de l'aire d'étude (Google Earth)

III.5. Numérisation des données

La numérisation consiste à remplacer les plans et cartes traditionnels en papier, difficiles à manipuler et dont la mise à jour est complexe par des plans numérisés. Cette méthode est mieux adaptée aux nécessités de notre étude, car elle permet de saisir la géométrie des objets graphiques élémentaires.

Deux niveaux ont été pris en compte pour l'étude de la vulnérabilité de l'aire d'étude à l'échelle d'un bâtiment et à l'échelle d'un îlot.

III.5.1 Modélisation des Ilots

Le principe consiste à diviser l'aire d'étude en 27 îlots homogènes représentés dans le logiciel MAP INFO par des polygones. Le terme homogène ne signifie pas qu'on trouve dans ces secteurs un seul type de bâtiments. Ces unités ont été définies sur des critères liés à l'urbanisme, et l'époque de construction.

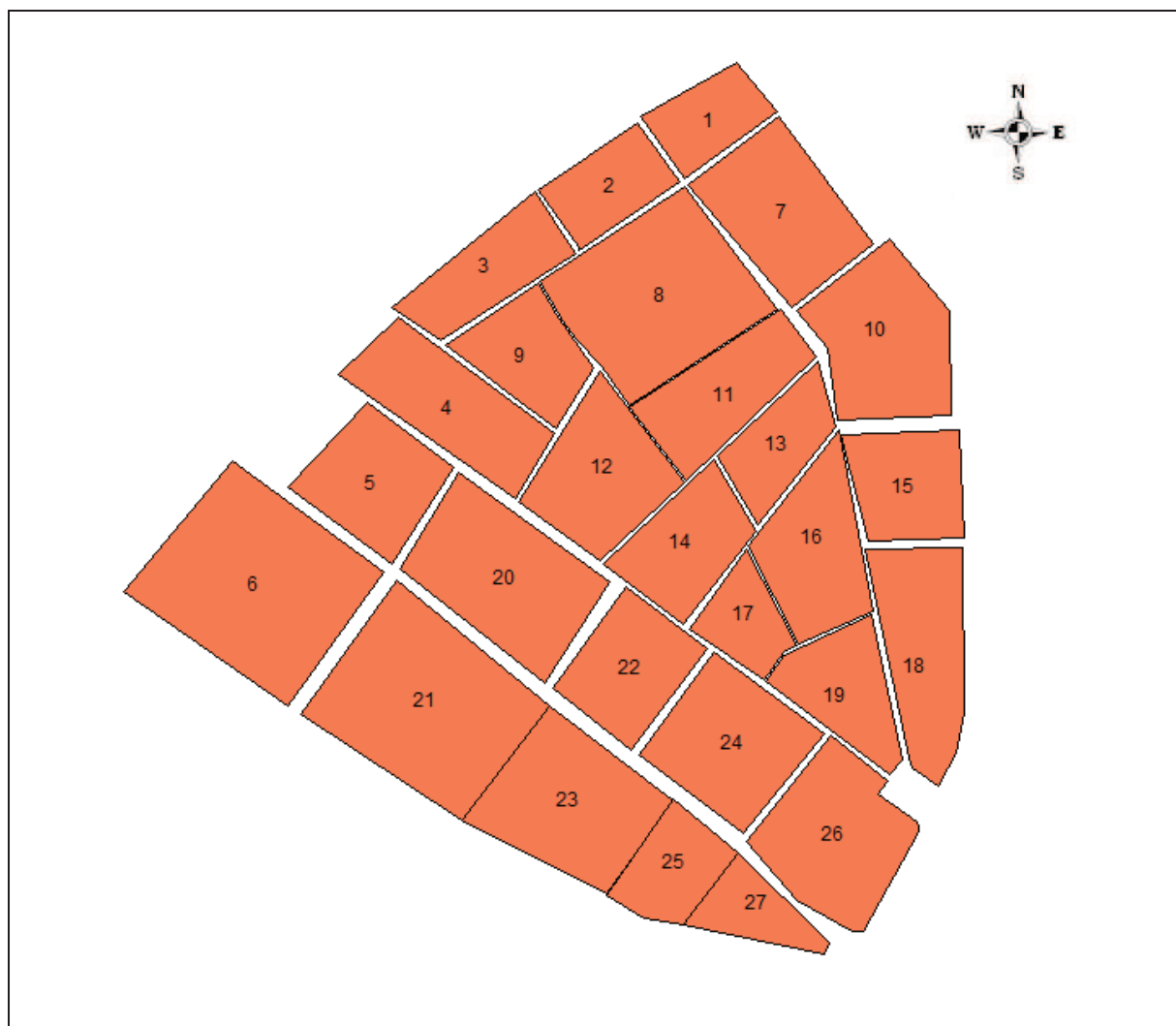


Figure.3.4 Carte représentant l'aire d'étude Diviser en 27 ilots

Tableau.3.1 nombre de Population et construction pour chaque îlot

Ilots	Population	Nombre de construction
1	264	12
2	227	24
3	702	44
4	444	49
5	77	9
6	15	6
7	711	2
8	-	131
9	644	48
10	-	9
11	710	77
12	902	64
13	589	50
14	498	58
15	229	2
16	502	88
17	330	28
18	110	24
19	235	57
20	575	29
21	450	9
22	467	28
23	110	17
24	479	51
25	88	11
26	561	107
27	327	6

Le tableau.3.1 représente l'inventaire du nombre de constructions et de populations pour chacun des îlots, on remarque que l'îlot 12 est le plus peuplé alors que pour l'îlot 8 c'est celle où se trouve le plus grand nombre de construction. Les îlots 7 et 15 ont la particularité de contenir deux constructions qui représentent des Bâtiments à usage d'habitat collectif de grandes dimensions ce qui explique le nombre élevé de population recenser dans ces deux îlots.

III.5.2. Modélisation des Bâtiments



Tous les bâtiments de ont été inventoriés et géo référencés sous SIG. Les bâtiments sont décrits sous forme vectorielle par des objets surfaciques, plus ou moins simplifiés.



Figure.3.5 Carte des Bâtiments modélisés par le logiciel MAP INFO

III.6. Etude des constructions

III.6.1. Historique des techniques de construction pour la ville de Blida

Age	Système constructif
<p>Avant 1920</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dominance de constructions traditionnelles réalisées avec l'adobe, la Maçonnerie de pierres et de briques avec des planchers en bois ou en voûtains. 
<p>Période 1920-1950</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Constructions en maçonnerie de pierres ou de briques plaines et l'utilisation des structures métalliques pour les marchés. 

Période 1950-1981

- Constructions modernes en poteaux poutres, en béton armé et généralisation de son utilisation, et l'application de nouvelles méthodes de constructions comme les murs porteurs en voiles et l'emploi courant des aciers à Haute Adhérence HA bien plus résistant que les aciers doux

**Après 1981**

- Entrée en vigueur des premières règles parasismiques dans la conception et la réalisation de la construction.



III.6.2. Collecte et inventaire des données

Plusieurs incertitudes ont été rencontrées dans cette étape. Premièrement, les matériaux de constructions utilisés sont parfois difficiles à déterminer. La plupart des bâtiments étant recouverts d'une couche de crépis plus ou moins épaisse, il n'est parfois pas évident de « deviner » quels matériaux se cachent derrière. Afin de surmonter ce doute, nous avons observé de plus près la taille des fenêtres. De grandes ouvertures dans les murs sont souvent caractéristiques des constructions en béton, tandis qu'à l'inverse, des petites ouvertures sont typique de la maçonnerie.

III.6.3. Typologie des constructions

En tout premier lieu, pour commencer le diagnostic d'un bâtiment, la typologie de celui-ci rentre en jeu. Il faut connaître sa structure, le type de matériau utilisé, son année de construction, ainsi que l'état d'entretien de ces matériaux. Effectivement, il faut différencier les bâtiments construits en béton armé des bâtiments construits en charpente métallique ou bien de ceux construits en maçonnerie dite traditionnelle. Ces différents matériaux ne réagissent pas de façon identique face au séisme. En effet ils confèrent aux bâtiments une souplesse plus ou moins importante, une rigidité différente, une masse par plancher différente ce qui fait réagir les bâtiments de façon très distincte suivant les matériaux utilisés. Le critère de vulnérabilité I_v sera finalement la somme de ces facteurs.

III.6.4. Principaux critères étudiés

Présentation des différents paramètres du bâti qui ont de l'importance pour la vulnérabilité sismique d'un bâtiment. Ce sont ces éléments que nous avons relevés sur le terrain pour chaque bâtiment construit :

III.6.4.1. L'Age du Bâti

L'évaluation de la période de construction consiste à classer le bâti en deux catégories distinctes « avant 1981 », « après 1981 », ou l'année 1981 correspond au début de l'application des premières réglementations parasismiques dans la construction en Algérie, après le séisme de l'Asnam en 1980, cette étape est sans doute celle où nous avons eu le plus de problème à remplir les informations. En effet, la plupart du temps nous ne pouvons nous fier qu'à l'architecture du bâtiment pour en déterminer la date de construction.



Figure.3.6 Pourcentage des constructions pour chaque ilot par date

- ✓ L'aire d'étude est caractérisée par la dominance des bâtiments de l'époque coloniale, et même turque pour certaines demeures principalement dans le quartier El Djoun, la période récente est caractérisée par la construction de grands ensembles pour l'habitat collectif et équipement principalement dans la périphérie du centre-ville de Blida.

III.6.4.2. Matériaux de construction

Le matériau de construction, n'est pas un élément facile à déterminer dans certains cas. En effet, certains bâtiments sont recouverts par d'autres éléments ce qui rend l'estimation plus dure. De plus, il n'est pas toujours évident de savoir si un bâtiment est en maçonnerie ou en béton. Pour cela, il faut en générale regarder la typologie du bâtiment. Néanmoins, cette information est primordiale pour savoir comment le bâtiment va résister et se comporter lors d'un séisme. Le béton étant bien sûr beaucoup plus favorable pour les éléments de contreventement. Une distinction est encore faite sur le type de maçonnerie utilisée (s'il s'agit de brique ou de pierre naturelle).

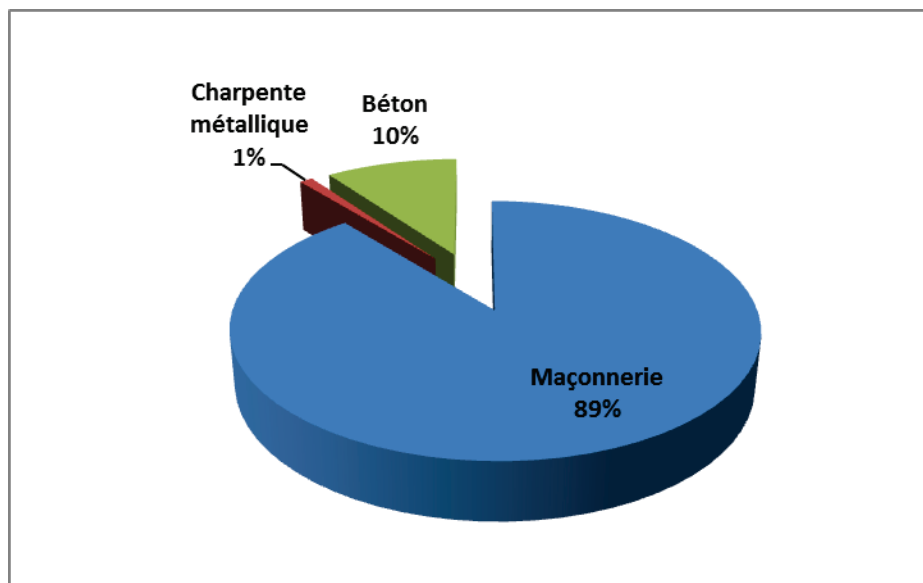


Figure.3.7 Pourcentage des constructions par type de matériau



Figure.3.8 Bâtiment construit au début du 20^{ème} siècle en maçonnerie de moellons
(En face de la place du 1^{er} Novembre)

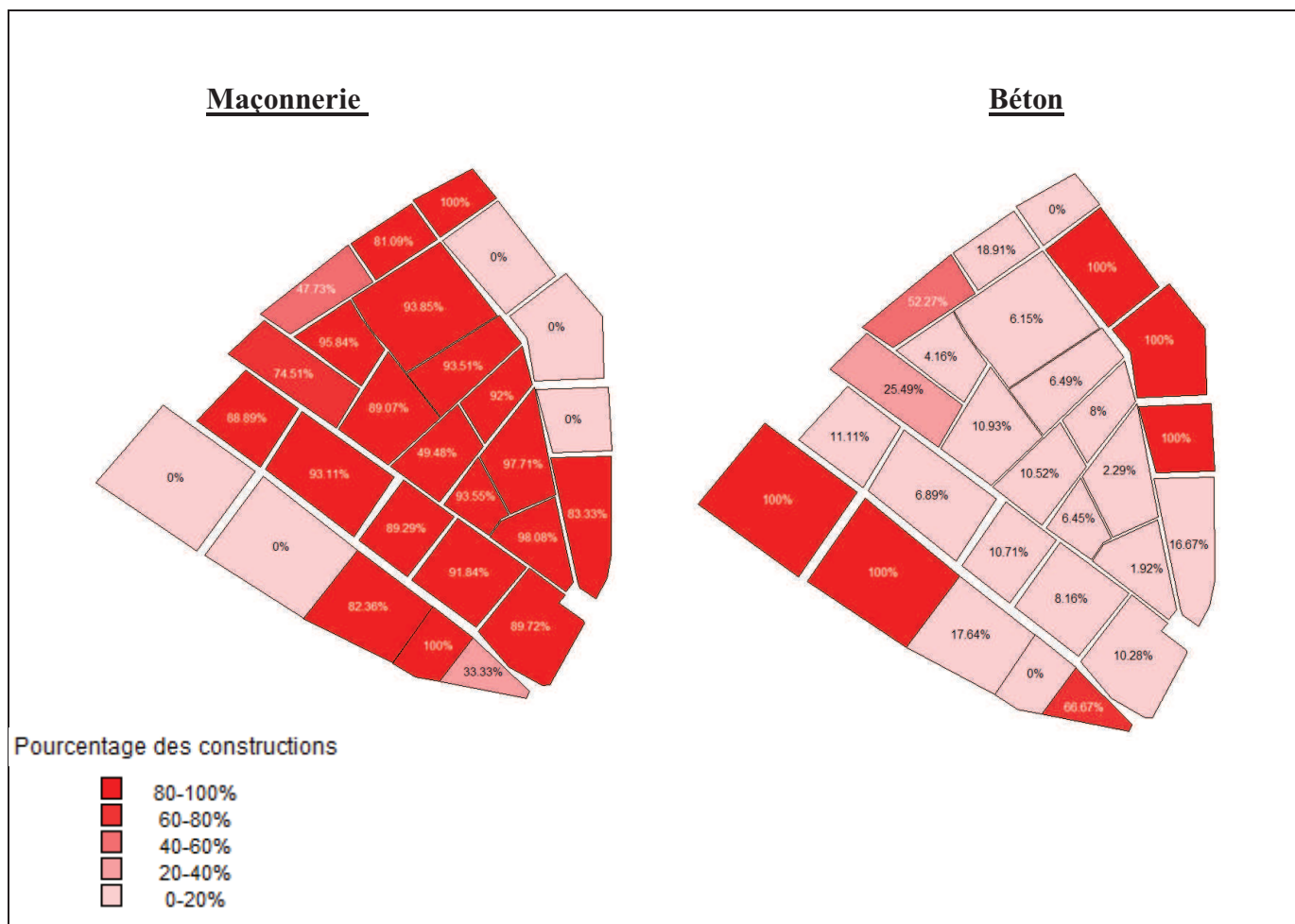


Figure.3.9 Carte des Pourcentages des constructions par type de matériau

- ✓ On observe que la majeure partie des constructions sont en maçonnerie, et elle se concentre au milieu du centre-ville de Blida, alors que pour les constructions en Béton armé se situent dans la périphérie. La présence du matériau charpente métallique est principalement visible pour le marché Abane Ramdane et le marché Yaakoub Turki.

III.6.4.3. Hauteur de l'ouvrage

La hauteur de l'ouvrage est un paramètre très important pour la sismicité, étant donné que ça affecte la rigidité du bâtiment. On regardera ici le nombre d'étage, car on sait que les bâtiments les plus sensibles sont ceux compris entre 3 et 8 étages. Pour ce qui est des bâtiments plus petits, leur grande rigidité les rend moins susceptibles aux déformations engendrées par les séismes.

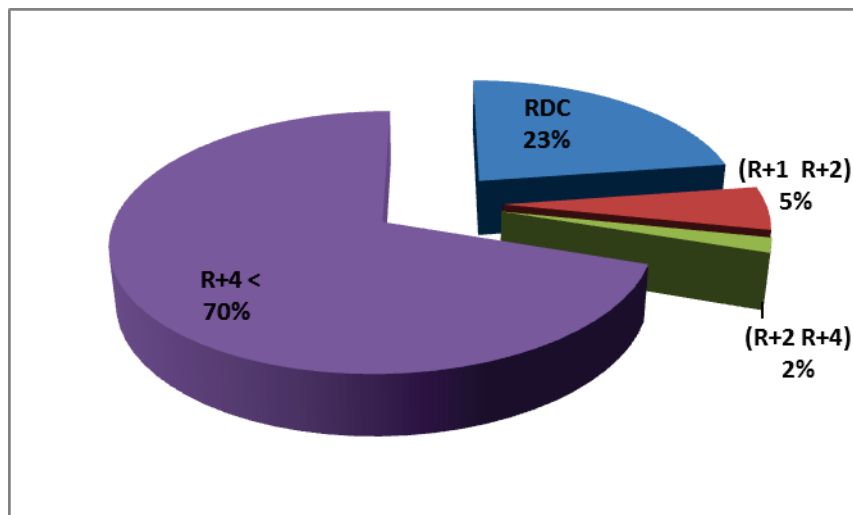


Figure.3.10 pourcentage des constructions suivant la hauteur



Figure.3.11 Bâtiment de hauteur R+3

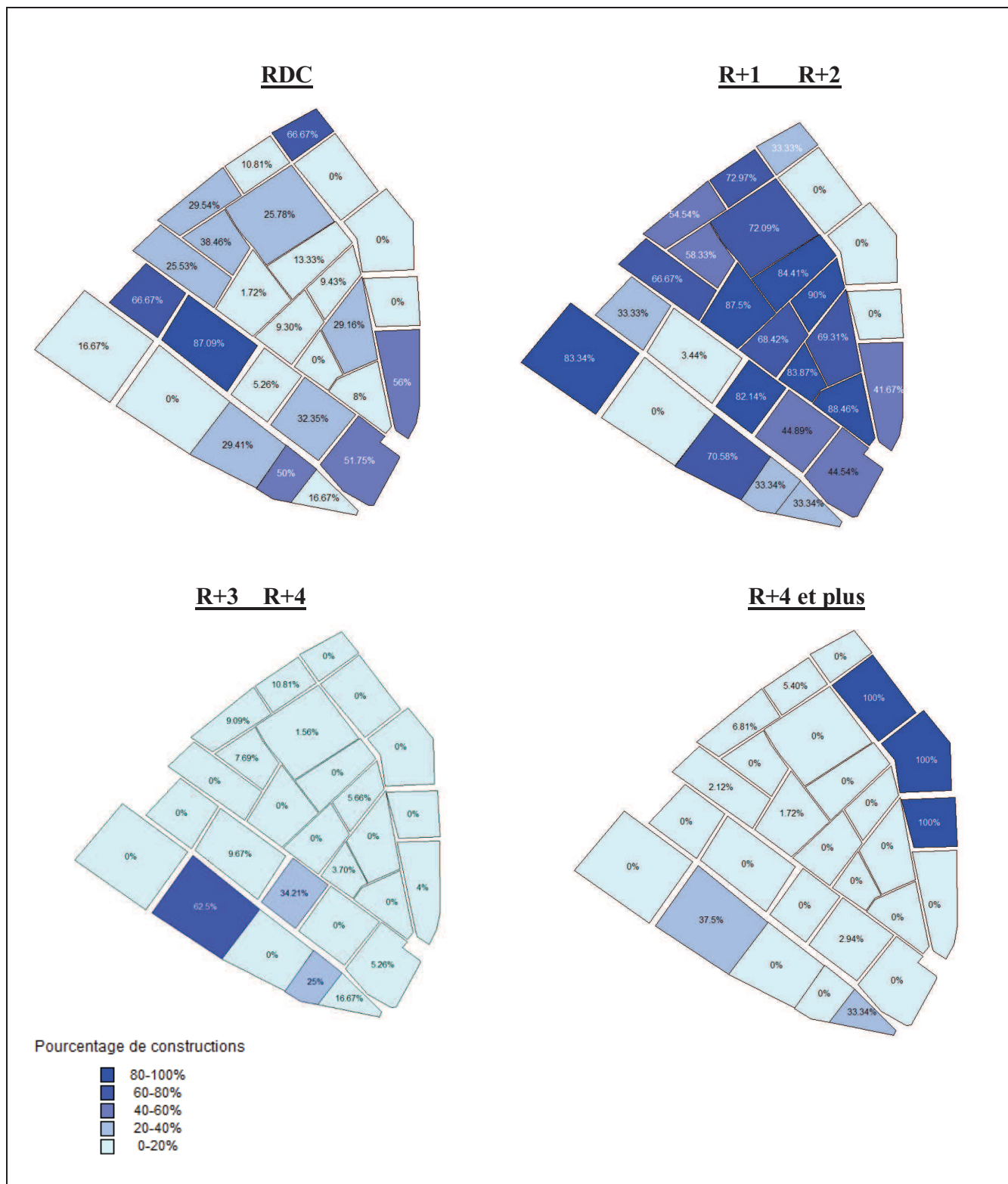


Figure.3.12 Carte des pourcentages des constructions par nombre d'étages

- ✓ Peu de construction du noyau centrale de l'aire d'étude dépassent les 4 étages de hauteur en revanche cette limite est dépassé pour les bâtiments construits récemment.

III.6.4.4. Etat d'entretien

L'état d'entretien des bâtiments influence également l'indice de vulnérabilité. En effet, un bâtiment qui a fait l'objet d'un entretien régulier se comportera conformément à la résistance attendue. A contrario, la résistance d'un bâtiment qu'on a laissé se dégrader pourrait être fortement réduite. Ce critère s'applique généralement pour les constructions en maçonnerie.

La difficulté principale dans la détermination du niveau d'entretien provient du fait qu'un bâtiment peut apparaître bien entretenu, car une attention toute particulière a été portée à l'aspect extérieur, alors que le système structural du bâtiment n'a fait l'objet d'aucune attention particulière.



Figure.3.13 Construction en mauvaise état

III.6.4.5. Position

La position du bâtiment dans son environnement aura également un rôle important. Il peut être isolé comme dans notre cas de base et ne sera donc pas influencé par des éléments extérieurs lors d'un séisme. Ou, au contraire, être collé à d'autres bâtiments comme sur la photo ci-dessous. Cela influencera le comportement sismique du bâtiment. Nous observerons également la présence ou l'absence de joint entre ces bâtiments et afin de déterminer s'il y a un risque de martellement. Si les dalles des bâtiments contigus sont à des hauteurs différentes, le risque lié au martellement est d'autant plus important.

De manière générale, les bâtiments situés aux extrémités ou en coin de rangée sont souvent les plus sensibles face aux tremblements de terre car ils sont « ancré » d'un côté et libre de l'autre.



Figure.3.14 Position des constructions

III.6.4.6. Régularité en plan

Le mouvement sismique est un phénomène bidirectionnel, La structure du bâtiment doit être capable de résister à des actions horizontales suivant les deux directions et les éléments structuraux doivent des caractéristiques de résistance et de rigidité similaires dans les deux directions principales, ce qui se traduit par le choix de formes symétriques. La forme idéale se rapproche d'une forme symétrique suivant les deux axes, des dégâts importants ont souvent été observés à la jonction des pans dans des structures composées de plusieurs pans perpendiculaires.



Figure.3.15 Bâtiment irrégulier en plan

III.6.4.7. Régularité en élévation

En élévation, les principes de continuité se traduisent par un aspect régulier de la structure sans variation brutale de configuration ou bien de décrochage. De telles variations entraînent des sollicitations locales très élevées au niveau des arêtes de jonctions.

Les constructions ayant des décrochements extérieurs en élévation, doivent soit être scindées par des joints de fractionnement en blocs élémentaires sans décrochements, soit dans le cas de la maçonnerie recevoir des chaînages verticaux de renforcement.



Figure.3.16 Irrégularité en plan retrait en façade

III.6.5. Création et gestion de la base de données

La constitution de notre base de données, nous permettra de formuler un nombre infini de requêtes répondant à diverses interrogations. À titre d'illustration, on présente les caractéristiques inventoriées pour les besoins de notre étude (CEM Orangerie) Fig.3.17.

Le programme créé par l'injection des données dans le logiciel MAP INFO permettra, d'un clic sur un bâtiment, d'afficher tous les éléments relevés sur le terrain, y compris un lien vers les photos prises lors des relevés. Il est donc possible pour tous les bâtiments traités d'obtenir de manière intuitive le matériau, le nombre d'étage,... Dans un second temps, les couches relatives aux divers indices recherchés peuvent être appelées, permettant de la même manière de connaître les valeurs pour chaque bâtiment, mais aussi et surtout de les classer sur une échelle de couleurs définies par l'utilisateur. Une telle représentation visuelle permet une compréhension rapide et claire des résultats sur l'ensemble de la zone étudiée.

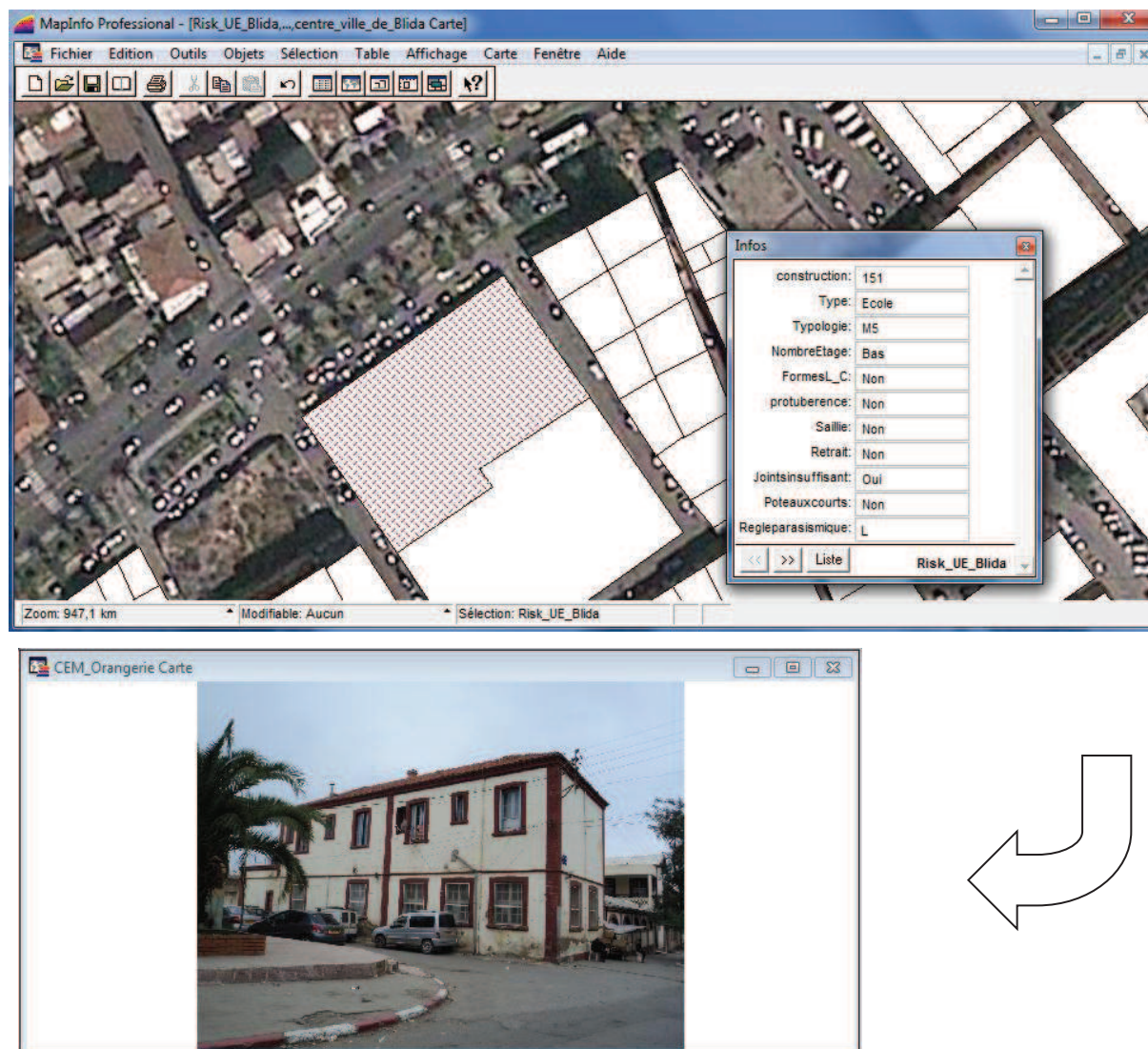


Figure.3.17 détail des caractéristiques visualisé par le logiciel MAP INFO (CEM Orangerie)

III.7. Conclusion

La mise au point d'un S.I.G, dédiée à la gestion des risques, et à l'évaluation de la vulnérabilité consiste à inventorier toutes les informations existantes sur les constructions du centre-ville de Blida, qui seront organisées en base de données soit sous forme de tableaux ou de cartes.

L'application de matrice standard développée pour la méthode Risk-UE niveau 1, permettra d'obtenir une estimation des dommages, et de leur distribution dans l'espace sous forme de carte, qui permettra d'identifier très facilement les zones à risque et de simuler différents scénarios et proposer la ou les solutions les plus appropriées aux décideurs de la ville pour prendre les dispositions nécessaires.

L'installation du S.I.G est laborieuse, et nécessite beaucoup de temps pour l'acquisition et la création de bases de données. Par contre une fois installé-il à l'avantage de diminuer le temps de traitement d'une information de façon considérable.

CHAPITRE IV

EVALUATION DE LA VULNERABILITE SISMIQUE DES CONSTRUCTIONS DU CENTRE VILLE DE BLIDA

IV.1. Introduction

Les pertes encourues lors de ces différents évènements, surtout dans les zones densément peuplées, ont mis en évidence la nécessité de réduire les dommages potentiels des structures existantes (infrastructures et bâtiments), et d'évaluer leur vulnérabilité aux séismes. L'estimation des pertes encourues, allant de l'interruption de service aux pertes en vie humaine, est un champ d'expertise en plein développement. Il s'agit d'une préoccupation importante pour les régions du monde, où la probabilité d'occurrence de séisme de forte intensité est beaucoup plus élevée qu'ailleurs, cette nécessité est encore plus importante pour des agglomérations densément peuplées dotées d'une forte activité sociale et économique. La connaissance du risque sismique, permet de mettre en place des mesures de mitigation pour diminuer les dommages potentiels

Plusieurs séismes historiques comme celles de 1825 et 1867 à Blida et ces environs causèrent des pertes humaines importantes, et des destructions majeures dans le Bâti (Tableau.1.3), Cet état de fait démontre le fort aléa Sismique qui caractérise cette région, et d'autant plus que le risque sismique est important en raison de la grande majorité des constructions du centre ville de Blida qui datent de l'époque coloniale avec un réseau routier resserré.

La vulnérabilité des bâtiments du centre-ville de Blida sera déterminée à partir de la méthode Risk-UE (niveau 1). Cette méthode est basée sur une corrélation statistique entre l'intensité macrosismique et les dommages apparents décrits selon l'Echelle Macrosismique Européenne (EMS98). Ainsi il est possible de déterminer à partir de l'intensité du séisme la vulnérabilité du bâti.

IV.2. Étude de la vulnérabilité sismique

IV.2.1. Scénario sismique

Classiquement, un scénario de risque consiste à évaluer dans un territoire donné, grâce à une simulation numérique, les dégâts que pourrait provoquer un séisme. L'organigramme d'un scénario de risque sismique est présenté par la Fig.4.1.

Dans L'organigramme :

Le scénario est une sollicitation sismique fictive dont on veut évaluer les conséquences [52] ;

- ❖ Le choix des enjeux à traiter relève de la valeur relative de l'enjeu, (ii) de la finalité du scénario (analyse de risque, sensibilisation d'un public particulier, gestion de crise) et (iii) de la capacité technique à traiter certains types d'enjeux ;
- ❖ La vulnérabilité caractérise la plus ou moins grande résistance d'un bâtiment, ou d'une infrastructure à une secousse sismique ;

- ❖ La simulation consiste, pour un scénario donné, à évaluer les dommages que celui-ci produirait sur les enjeux inventoriés, En fonction du type de dommages.

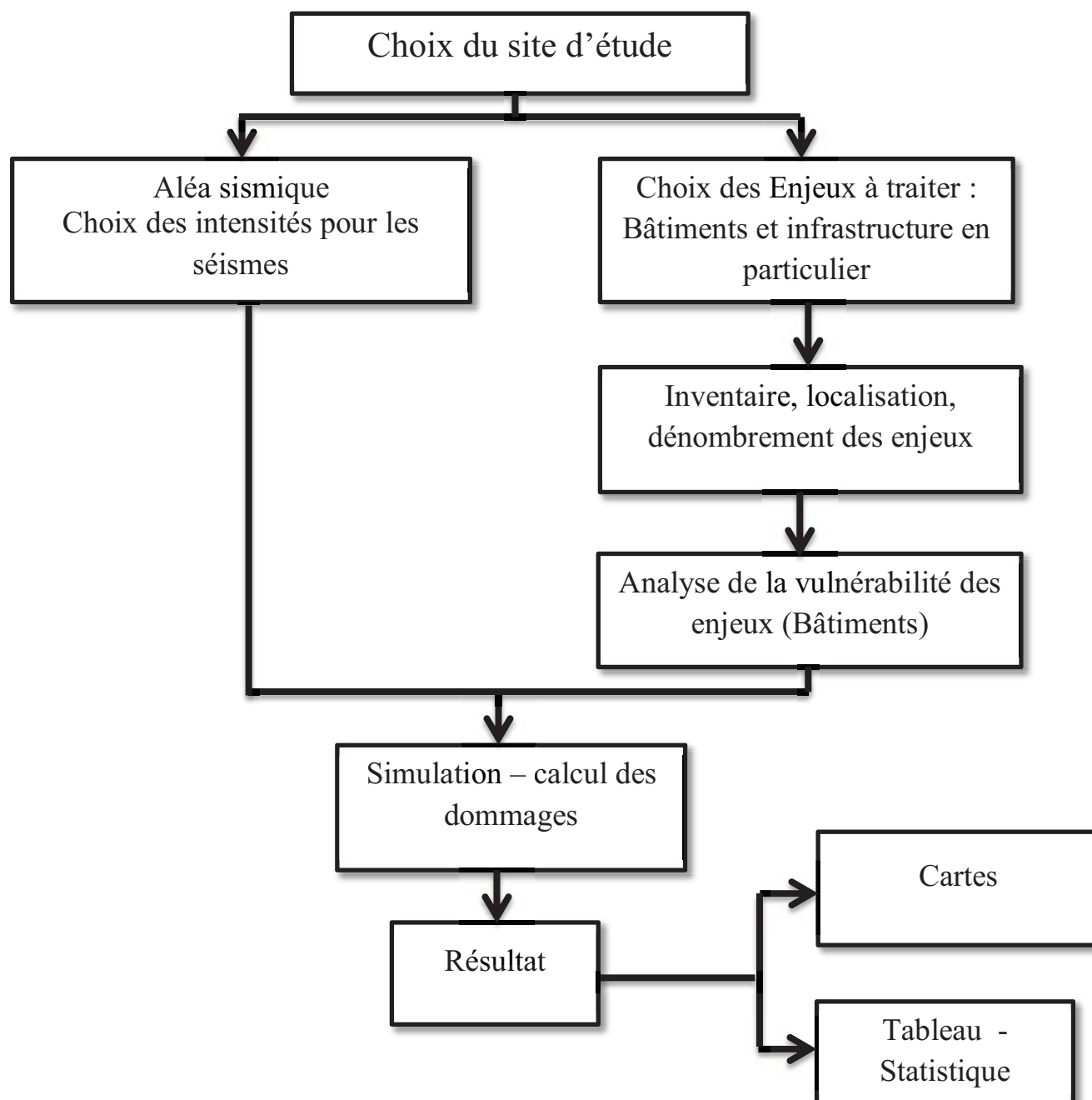


Figure.4.1 Organigramme représentant la démarche pour une étude de scénario sismique [52]

IV.2.2. Aléa sismique

La région de Blida est caractérisée par une forte activité sismique, ce qui justifie son classement en zone III selon le règlement parasismique Algérien 99 modifié 2003. Plusieurs sources actives peuvent produire des séismes plus au moins importants. La faille de Soumàa/ Bouinane est celle qui pourrait causer le plus de dommages car elle traverse la ville de Blida.

La magnitude maximale pouvant être générée par cette faille est de 7 sur l'échelle de Richter qui est équivalent à X sur l'échelle des intensités EMS98.

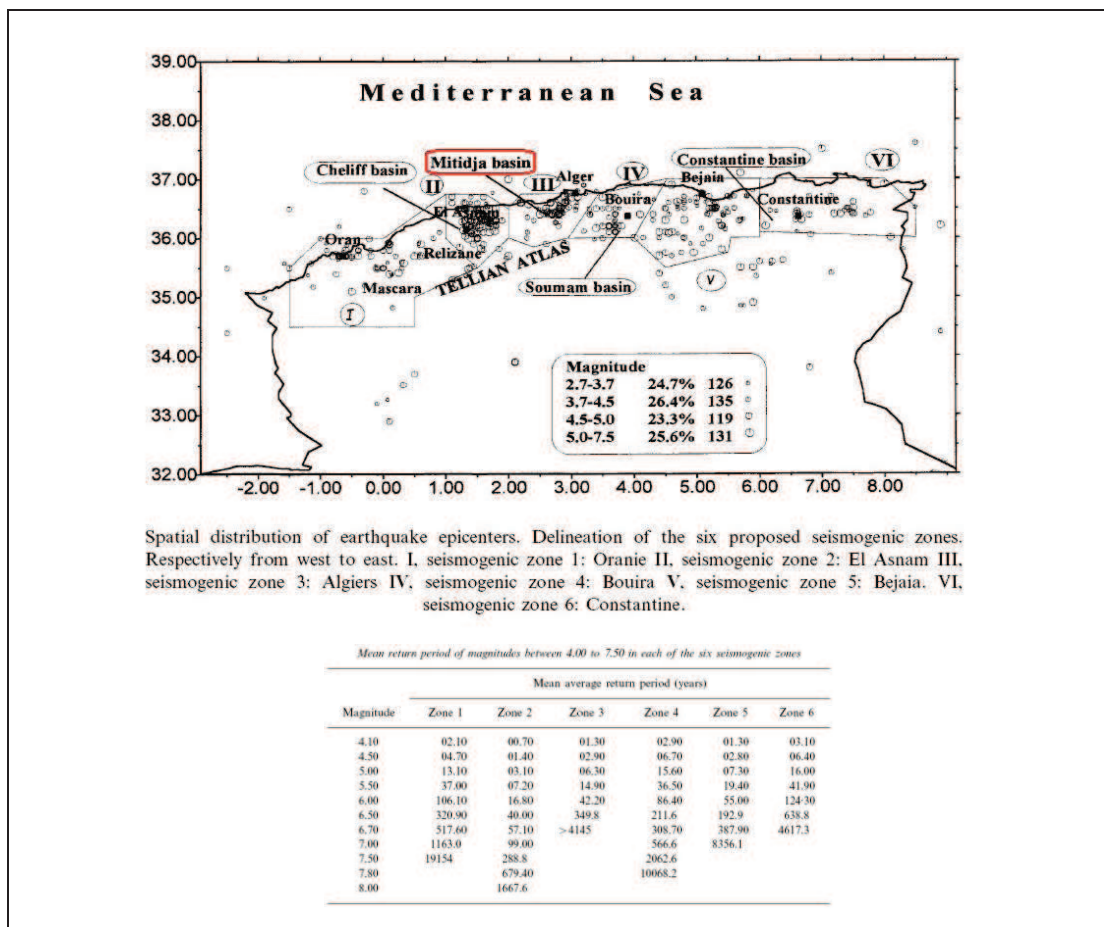


Figure.4.2 Zonage sismique du Nord de l’Algérie proposé par Hamdache (1998) et les caractéristiques sismiques des zones [53]

IV.2.3. Choix des scénarios

L’étude de l’Aléa sismique du site d’étude a révélé la possibilité d’occurrence d’un séisme pouvant atteindre une intensité élevée, principalement du fait de la faille sismique de Soumàa/ Bouinane. Trois scénarios sismiques ont été sélectionnés, chacune d’elle correspond aux intensités sismiques VI, VIII, X sur l’échelle EMS98.

Le scénario sismique pour l’intensité sismique X sur l’échelle EMS98 est considéré comme exceptionnel.

IV.2.4. Application de la méthode RISK-UE

Le principe d’évaluation du risque s’appuie sur la méthode RISK-UE niveau 1, laquelle se place aujourd’hui parmi les méthodes empiriques les plus éprouvées .Elle a été appliquée au centre-ville de Blida avec quelque modifications afin de coller à la spécificité des critères du bâti Blidéen.

Tableau.4.1 : Matrice des typologies de bâtiments et valeurs de IV*

Code	Typologie	IVi*
M1	Murs porteurs en maçonnerie de pierres	0,873
M2	Adobe	0,84
M3	Murs porteurs en maçonnerie non armée:	0,74
M4	Murs porteurs en maçonnerie armée ou confinée	0,451
M5	Constructions en maçonnerie renforcées dans leur ensemble	0,694
RC1	Système poteaux/poutres	0,442
RC2	Système poteaux/poutres	0,386
RC3	Structure mixte en béton armé (portiques et murs en béton)	0,386
RC4	Murs en béton préfabriqué	0,384
RC5	Structure en béton préfabriqué avec murs de refend en béton	0,544
S	Structure métallique	0,374
W	Structure en bois	0,447

Tableau.4.2: facteurs modifie aggravant pour les bâtiments en Béton armé

Facteurs aggravants	Facteurs de vulnérabilité	Paramètres	Valeurs
Pour les Bâtiments	Nb d'étages	Bas (1, 2 ou 3)	-0.04
		Moyen (4,5 ou 6)	0
		Haut (7 ou plus)	+0.08
Irrégularité en plan	Formes (L, C)	Oui	+0.02
		Non	0
	Protubérance	Oui	+0.02
		Non	0
Irrégularité en élévation	Saillie	Oui	+0.02
		Non	0
	Retrait	Oui	+0.02
		Non	0
	Joints insuffisants (non PS)	Oui	+0.02
		Non	0
	Poteaux courts	Oui	+0.02
		Non	0
Règle parasismique	Avant 1981 = L	+0.16	
	Après 1981 = M	0	

Tableau.4.3: Facteurs modifiés aggravant pour les bâtiments en maçonnerie

Facteurs aggravants	Facteurs de vulnérabilité	Paramètres	Valeurs
Pour les Bâtiments	Etat entretient	B = Bon	-0.04
		M = Mauvais	+0.04
	Nb d'étages	Bas (1 ou 2)	-0.04
		Moyen (3.4 ou 5)	0
		Haut (6 ou plus)	+0.04
Irrégularité en plan	Forme (L, C)	Oui	+0.02
		Non	0
	Protubérance	Oui	+0.02
		Non	0
Irrégularité en élévation	Saillie	Oui	+0.01
		Non	0
	Retrait	Oui	+0.01
		Non	0
Interaction entre Bâtiment	Position dans l'îlot	A= angle	+0.04
		M=milieu	-0.04
		T =tête l'îlot	+0.06
	Différence de hauteur/voisin	Oui	+0.02
		Non	0
	Irrégularité en toiture	Oui	+0.04
		Non	0
	Décalage de plancher	Oui	+0.04
	Transparence Démolition	Oui	+0.04
	Balcon- cheminée	Oui	+0.01
	Etage: haut différente	Oui	+0.04
Non		0	

IV.3. Indice de vulnérabilité

La méthode RISK-UE, nous permet d'exprimer la vulnérabilité des constructions par le biais des indices de vulnérabilité. La méthode classe les bâtiments selon une certaine typologie qui tient compte des caractéristiques du bâti. Elle comporte 12 classes et, pour chacune d'elle, une valeur d'indice de vulnérabilité est attribuée. Il existe différents facteurs de nature géométrique et structurelle pouvant modifier les caractéristiques dynamiques d'un bâtiment lors d'un séisme. Et cela est pris en compte par la méthode, en ajoutant ou en retranchant (effet favorable ou défavorable) un facteur à l'indice de vulnérabilité. Ceci nous permet finalement d'obtenir la valeur de l'indice de vulnérabilité qui caractérise la structure dans son ensemble.

La valeur totale de l'indice de vulnérabilité I_v d'un bâtiment existant sera calculée comme la somme de tous les facteurs de vulnérabilité :

- ✓ L'indice de vulnérabilité est la somme de l'indice typologique VI^* , du facteur ΔV_m et du facteur ΔV_R de vulnérabilité régionale. Le détail du calcul de ces facteurs est présenté dans le chapitre II.

$$I_v = I_v^* + \Delta V_R + \Delta V_m \quad (1)$$

L'équation (1) nous permettra de retomber sur une valeur de vulnérabilité Incluse entre 0 et 1, les différentes classes de vulnérabilité entre 0 et 1

IV.3.1. indice de vulnérabilité au niveau du Bâtit

les indices de vulnérabilité calculés par la méthode RISK-UE pour le centre ville de Blida sont élevés(Annexe B), avec un grand nombre de constructions qui possèdent une vulnérabilité entre 0.8 - 0.9 et 0.9 -1.0 Les bâtiments en béton possèdent un indice de vulnérabilité plus faible, mais l'effet négatif des irrégularités en plan ou en élévation de certains d'entre eux qui présentent souvent une architecture un peu moins conventionnelle peut être mis en évidence. Les constructions en acier sont, quant à elles les moins vulnérables, ce qui peut s'expliquer partiellement par la ductilité de l'acier, et donc son comportement favorable face aux actions sismiques.



Figure.4.1 les indices de vulnérabilité au niveau du Bâtit selon la méthode Risk-UE

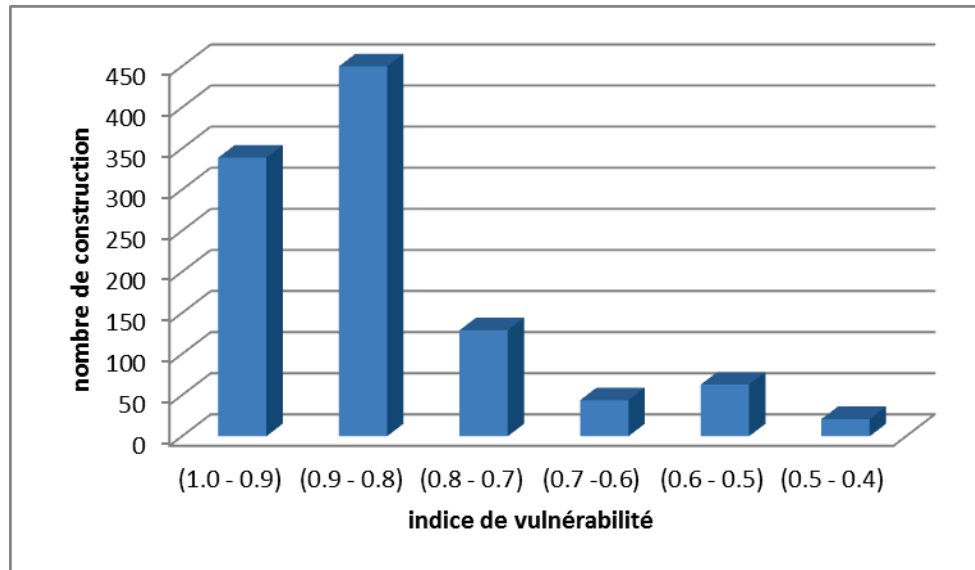


Figure.4.2 Distribution des constructions pour les indices de vulnérabilité

IV.3.2. indice de vulnérabilité au niveau des Ilots

La méthode RISK-UE peut être aussi utilisée au niveau d'un ensemble de Bâtiments dans notre cas, cela sera au niveau des 27 ilots modélisé par le logiciel Map info

L'indice de vulnérabilité Pour un groupe de bâtiments qui compose un ilot est calculé comme suit :

$$Iv^*_{ilot} = \sum qt Iv^*$$

- ✓ qt est le pourcentage de bâtiment appartenant à une catégorie spécifique. On obtient de la même manière les termes ΔVm_{ilot} , ΔVr_{ilot} et en finale en calcule l'indice de vulnérabilité pour chaque ilot selon l'équation (2) :

$$Iv_{ilot} = Iv_{ilot}^* + \Delta VR_{ilot} + \Delta Vm_{ilot} \quad (2)$$

L'avantage de l'étude de la vulnérabilité au niveau de chaque ilot c'est la possibilité d'obtenir la représentation de la qualité sismique d'un ensemble important de constructions.

Un niveau de vulnérabilité élevée est observé pour les ilots qui sont composés essentiellement de bâtiments anciens et qui se trouvent au milieu et au sud de la zone étudiée ; des indices de vulnérabilité qui dépassent 0.9 sont constatés pour les ilots 12 ; 22 ; 26, alors que pour les ilots périphériques 7 ; 10 ; 15 ; 21 les indices ne dépassent pas 0.4, ces ilots représentent la partie récente du centre ville de Blida.

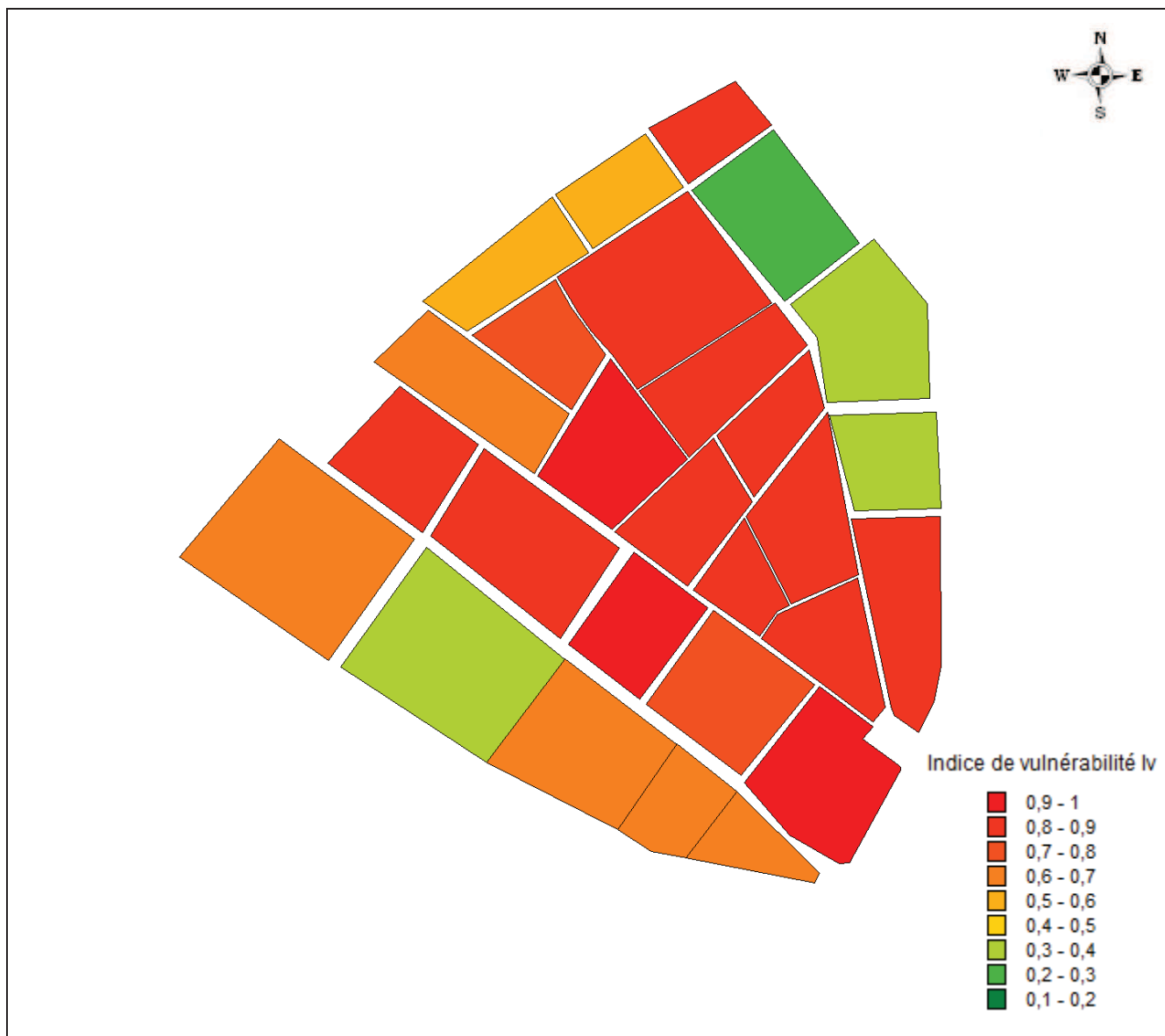


Figure.4.3 Carte des indices de vulnérabilité pour chaque ilot calculé par la méthode Risk-UE

IV.4. Estimation des dommages moyens

A partir de l'indice de vulnérabilité I_v et de l'intensité du séisme I , la méthode permet de calculer le degré moyen de dommage μ_D selon l'équation (3) :

$$\mu_D = 2.5 \cdot (1 + \tanh((I + 6.25 \cdot I_v - 13.1) / 2.3)) \quad (3)$$

I : Intensité EMS 98 ; I_v : Indice de vulnérabilité du bâtiment

Les dommages moyens calculés pour l'ensemble des constructions de l'aire d'études sont présenté dans l'annexe B

- **Domage moyen pour les constructions de l'ilot 23**

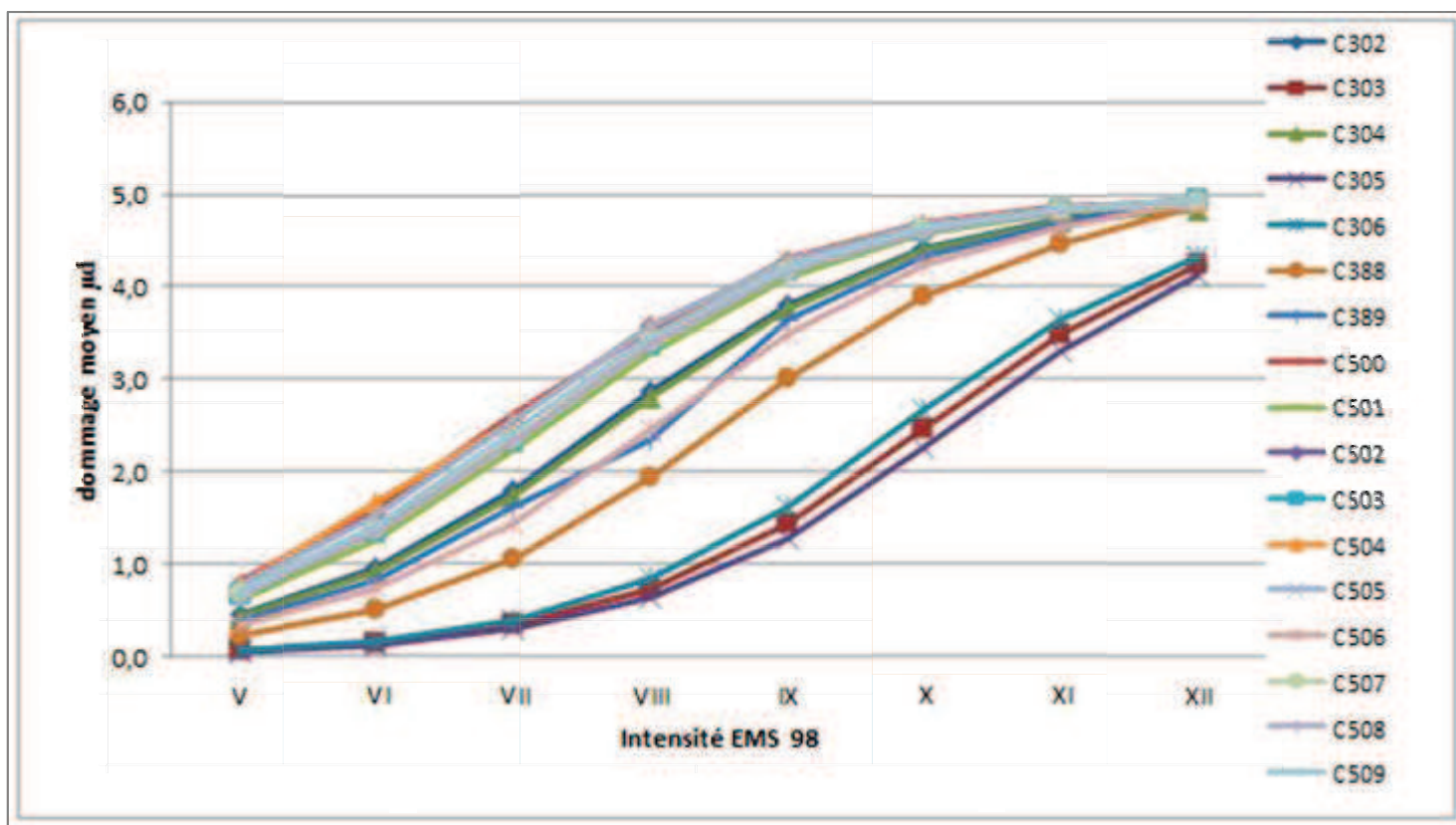


Figure.4.4 Les courbes de vulnérabilité pour les constructions de l'ilot 23

Les courbes de vulnérabilité (Fig.4.5) pour les constructions de l'ilot 23 qui représentent le bâti du centre ville de Blida

Ces courbes relient l'agression sismique, exprimée en terme d'intensité macrosismique, à un indice de dommage moyen μ_D , qui permet de définir la distribution des probabilités qui correspond à différents degrés de dommage.

On peut constater que les formes des courbes se décomposent en deux groupes distincts, les courbes qui représentent les constructions en maçonnerie dont les valeurs des dommages moyens μ_D atteignent la valeur de 4 ou le dépassent à partir de l'intensité sismique IEMS98 = IX, pour le deuxième groupe de courbe ils représentent les constructions en Béton armé dont la valeur des dommages moyens μ_D atteignent la valeur de 4 qu'après l'intensité sismique IEMS98 = XI et que $\mu_D < 1$ pour une intensité sismique égale à IEMS98 = VIII.

IV.5. Distribution des dommages

La distribution des dommages est calculée on utilisant la distribution Béta pour chaque classe de vulnérabilité

IV.5.1. Distribution des dommages selon différentes intensités sismiques

Pour les constructions C482, C467 en Béton armé et C501, C509 en maçonnerie

- Intensités sismiques IEMS98 = V, IEMS98 = VI

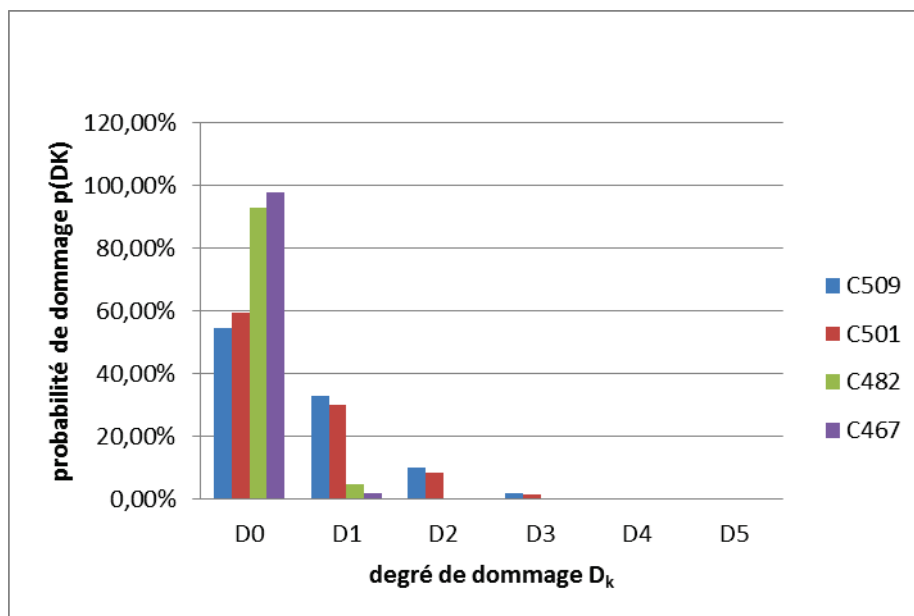


Figure.4.5 Distribution des dommages pour IEMS98 = V

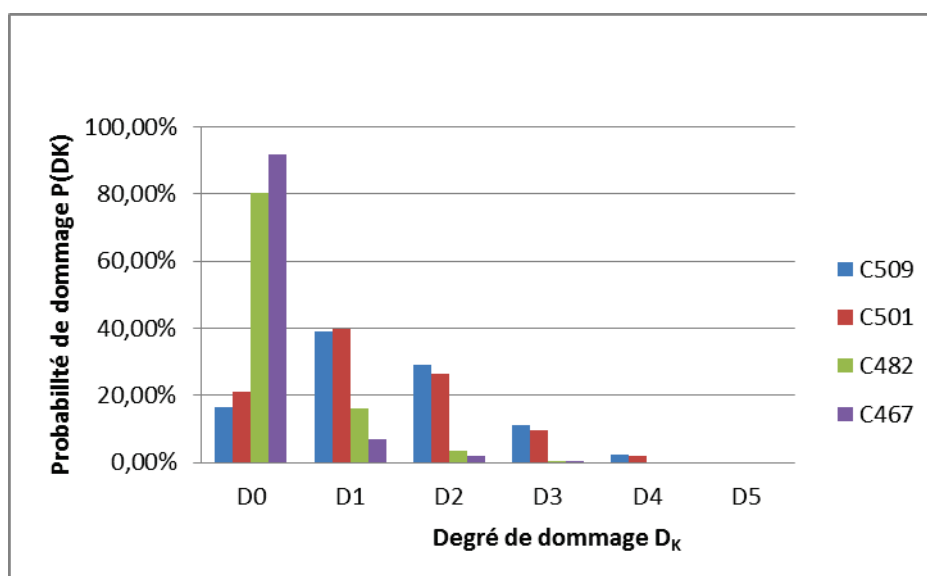


Figure.4.6 Distribution des dommages pour IEMS98 = VI

➤ Intensités sismiques IEMS98 = VII, IEMS98 = VIII

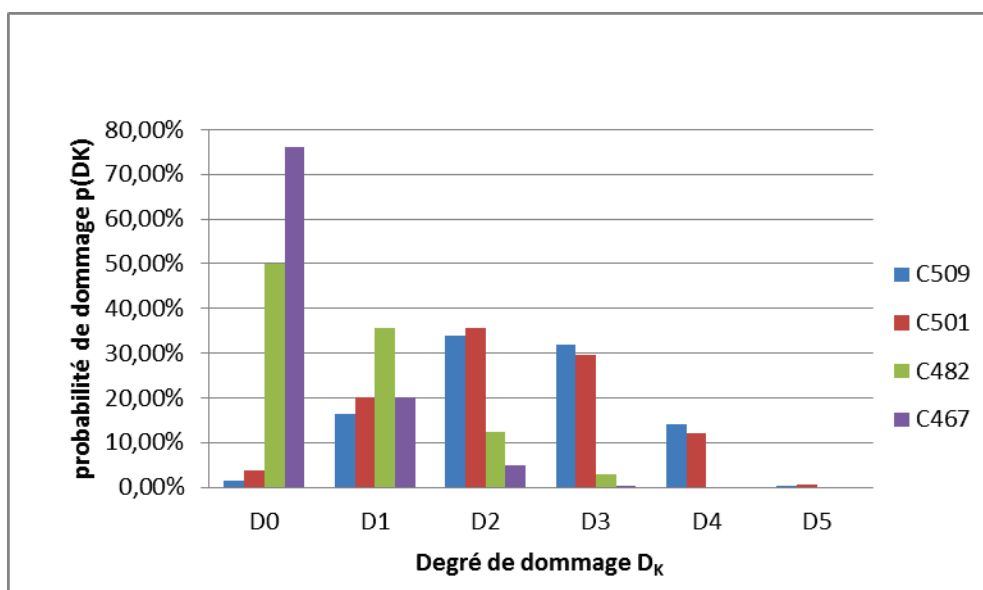


Figure.4.7 Distribution des dommages pour IEMS98 = VII

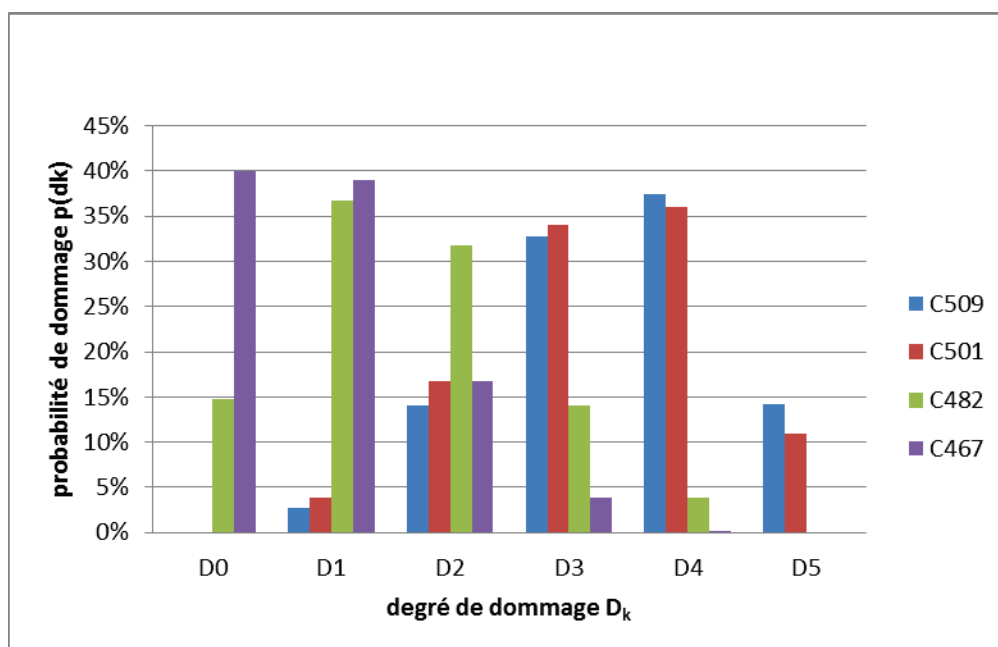


Figure.4.8 Distribution des dommages pour IEMS98 = VIII

➤ Intensités sismiques IEMS98 = IX, IEMS98 = X

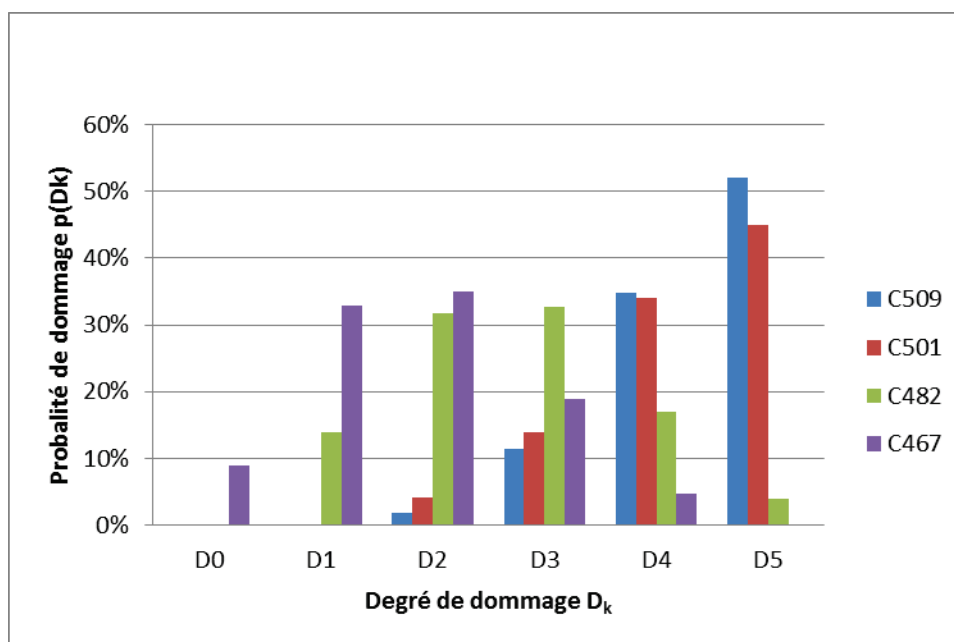


Figure.4.9 Distribution des dommages pour IEMS98 = IX

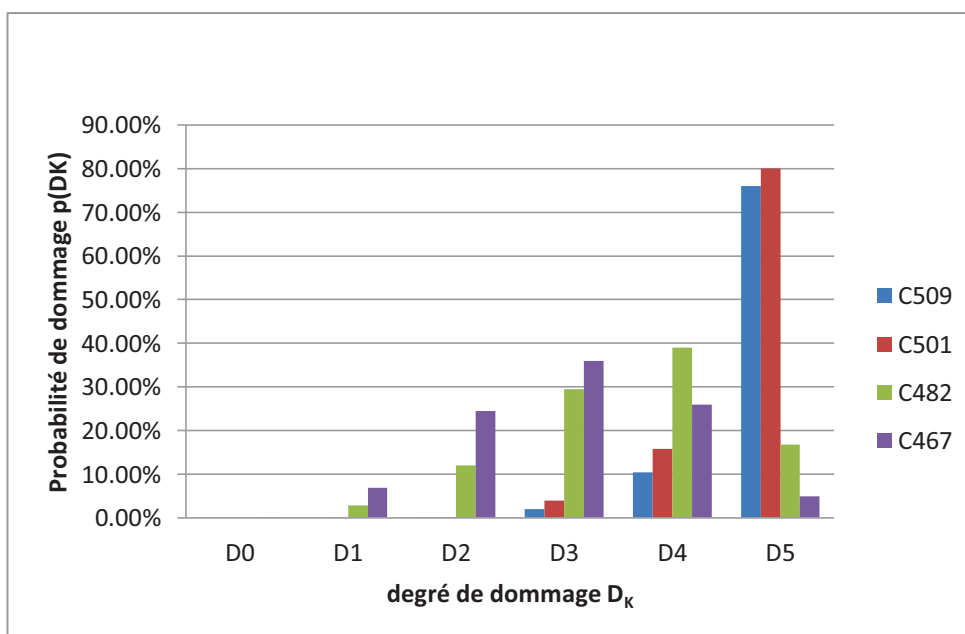


Figure.4.10 Distribution des dommages pour IEMS98 = X

➤ Pour IEMS98 = V

Les constructions C509, C501, C482, C467 ne subissent aucun dommages

➤ Pour IEMS = VI

Les constructions C509, C501 ne subissent aucun dommages, alors que pour C482, C467 ils subissent des dommages Négligeables

➤ Pour IEMS98 = VII

Les constructions C482, C 467 ne subissent aucun dommages, alors que pour les constructions C509 et C501 elles subissent des dégâts modérés.

➤ Pour IEMS98 = VIII

- La construction C467 ne subit aucun dommage
- La construction C482 subit des dommages négligeables
- Les constructions C509, C501 subissent des Dégâts très importants

➤ Pour IEMS98 = IX

- La construction C467 ne subit aucun dommage
- La construction C482 subit des dommages négligeables
- Les constructions C509, C501 subissent des Dégâts très importants

➤ Pour IEMS98 = X

- La construction C467 des dégâts sensibles à importants
- La construction C482 subit des dégâts très importants
- Les constructions C509, C501 sont détruite totalement

IV.5.2. Les cartes de distribution des dommages pour l'ensemble des constructions du centre-ville de Blida pour les scénarios sismiques choisi

L'utilisation du logiciel Map info nous permet d'obtenir les cartes représentant les dommages infligés aux constructions pour des scénarios sismiques représentant les intensités sismiques VI, VIII, X sur l'échelle EMS98

IV.5.2.1. Scénario de Séisme d'intensité VI

Les résultats des dommages aux bâtiments pour un séisme d'une telle intensité, sont donnés en (Fig.4.12) pour la totalité des constructions les degrés des dommages sont les degrés 0 et degrés 1, le degré 0 signifie qu'il n y a aucun dommage dans les structures et le degré 1 qui signifie des dommages négligeables. Ce qui signifie que les constructions de notre aire d'étude résistent très bien face à un séisme de l'ordre VI selon EMS98.

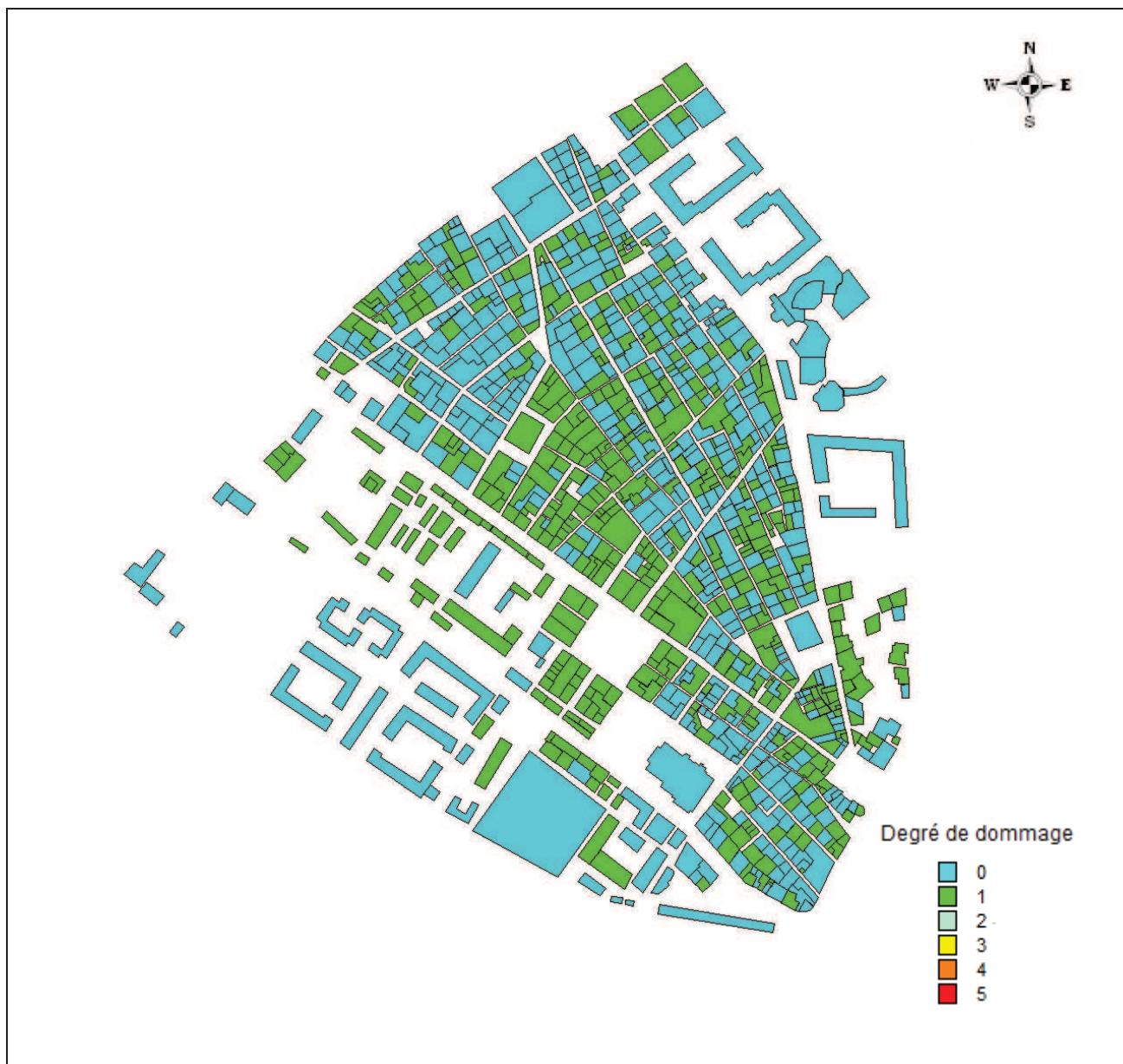


Figure.4.11 Carte de distribution des dommages pour intensité IEMS98 = VI

IV.5.2.2. Scénario de Séisme d'intensité VIII

Pour un séisme d'intensité VIII les dégâts sont très importants dans les constructions avec des degrés de dommages élevés qui oscille entre le degré 2 (Dégâts modérés) et le degré 5 (Destruction totale), mais aussi on observe que certaines constructions n'ont subi aucun dommage ou des dommages négligeables leur degrés de dommage estimé est le degré 0 et le degré 1.



Figure.4.12 Carte de distribution des dommages pour intensité IEMS98 = VIII

IV.5.2.3. Scénario de Séisme d'intensité X

On peut observer dans la carte des distributions des dommages (fig.4.14) que la couleur rouge est dominante qui représente le degré 5 (Destruction totale) ce qui signifie qu'une grande partie du centre-ville de Blida sera détruite, pour le reste des constructions de l'aire d'étude les degrés de dommages sont on Majorité le degré 3 (Dégâts importants).



Figure.4.13 Carte de distribution des dommages pour intensité IEMS98 = X

IV.5.3. Analyse des cartes de distribution des dommages

A partir des cartes des distributions des dommages (fig.4.12 ; fig.4.13 ; fig.4.14), on peut connaître la vulnérabilité du centre-ville de Blida et en déduire les Dégâts structuraux pour les Bâtiments. On constate dans le cas d'un séisme d'intensité VI (fig.4.12) que les constructions résistent très bien et les dommages sont négligeables.

En revanche pour un séisme d'intensité égale ou supérieure à VIII ,les dégâts sont conséquents avec plus 15% de construction sont de degré 4(Dommages importants) et 11% sont de degré 5 (Effondrement) ,les dégâts les plus importants sont dans les quartiers se trouvant dans le centre de l'aire d'étude délimité dans le nord par la Rue Didouche mourad et dans la Rue des Martyrs au sud ,la rue Laichi et la rue Colonel Amirouche, autres quartiers touchés se trouvant au sud de l'aire d'étude dont le Bâti est à plus de 80% en maçonnerie et

date de l'époque coloniale et même turque , comme pour le cas du quartier El Djoun. pour les zones périphériques de l'aire d'étude les dommages sont nettement moindres, le béton armé est le matériau le plus utilisé dans ces quartiers, et la majorité des bâtiments est récente comme celle qui se trouvent entre le boulevard Mahdjoub et le boulevard El Qods .

Dans le cas d'un séisme d'intensité X, les bâtiments du centre-ville de Blida sont à plus de 80% détruits ou avec des endommagements structuraux importants, seuls les bâtiments se trouvant dans la périphérie construits en respectant les réglementations parasismiques (l'utilisation des murs en voiles) résistent au séisme avec des dégâts structuraux modérés.

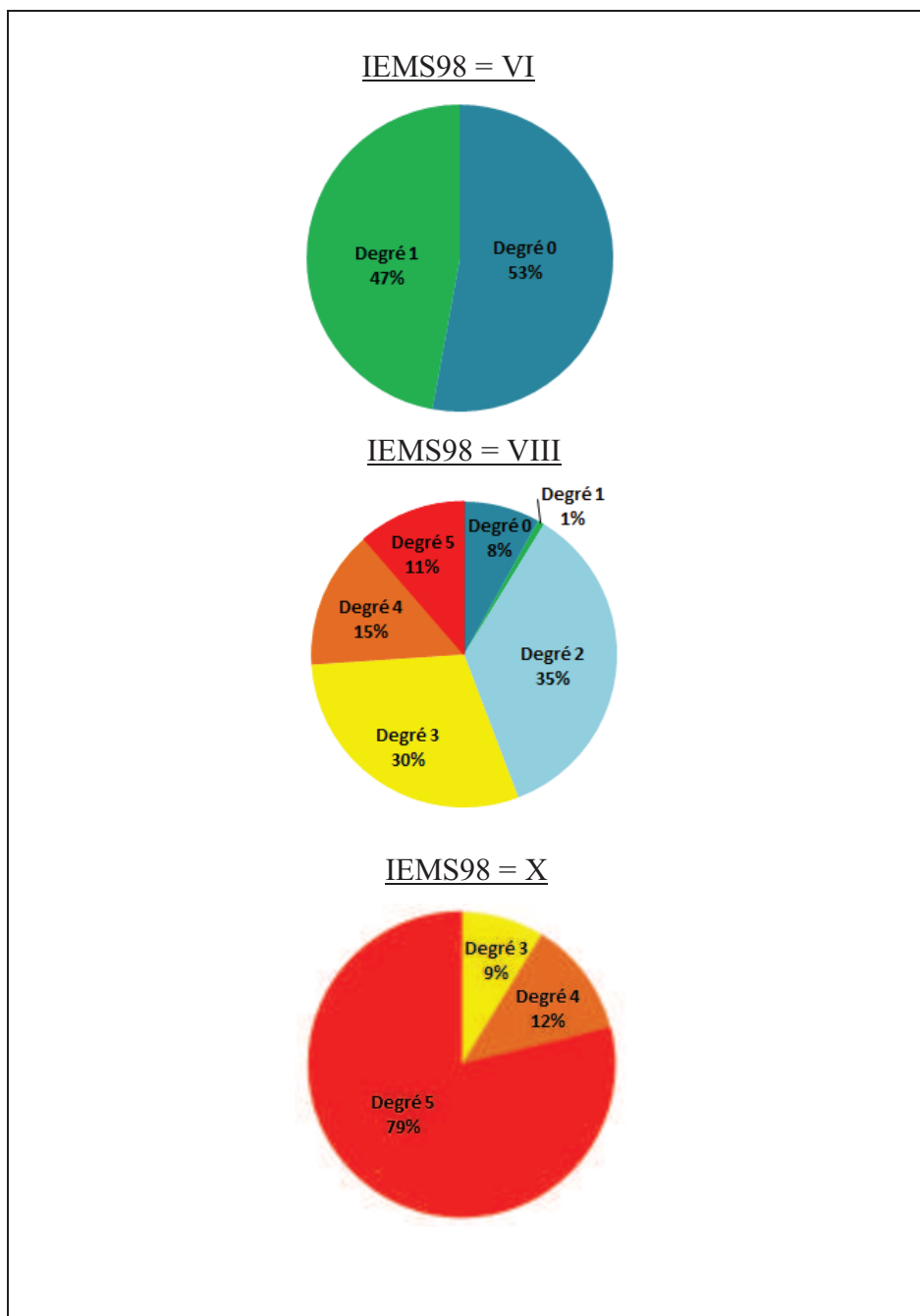


Figure.4.14 Pourcentage des degrés des dommages pour différents scénarios sismiques

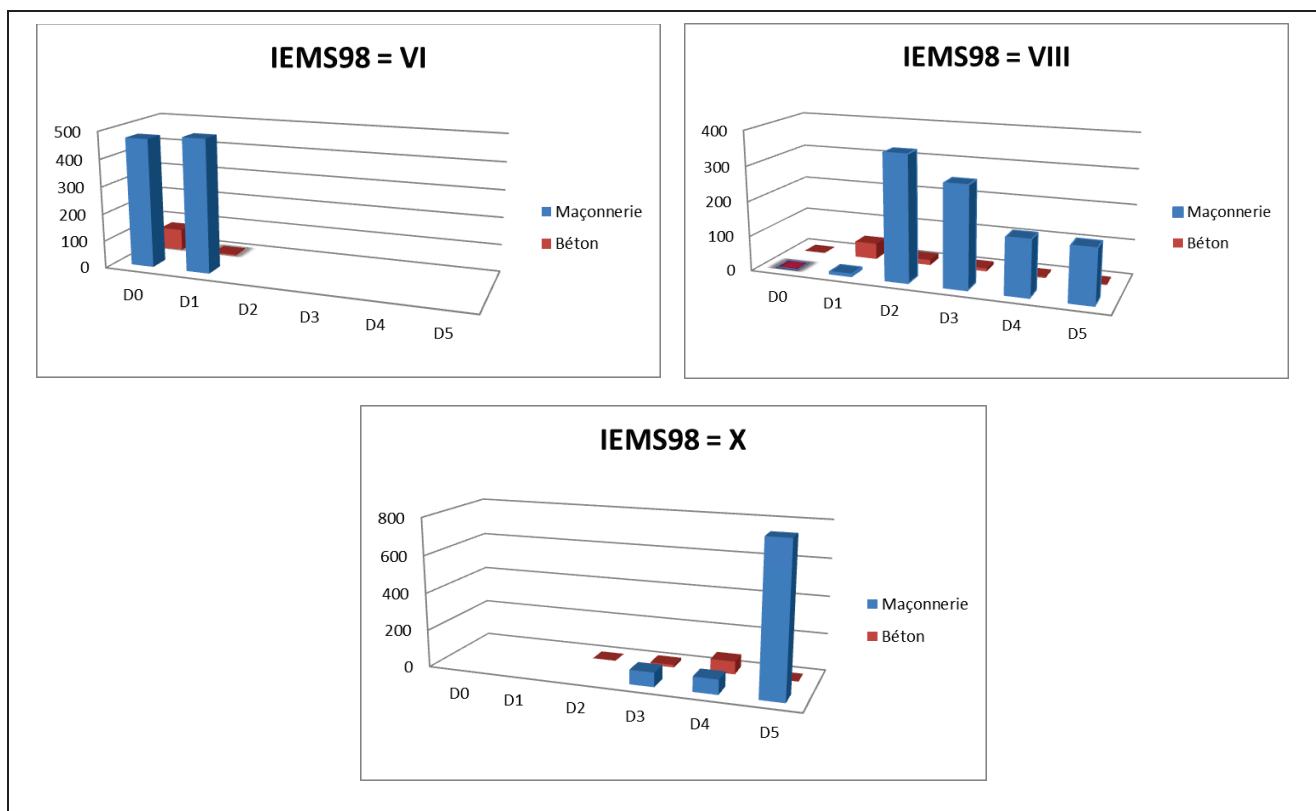


Figure.4.15 Distribution des degrés de dommages pour chaque type de matériau

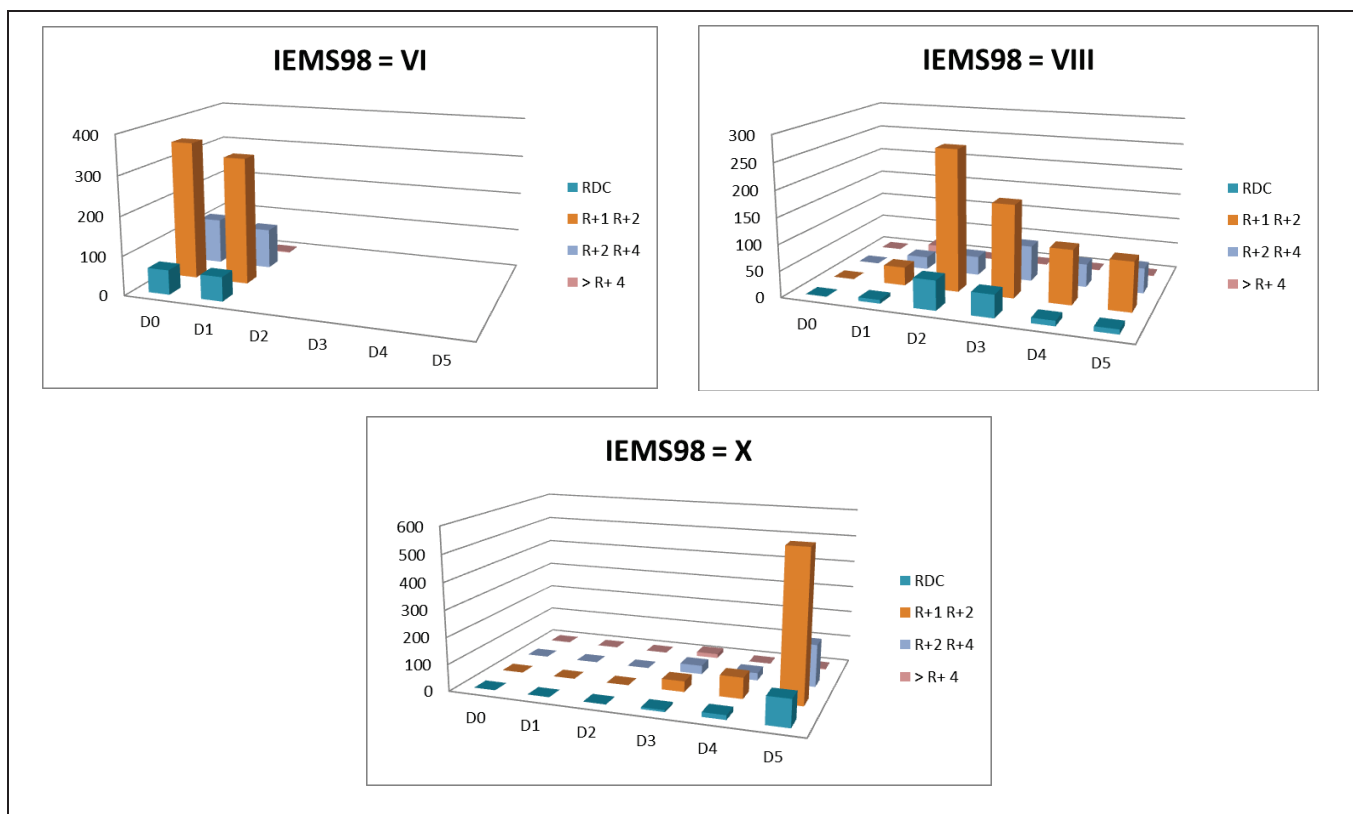


Figure.4.16 Distribution des degrés de dommages pour chaque Hauteur

Tableau.4.4. Inventaire des constructions endommagées et détruites pour chaque ilot

Ilot	IEMS98 = VIII		IEMS98 = X	
	Constructions endommagées D2 / D3	Constructions détruites D4 / D5	Constructions endommagées D2 / D3	Constructions détruites D4 / D5
1	12	0	0	12
2	20	2	2	22
3	27	3	14	30
4	37	2	10	39
5	3	6	0	9
6	5	1	1	5
7	0	0	2	0
8	98	26	8	123
9	46	2	0	48
10	0	0	9	0
11	54	23	0	77
12	16	48	0	64
13	38	12	1	49
14	28	30	0	58
15	0	0	2	0
16	45	41	2	86
17	17	11	0	28
18	3	18	3	21
19	36	19	6	51
20	25	4	0	29
21	0	0	9	0
22	3	25	3	25
23	5	9	3	14
24	22	25	4	47
25	3	3	5	6
26	48	57	2	105
27	2	0	4	2

- ✓ Pour le **Tableau.4.4** on remarque que Les constructions endommagées sont celles dont le degré de dommage varie de 2 à 3, alors que pour le degré de dommage de 4 à 5 les constructions sont partiellement ou complètement effondrées, Les dommages sont négligeables pour une intensité sismique égale à VI selon l'échelle EMS98

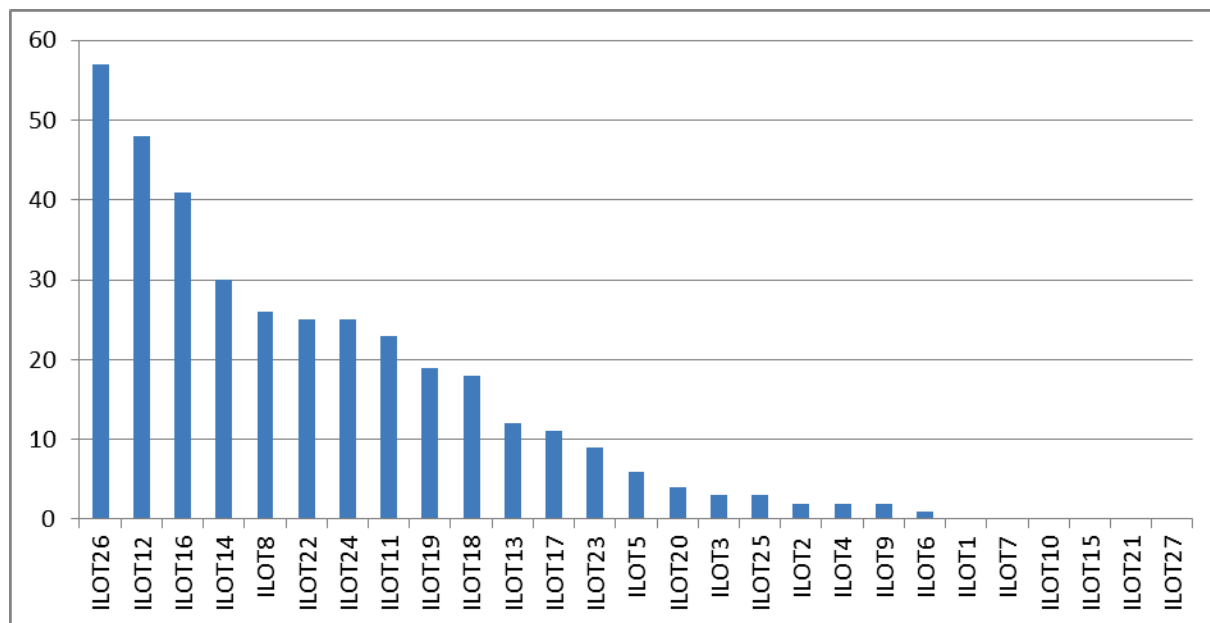


Fig.4.18 nombre de construction en dommage D4/D5 sur les ilots pour un scénario sismique (IEMS98 = VIII)

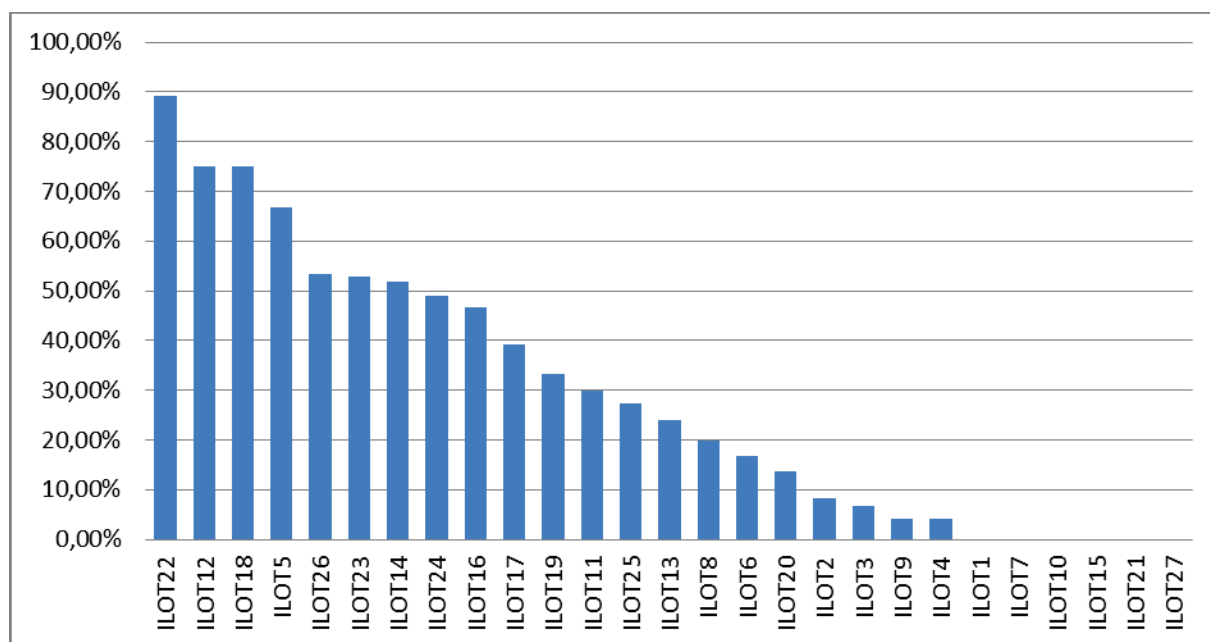


Fig.4.19 pourcentage de construction en dommage D4/D5 sur les ilots pour un scénario sismique (IEMS98 = VIII)

IV.5.4. Synthèse des résultats

1) Comparaison entre les ouvrages construits en maçonnerie et ceux construits en béton :

La Fig.4.15 présente les résultats des degrés de dommages pour les ouvrages en maçonnerie et les ouvrages en béton, qui illustrent un comportement différent des deux matériaux face à l'action sismique, ou on constate que les ouvrages construits en béton armé résistent mieux que les ouvrages en maçonnerie qui connaissent des défaillances importantes, si l'intensité d'un séisme dépasse VIII sur l'échelle EMS98. Cette tendance se confirme pour l'ensemble des scénarios sismiques.

2) Comparaison des ouvrages d'hauteurs différentes :

La comparaison établie dans la fig.4.16 confirme que la hauteur des ouvrages a moins d'influence que celle des matériaux, car le centre-ville de Blida a pour particularité que la majeure partie des ouvrages dépassant plus de 4 étages sont construits en béton et avec des techniques de construction récentes, ce qui contribue à l'amélioration de la résistance des ouvrages face au risque sismique.

3) Etude des scénarios sismiques les plus défavorables (IEMS98 = VIII et IEMS98 = X) :

Dans le tableau.4.4 est présenté l'inventaire des constructions qui subissent des dommages importants pour les différentes simulations de scénario sismique, sauf dans le cas d'un scénario d'intensité VI où on constate que l'ensemble des ouvrages subissent au maximum des dommages non structurels légers. Le scénario et de loin le plus destructeur correspond au séisme d'intensité X. les dégâts envisagés sont considérables ou plus de 950 bâtiments sont de degré 4 ou 5 (effondrement partiel ou totale).

Le scénario sismique (IEMS98 = VIII) permet de comparer le niveau de vulnérabilité de chacune des îlots qui sont soumises à une même intensité sismique. La (Fig.4.18) propose une hiérarchisation en terme de nombre de bâtiments endommagés. En nombre de bâtiments en D4/D5, les îlots 26 ; 12 ; 16 sont nettement au-dessus des autres (avec des bâtiments en D4/D5 > 40).

La représentation en % de bâtiment en D4/D5 (Fig.4.19) par rapport au nombre total de bâtiment par îlot donne une hiérarchisation différente. Avec ce type de critère, l'îlot 22 est l'îlot le plus vulnérable suivi de l'îlot 12.

IV.5.5. Comparaison des résultats avec ceux obtenus par la méthode Radius

Le scénario sismique, pour un séisme d'intensité 7 sur l'échelle de Richter, qui équivaut à 10 sur l'échelle EMS98 sera pris en compte dans la comparaison des résultats obtenus, pour le bâti du centre ville de Blida par la méthode RISK-UE, et par la méthode Radius réalisée dans le cadre de son mémoire de magister effectué par Mme Tadjer, qui pour thème scénario catastrophe pour la ville de Blida.

Pour les deux méthodes, les endommagements constatés sur les constructions, sont très importantes, mais on constate que le nombre de constructions endommagées fortement est

plus élevé dans notre cas d'étude (méthode RISK-UE) que pour celui de la méthode Radius , ces différences sont le fait des critères pris en compte ,et des méthodes de calcul adoptées pour chacun des deux approches .

IV.6. Conclusion

Dans ce chapitre, l'objectif principal était de rendre compte de la vulnérabilité sismique des constructions du centre ville de Blida, par son estimation au moyen de la méthode Risk-UE afin de prévenir des dommages qui peuvent se produire lors de séismes futurs .

1040 constructions sont considérées dans cette étude qui représente l'ensemble du bâti du centre ville de Blida .les résultats obtenus par cette méthode peuvent se résumer par les indices de vulnérabilités sismiques, et les dommages moyens pour chaque construction. et enfin une estimation des dommages pour des intensités sismiques variables représentées sous forme de cartes sous le logiciel Map info.

Les résultats obtenus confirment les prévisions pessimistes constatées sur le terrain, car il paraît évident qu'un grand nombre de constructions de l'aire d'étude était susceptible de connaître des dommages, plus au moins important en cas d'un séisme important. L'étude à confirmer ces prédictions surtout pour des séismes d'intensité supérieure à VI sur l'échelle EMS98.

Les constructions les plus touchées sont principalement en maçonnerie, et datant dans la plupart du temps de l'ère coloniale. Alors que pour celles construites en Béton leurs vulnérabilités est moindre, et cette tendance est confirmée de façon prononcée pour les Bâtiments récents construits selon des réglementations parasismiques.

Même incomplète, cette méthode permet à moindre coût d'avoir une première hiérarchisation de la vulnérabilité, par quartier ou pour un groupe de bâtiment, permettant de prévoir des études plus sophistiquées, et plus coûteuses, focalisées sur les ensembles de bâtiments apparaissant comme les plus vulnérables. Cette première étape d'inventaire sismique permet une première représentation des effets d'un séisme sur une ville donnée.

CHAPITRE V

VULNERABILITE DU TISSU URBAIN FACE AU RISQUE SISMIQUE

V.1. Introduction

Dans le chapitre IV, les efforts se sont focalisés sur l'étude de la vulnérabilité sismique sur l'étude de la vulnérabilité sismique, des constructions d'un point de vue structurel qui constitue l'approche classique de détermination des effets induits par les risques sismiques sur les enjeux composant les enjeux d'une agglomération.

Toutefois, ce modèle reste incomplet car il ne permet pas de rendre compte des relations complexes entre les dimensions et enjeux majeur d'un système urbain dans son ensemble. Cet état de fait justifie l'importance d'une évaluation complète du risque sismique de son contexte générale ou l'accent devra être mis sur tous les éléments définissant l'espace urbain.

La vulnérabilité urbaine face au risque sismique possède des caractères spécifiques, qui tiennent aux particularités des villes et à leur fonctionnement comme la morphologie des voiries, importance des équipements recevant un public important. dans ce cas la vulnérabilité intègre en plus du risque de dommage physique direct .d'autres éléments comme les dommages indirects.

L'objectif de ce travail consiste à caractériser la vulnérabilité des enjeux, qui définissent les zones urbaines en cas d'un séisme pour en limiter les effets à partir d'une analyse multicritère détaillée . Cette nouvelle approche est complémentaire de celle des méthodes d'évaluation de la vulnérabilité développée pour les constructions. la détermination des indices de vulnérabilité urbaine permettra d'identifier les zones urbaines les plus vulnérables au risque sismique.

V.2. La Méthode hiérarchiques multicritères (MHM)

V.2.1. Généralités

Les méthodes hiérarchiques multicritères (MHM) créés par Thomas L. SAATY constituent une démarche complémentaire indispensable, pour traiter de manière cohérente et organisée un ensemble plus complet de critères, qui soit tangible et intangible, quantitatif et qualitatif dont l'ensemble caractérise l'espace urbain. Elle permet aussi pour les gestionnaires de collectivités locales de prendre des décisions efficaces relatives à des problèmes complexes en simplifiant et en accélérant le processus de prise de décision naturelle en [53] :

- Décomposant une situation complexe et non structurée
- Classant les parties variables selon un ordre hiérarchique
- Attribuant des valeurs numériques à des jugements subjectifs sur l'importance relative de chaque variable
- Synthétisant les jugements pour déterminer les variables prioritaires.
- Testant la cohérence des appréciations et des jugements.

V.2.2. Les étapes de la méthode de hiérarchie multicritère (MHM)

Les étapes de la méthode de hiérarchie multicritère (MHM) sont les suivantes [53] :

Etape 1:

Définition du problème traité qui est la caractérisation de la vulnérabilité urbaine aux séismes, en élaborant les critères définissant cette vulnérabilité, puis en les hiérarchisant.

Pour construire une hiérarchie, il faut identifier les critères, les regrouper ensuite en ensemble homogène et enfin les disposer en différents niveaux. Chaque critère d'un niveau donné est alors comparé avec l'ensemble des autres éléments du même niveau en fonction des éléments du niveau supérieur.

Etape 2 :

Cette étape permet de synthétiser nos appréciations d'une façon mathématique, pour pouvoir vérifier la cohérence. La MHM permet d'obtenir un classement des éléments selon leur importance relative à partir de comparaison binaire.

L'avantage de la MHM est qu'elle permet aussi de tester la cohérence de nos appréciations. Un raisonnement est cohérent si son indice de cohérence est inférieur ou égal à 10%.

L'indice de cohérence d'une hiérarchie, s'obtient en additionnant les indices de cohérence de chaque matrice pondéré par la priorité du critère utilisé pour la comparaison. et en calcule le facteur de pondération (p_i) propre à chaque critère

Etape 3 :

Les notes attribuées pour chaque classe des critères, sont pondérés par un facteur de pondération (p_i) suivant l'importance de celui-ci. Finalement, l'indice de vulnérabilité est donné par la somme des scores de vulnérabilité urbaine pondérée

$$IU = \sum IU_i * p_i$$

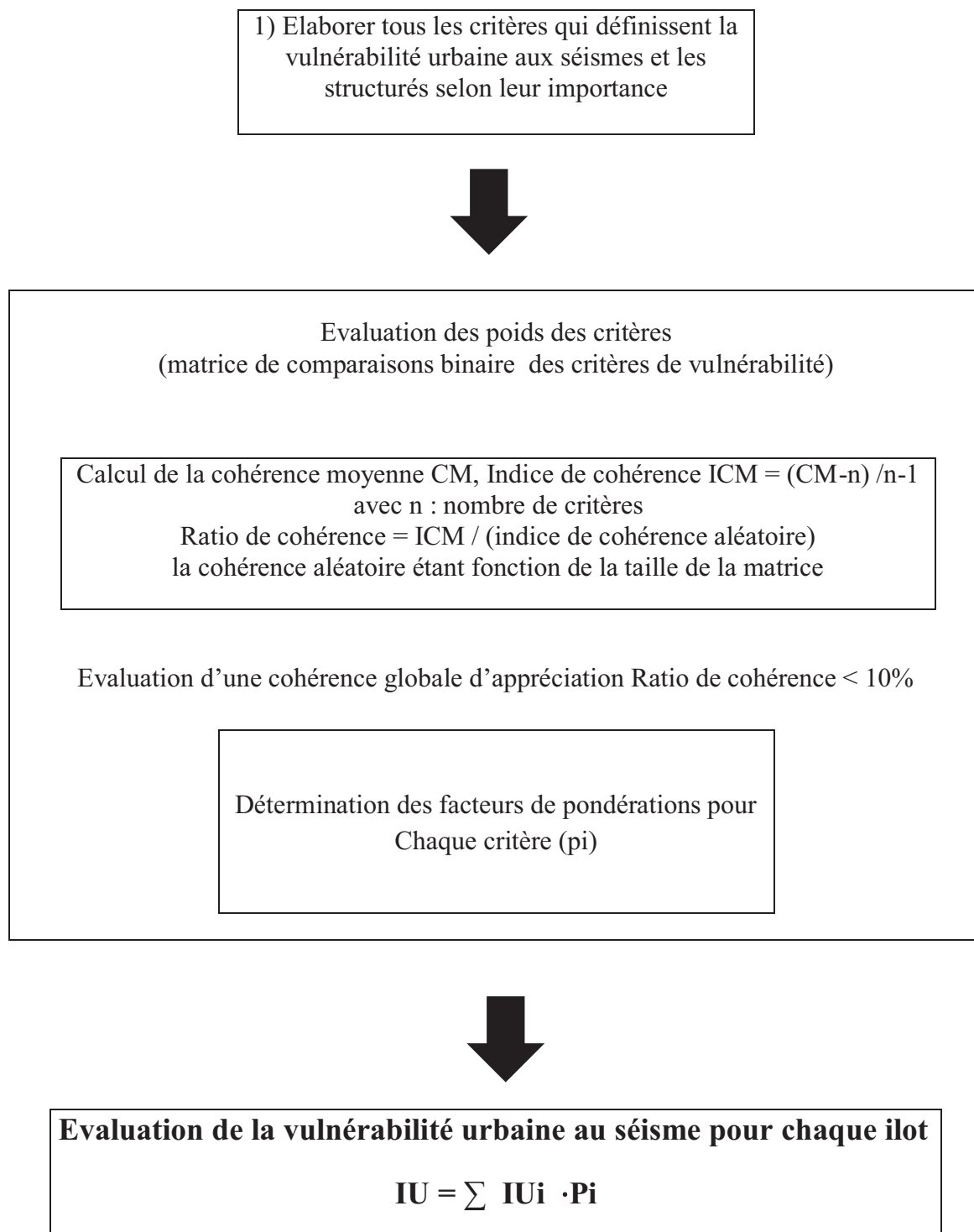


Figure.5.1 Démarche séquentielle de l'analyse hiérarchique multicritère [53]

V.3. Application de la MHM pour le calcul des coefficients de pondération

Pour le calcul des facteurs de pondération on utilise Le logiciel développé par le CCI (Canadian conservation Institute) qui est conçu pour l'application de la Méthode Hiérarchique multicritères (MHM) pour l'évaluation des critères choisis qui sont étalonnés sur une échelle numérique. Ce processus fonctionne par la comparaison séquentielle de paires de critères (chaque critère est évalué relativement à tous les autres, dans une série de comparaisons un à un) dans la matrice de comparaison Fig.5.3 Et on ordonne sur une échelle de -9 à +9 fig. L'importance relative d'un critère par rapport à l'autre [54].



Figure.5.2. Echelle des poids pour chaque critère pour la matrice de comparaison binaire

Le modèle mathématique incorporé dans le logiciel aboutit donc à une pondération relative de chaque critère. La somme des facteurs de pondération est de 1. Le modèle comprend aussi un rapport de cohérence qui indique à quel point l'évaluation comparative des critères a été faite de façon cohérente. Une valeur peu élevée indique une bonne cohérence. L'idéal serait que la valeur soit inférieure à 0,10. L'intensité des appréciations est restituée au logiciel avec le plus d'objectivité possible qui à son tour l'exprime sous la forme d'une échelle-ratio Comprise entre 0 et 1 [54].

Pour chaque critère correspond un facteur de pondération qui est obtenue suivant les poids préalablement établis par la hiérarchisation des critères.

Critères	Densité de la population	Qualité du Bâtit	période de construction	Etroitesse des voiries	Classe des équipements	Moyens d'interventions
Densité de la population		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Qualité du Bâtit			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
période de construction				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Etroitesse des voiries					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Classe des équipements						<input type="checkbox"/>
Moyens d'interventions						

Figure.5.3 Matrice de comparaison binaire pour les critères
Interface du logiciel qui utilise la méthode MHM [54]

V.4. Les critères de la vulnérabilité urbaine choisie

Six critères sont pris en compte dans le calcul de valeur de l'indice de vulnérabilité urbain, ils représentent les éléments influents de l'espace urbain en cas d'un séisme, chaque critère est classé en classe associé à des notes variant de 0 à 1.

Les données de ces indicateurs ont été hiérarchisées en plusieurs classes auxquelles une note de l'indicateur correspondant sera attribuée aux tronçons :

- 1, 0.75, 0.50, 0.20 s'il y a 4 classes
- 1.0, 0.60, 0.20 s'il y a 3 classes
- 1.0 et 0.5 s'il y a 2 classes.

V.4.1.Densité de la population

La densité, qui est un indicateur de la concentration des habitants et des flux, il est Considéré comme le facteur le plus évident de la vulnérabilité au niveau d'un tissu urbain, Car il représente le facteur de risque pour la population.

D > 700	IU ₁ =1.00
700 > D > 400	IU ₁ =0.75
400 > D > 200	IU ₁ =0.50
200 > D	IU ₁ =0.20

V.4.2.Qualité du bâti (pourcentage des constructions en mauvais états)

Tout comme pour la densité la qualité du bâti joue un rôle primordiale dans classes sont définies, pour chaque ilot on calcule le pourcentage de construction en mauvais état et mal entretenue 1 les risques liés aux séismes dépendent surtout de la qualité du bâti. Le critère sera représenté par 4 Classes qui sont les pourcentages de constructions en mauvais état pour chaque ilot,

Les Caractéristiques pour la détermination des constructions en mauvais état :

- fissures profondes dans les murs porteurs
- flambement des murs porteurs
- toitures, menuiserie et enduits dégradés
- infiltration d'eau
- Escaliers dégradés

V.4.3.Période de construction (avant 1981)

Comme pour la détermination du critère de la période de construction avec la méthode RISK-UE nous allons utiliser l'année 1981 comme marqueur entre deux époques du point de vue des techniques de construction et l'introduction des premières règles parasismiques en Algérie.

- ✓ 4 classes ont été définies, chacune d'elle représente le pourcentage de Bâtiment construit avant l'année 1981 pour chaque îlot.

[75% -100%]	IU ₃ =1.00
[50% - 75%]	IU ₃ =0.75
[25% - 50%]	IU ₃ =0.50
[0% - 25%]	IU ₃ =0.20

V.4.4.Étroitesse des voiries et accès

Les réseaux de communication sont prépondérants dans le fonctionnement d'un territoire, car La pérennité de la voirie est nécessaire, tant du point de vue de la gestion de la crise que du point de vue du retour à l'activité normale de la société. Ils jouent un rôle à la fois dans l'acheminement des secours et dans l'évacuation de la population.

- ✓ La voirie est classée selon la diminution de sa largeur (Étroitesse)

Très étroit	IU ₄ =1.00
Moyennement étroit	IU ₄ =0.60
Faiblement étroit	IU ₄ =0.20

V.4.5. Classe des Equipements

Ce critère est lié à la fonction attribuée pour chaque équipement. Si nous avons par exemple un centre commercial ou une salle de spectacle, ou un grand nombre de personnes sont susceptibles d'être présent, le niveau d'attente de la sécurité sera plus élevé que pour une simple habitation, surtout pour les équipements dont la pérennité est nécessaire pour la gestion de la crise post-sismique (Annexe E).

Catégorie A	IU ₅ =1.00
Catégorie B	IU ₅ =0.60
Catégorie C	IU ₅ =0.20

V.4.6. Moyens d'interventions

Elle concerne principalement la présence ou la proximité des moyens d'intervention rapide en cas d'une catastrophe (casernes de pompiers, commissariats, gendarmeries), un autre paramètre est pris en compte pour la définition de ce critère, c'est la présence ou non de bouches incendies qui sont d'une importance vitale pour combattre le feu.

Faible	IU ₆ =1.00
Moyen	IU ₆ =0.60
Élevé	IU ₆ =0.20

V.5. Résultats

V.5.1. La matrice de comparaison (répartition des poids)

Tableau.5.1 Matrice de comparaison binaire

Critères	Densité	Qualité du bâti	Période de construction	Etroitesse des voiries	Classe des Equipements	Moyens d'intervention
Densité	-	1	1	4	6	8
Qualité du bâti	-	-	1	4	6	8
Période de construction	-	-	-	4	6	8
Etroitesse des voiries	-	-	-	-	2	4
Classe des Equipements	-	-	-	-	-	2
Moyens d'intervention	-	-	-	-	-	-

Le rapport de cohérence pour l'évaluation comparative des critères Tableau.5.1 est égale à 0,010 cette valeur est inférieure à 0,10. Ce qui confirme la cohérence du choix des poids pour la comparaison entre les critères

V.5.2. Les facteurs de pondérations

Le tableau.5.2 présente les facteurs de pondérations calculés par la méthode MHM, les coefficients obtenus peuvent être interprétés comme un pourcentage d'importance de chaque critère (puisque la somme des coefficients font 1) :

Tableau.5.2 les facteurs de pondération pour chaque critère

Critères	Densité	Qualité du Bâti	Epoque de construction	Etroitesse des voiries	Classe des Equipements	Moyens d'interventions
Facteurs de pondération	0.280	0.280	0.280	0.084	0.047	0.029

V.5.3. Estimations des indices des vulnérabilités urbaines

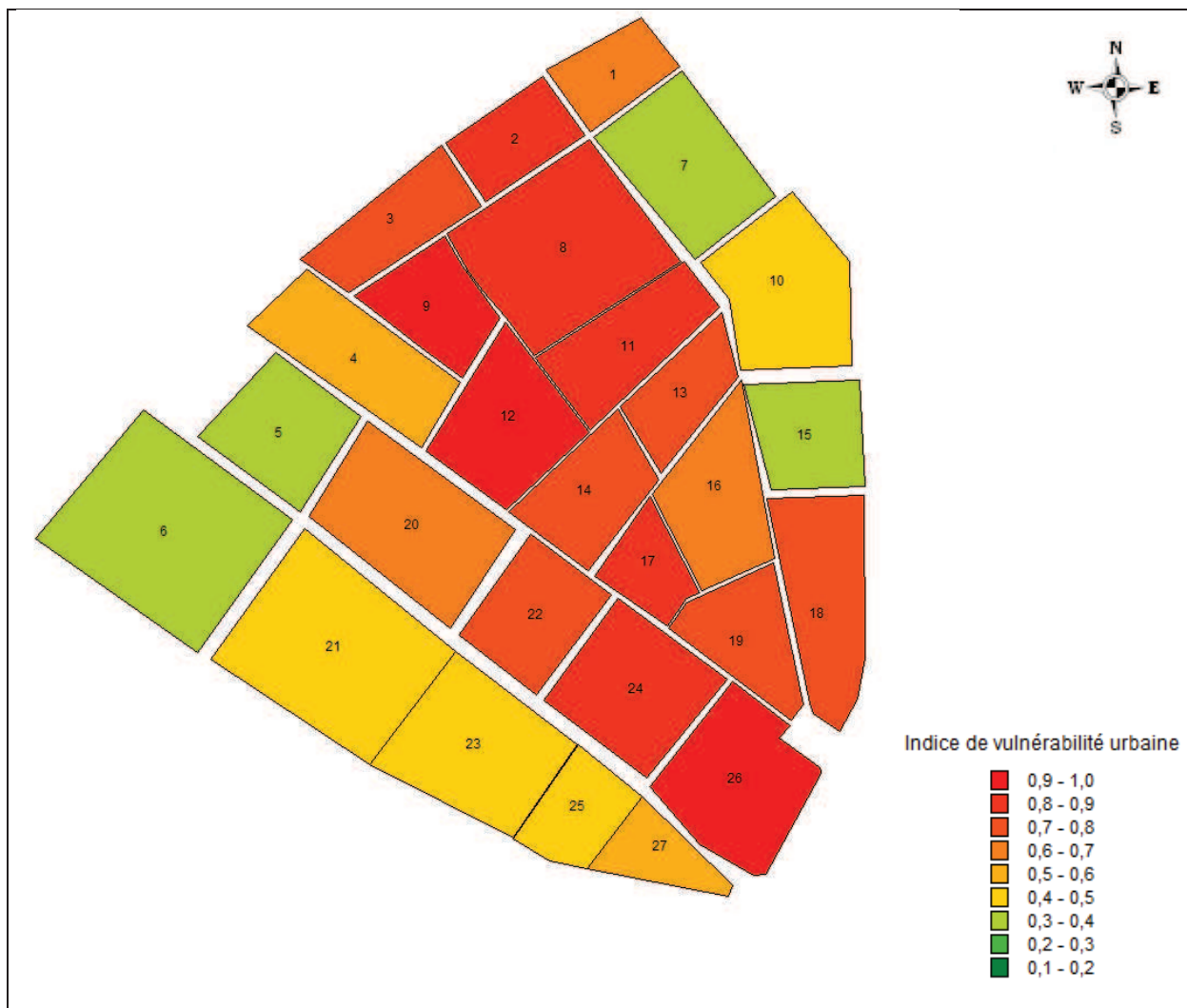


Figure.5.4 Carte des indices de la vulnérabilité urbaine pour le centre ville de Blida

NB. Les mêmes codes couleurs sont utilisés pour représenter les cartes des indices des vulnérabilités pour la méthode RISK-UE et les cartes des indices des vulnérabilités urbaines pour la méthode MHM

La carte suivante (fig5.5) représente le niveau de vulnérabilité de chaque îlot, en tenant compte du degré d'influence de chaque critère dans la détermination de la vulnérabilité urbaine. On constate que pour chaque îlot les critères ne sont pas homogènes et varient pour chaque îlot suivant les caractéristiques de la zone étudiée.

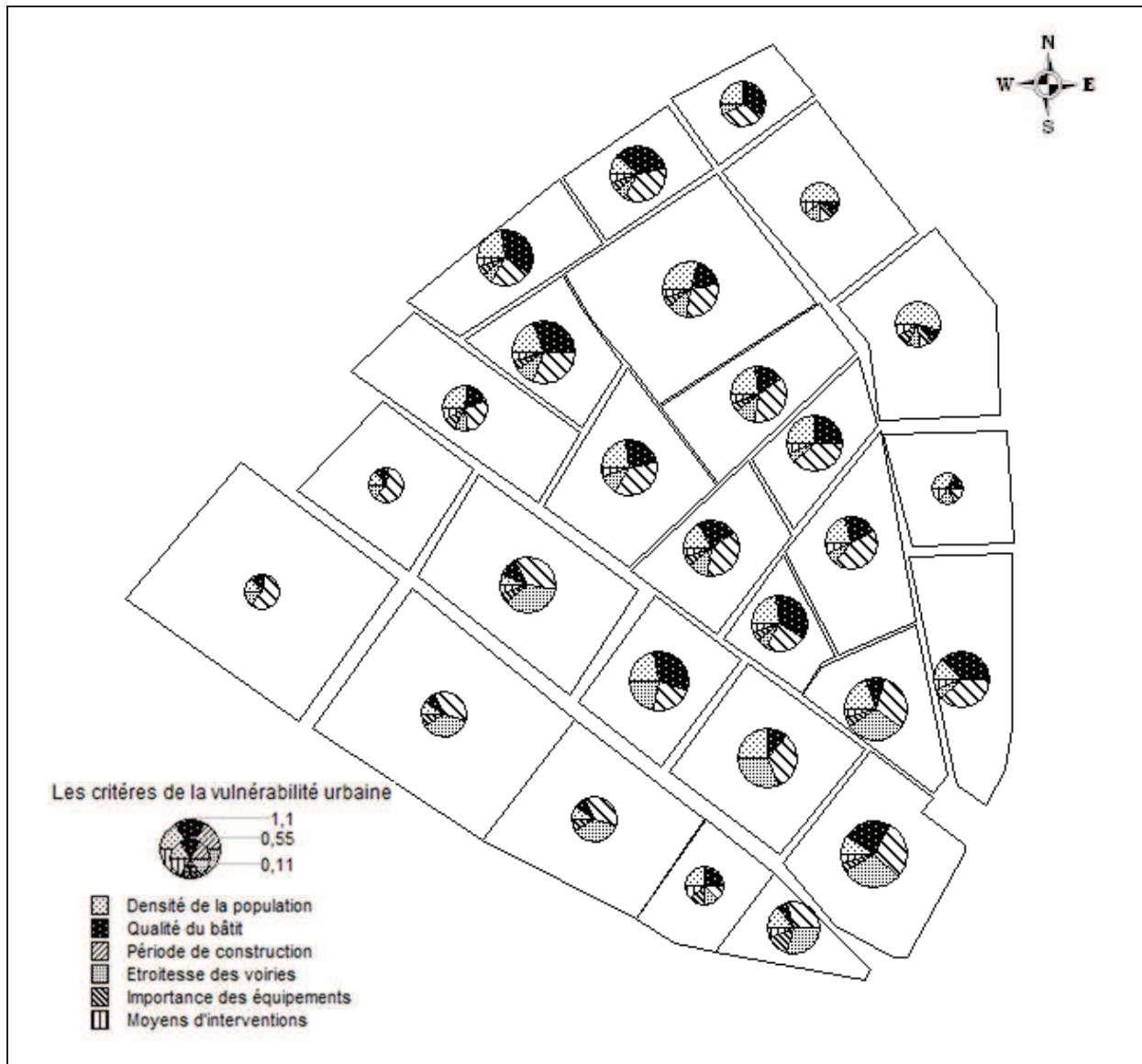


Figure.5.5. Carte des poids de chaque critère dans la vulnérabilité urbaine

V.6. Synthèse des résultats

Les ilots les plus vulnérables au risque sismique sont concentrés dans la partie la plus ancienne du centre ville de Blida, avec des indices de vulnérabilité urbaine supérieurs à 0,9 pour les ilots 9 ; 12 ; 24 qui sont représentés par la couleur rouge dans la carte Fig.5.4 .Ces résultats peuvent s'expliquer par la forte concentration de la population ; et la fragilité des constructions qui datent en moins d'une cinquantaine d'années construites en majorité en maçonnerie, un autre facteur qui concerne l'espace urbain rentre en jeu qui est l'étroitesse des voiries et des accès qui est une caractéristique propre aux anciennes villes coloniales, mais à un degré plus important pour les quartiers turcs et arabes , car il accentue la vulnérabilité urbaine et par son rôle dans La pérennité de la voirie qui est nécessaire tant du point de vue de la gestion de la crise que du point de vue du retour à l'activité normale de la société.

Pour le reste des ilots qui représentent les constructions récentes les indices de vulnérabilité sont moindres avec une valeur qui ne dépasse pas 0,5. mais on peut remarquer que le critère de la densité de population est très important pour les grands ensembles de logements collectifs

V.7. Comparaison avec les résultats obtenus par la méthode RISK-UE

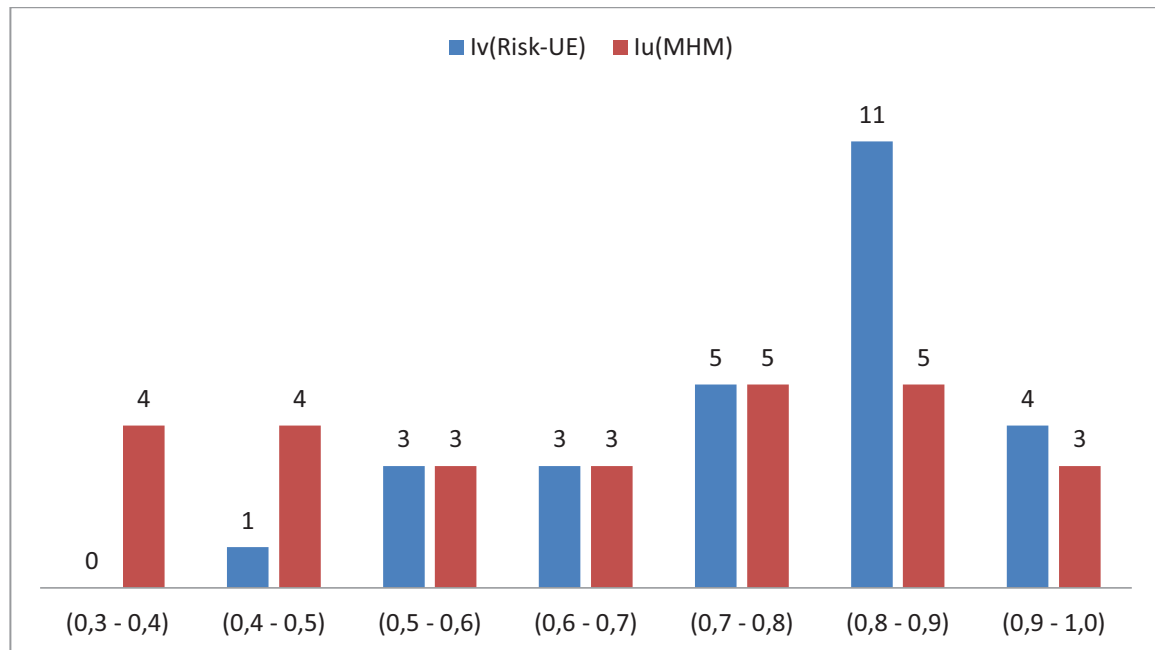


Figure.5.6 comparaison entre la méthode RISK-UE et la méthode MHM pour les indices de vulnérabilité

La détermination des indices de vulnérabilité sismique des constructions par la méthode RISK-EU pour chaque ilot a été développée dans le chapitre IV. Ces résultats obtenus vont être comparés avec ceux obtenus par la méthode MHM **Figure.5.6**. les ilots avec des indices de vulnérabilité supérieure à 0.8 sont plus élevés pour la méthode RISK-UE.

En analysant les deux cartes obtenues pour les deux méthodes, nous constatons une forte similitude des résultats pour les ilots de la partie centrale de l'aire d'étude, qui sont caractérisés par un indice de vulnérabilité élevée pour chacun des deux méthodes, du fait que les critères en relation avec le comportement de la structure des bâtiments sont défavorables à cause du caractère ancien du bâti et la dominance de la maçonnerie dans ces constructions. mais pour le reste des ilots faisant partie de l'aire d'étude la méthode MHM donne des indices de vulnérabilité moins élevés que pour la méthode RISK-UE comme pour les ilots 5, 6, 20, 22 cette différence est liée aux critères qui représentent la notion urbanistique de la méthode MHM comme la faible concentration de la population, et la présence de voiries assez larges et la présence de moyens d'interventions conséquents.

V.8. Conclusion

L'analyse de la vulnérabilité urbaine par la méthode de la hiérarchie multicritère MHM du centre-ville de Blida face au risque sismique, constitue une approche complémentaire aux méthodes classiques, qui se focalise uniquement sur le Bâti et néglige les multitudes d'enjeux urbanistiques résultant d'un séisme dans un milieu urbain.

Les indices de vulnérabilités des ilots obtenus par la méthode MHM, sont légèrement plus optimistes que les résultats obtenus par la méthode RISK-UE, néanmoins on observe pour les deux méthodes que la répartition géographique des constructions les moins résistantes se trouvent dans le centre ancien et dans le sud du centre-ville de Blida où se trouve une forte densité sismique dans des zones d'habitat instable, et avec les voiries très étroites, En outre, faute d'espace ouvert dans ces zones fragiles, la gestion du risque sera compliquée et les dommages peuvent augmenter en cas d'un séisme important.

Ces résultats défavorables nécessitent incontestablement la prise de mesures afin de diminuer la vulnérabilité urbaine. Ces mesures peuvent être à court terme et qui consistent à parceller les zones urbaines pour la gestion des actions d'assistance et de secours en cas d'un séisme .et enfin des mesures à moyen et long terme qui consistent principalement à l'aménagement urbain de centre-ville de Blida par des actions de rénovation et réhabilitation de son bâti.

CONCLUSION GENERALE

L'objectif principal de ce travail, était de contribuer à la mise en place d'un SIG dédié à l'évaluation de la vulnérabilité, et la gestion du risque sismique pour l'ensemble du bâti du centre-ville de Blida.

L'état des connaissances sur les caractéristiques urbains et physiques du centre-ville de Blida, et l'identification de la sismicité historique de la ville de Blida et globalement celle de la Mitidja ont permis de déduire les résultats suivants:

- ❖ La composition urbanistique du centre-ville de Blida révèle une grande hétérogénéité, mêlant des maisons individuelles et collectives, des constructions en béton et autres en maçonnerie, et des époques de constructions différentes.
- ❖ La forte sismicité propre à la ville de Blida, qui est classée en zone III d'après le règlement parasismique Algérien (RPA 99 version 2003), qui justifie la prise des mesures pour minimiser le risque sismique.
- ❖ La situation du centre-ville sur un dépôt alluvionnaire, cette position n'est pas des plus favorables car le sol en place a tendance à emprisonner les ondes des séismes, l'effet de site.

L'évaluation de la vulnérabilité sismique sous SIG de l'ensemble des constructions du centre-ville de Blida, a été effectuée par l'application de la méthode RISK-UE niveau 1 qui est basée sur la méthode des Matrices de Probabilité des Dommages (DPM), c'est une corrélation statistique entre l'intensité macrosismique et le dommage apparent, décrit en termes de degré de dommage. Le niveau 1 est dérivé de L'Echelle Macrosismique Européenne (EMS98) et, comme celle-ci, comporte 5 degrés de dommage.

Plusieurs scénarios pour des intensités sismiques différents ont été réalisés. Chacun des scénarios nous a permis de comprendre le comportement des constructions pour un séisme donné. L'estimation des degrés de dommage et leur répartition spatiale sont les résultats obtenus principalement sous forme cartographique.

Les scénarios d'intensité sismique VIII et X sur l'échelle EMS98, sont les simulations de séismes, qui ont causés le plus de dégâts ou respectivement plus de 26% des bâtiments pour le premier scénario et plus de 90% pour le deuxième scénario sont endommagés fortement ou détruit, à l'opposé le scénario d'intensité sismique VI sur l'échelle EMS98 ou les bâtiments résistent très bien au séisme avec des dégâts non structuraux négligeables. Toutefois les résultats obtenus sont entachés d'une incertitude assez large du fait que les données qui ont contribué à l'établissement des scénarios sont basiques et évolutives, cependant plus les données d'entrée des scénarios sont précises et plus les incertitudes peuvent être réduites.

Enfin les résultats obtenus par la nouvelle approche développée pour l'évaluation du risque sismique au milieu urbain, par l'utilisation de la méthode Hiérarchique Multicritère (MHM) a méthode traduit la forte interaction des éléments constitutifs de l'espace urbain, surtout qu'on comparant cette nouvelle méthode avec les méthodes classiques d'évaluation de la

vulnérabilité , on constate une complémentarité évidente du fait que la vulnérabilité au risque sismique est définie d'une manière plus globale et accroît son efficacité .

Enfin le travail fourni dans cette thèse confirme que le SIG constitue un outil précieux pour l'élaboration des cartes de vulnérabilité sismique. Dans le cas du centre-ville de Blida Le SIG élaboré constitue également un outil performant et efficace d'aide à la décision pour les gestionnaires de la ville, car il améliore la qualité des réponses apportées au danger sismique.

Plusieurs recommandations peuvent être formulées comme l'étude complémentaire pour les constructions vulnérables par une méthode mécanique de niveau 2, basée sur des analyses analytiques de la structure et des modélisations dynamiques ou des modélisations simplifiées. L'aménagement urbain de centre-ville de Blida, par des actions de rénovation et réhabilitation de son bâti. Prise en compte du risque sismique, dans la conception architecturales et structurelles des ouvrages ou bâtiments (règles de constructions parasismiques).

REFERENCES

- [1] Office National des Statistiques (ONS), « Recensement général de la population et de l'habitat », 2005.
- [2] Salvano .J. «Les photos des fortifications du centre-ville de Blida, Beb Sebt » : <http://jean.salvano.perso.sfr.fr/Blida/ph-fortification.html>,2006.
- [3] Agence Nationale d'Aménagement du Territoire –ANAT, « Plan d'occupation des sols pour le Centre ville de Blida. Etat des lieux et variantes d'aménagement », AOUT 1999.
- [4] Deluz-Le Bruyere .J, « Urbanisation en Algérie : processus et formes »,1988.
- [5] A.Domzig et al.« Searching for the Africa–Eurasia Miocene boundary offshore western Algeria (MARADJA'03 cruise)”, C. R. Geoscience N° 338, 2006», pp.80 –91.
- [6] Office National des Statistiques (ONS), « Recensement général de la population et de l'habitat», 1998.
- [7] Belaidi M, Rabehaoui H, Sadat M, « Etat du réseau de surveillance des eaux souterraines de la nappe de la Mitidja ». Note Technique ANRH/ DRC Soumaa. Décembre 2006.
- [8] Belaidi, M Et Rabehaoui, H. « Annuaire de la nappe de la Mitidja. Rapport. Agence Nationale des Ressources Hydrauliques ».2005.
- [9] Mutin.G, La Mitidja : « décolonisation et espace géographique, Alger », Office des Publications Universitaires, Paris, Edition du CNRS, 1977, 607 pp.
- [10] Meghraoui.M, « Géologie des zones sismiques du Nord de l'Algérie, paléo-sismologie, tectonique active et synthèse sismotectonique », thèse doc. Es sciences, 1988, Paris, 356 pp.
- [11] Ayadi.A et al,«Strong Algerian earthquake strikes near capital city, EOS, Transactions», AGU, N°84, pp.561-568.2003
- [12] A.K. Yelles, H. Djellit, H.Beldjoudi, F.Semmane, S.Haned,A.Deramchi,« Sismicité de la région d'Alger 1365-2002» .Centre de Recherche en Astronomie Astrophysique.2003
- [13] Meghraoui, M., « Page spéciale sur le séisme du 21 mai 2003 sur les sites Web du CSEM et de Eost/Ipg (strasbourg) » ,2003. (<http://eost.u-strasbg.fr>).
- [14] Centre de Recherche en Astronomie Astrophysique et Géophysique – CRAAG, « Étude géologique géophysique et géotechnique des piémonts Est et Ouest de la ville de Blida », Rapport, Décembre 2005.
- [15] RPA 1999. (Version 2003), « Règlement Parasismique Algérien ».2003
- [16] Meslim.A, «Seismic vulnerability of existing Algerian School Building.Applied grants for disaster risk reduction II September 2005-May 2006» .Provention consortium, 2006.

- [17] Mckenzie, D.P, «Active tectonics of the Mediterranean region», *Geophys.J.R. Astronom, Soc*, N° 30, 1972. pp.109-185.
- [18] Tapponnier.P, «Evolution tectonique du système Alpin en Méditerranée : poinçonnement et écrasement rigide–plastique ». *Bull. Soc. Géol .France*.N°19, 3, 1977, pp .437-460.
- [19] Durand-Delga.M,Fontbotej.M , «le cadre structural de Méditerranée.occidentale ».26ème cong.géol.Intern,Colloque CS,Mém.Bur-Rech.Géol.Min,N°115, 1980,pp,67-85.
- [20] Dewey, J.E., Helman, M.L., Turco, E., Hutton, D.H.W, «Knott, D. Kinematics of the western Mediterranean.En: Alpine tectonics», (M.P. Coward, D. Dietrich et R.G. Park, Eds.). *Geological Society Special Publication*,N° 45, 1989,pp .265-284.
- [21] Meghraoui.M;Morel.J.L;Andrieux.J;Dahmani.M,«Tectonique plio-quaternaire de la chaîne Tello-rifaine et de la mer d’Alboran .Une zone complexe de convergence continent-continent» ,*Bulletin de la Société Géologique de France*,167,N°20, 1996,pp.141-157.
- [22] De Lamotte .F et al ,«TRASNSMED transect [Betics, Alboran Sea, Rif, Moroccan Meseta, HighAtlas, Jbel Saghro, Tindouf basin]», In Cavazza.W., Roure.F,Spakman.W. Stampfli G.M. & Ziegler P.A. (éds.). *The TRANSMED Atlas.the Mediterranean region from Crust to Mantle .Springer-Verlag*.2000
- [23] Argus.D.F,Gordon,R.G,DeMets,Ch,Stein.S .«Closure of the Africa-Eurasia-North America plate motion circuit and tectonics of the Gloria Fault», *J. geophys. Res*, N° 94,1989,pp. 5585-5602.
- [24] Anderson.H.J, Jackson,J.A.(1987).«Active tectonics of the Adriatic region», *Geophys.J.R.astr. Soc.*, N° 91, 1987, pp.937-983.
- [25] Programme d’Aménagement Côtier (PAC). « "Zone côtière algéroise" Maîtrise de l’urbanisation et de l’artificialisation des sols Projet d’aménagement Rapport: Etude prospective de l’urbanisation – Phase 2 – ».Programme d’Actions Prioritaires.Centre d’Activités Régionales.Décembre 2004.
- [26] USGS (2003), «National Earthquake Information Center.World Data Center for Seismology.Denver .Northern Earthquake of 21 May 2003, Magnitude 6.8.». [Http: //www.usgs.gov](http://www.usgs.gov).Poster of the Northern Algeria.
- [27] WCC 1984:«Microzonation sismique de la région de Ech-chellif, rapport technique, V1, 14 pp.WCC1984Yagi,2003.in:<http://lisee.kenken.go.jp/staff/yagi/eq/Algeria20030521/Algeria2003521.html>.
- [28] Y.Bouhadad et al .sismotéctonique de la région d’Alger Boumérdes (Algérie) ,2004.
- [29] N.Laouami, A.Slimani, Y.Bouhadad,J.L.Chatelain, A.Nour. Evidence for fault-related directionality and localized site effects from strong motion recordings of the 2003 Boumerdes (Algeria) earthquake: Consequences on damage distribution and the Algerian seismic code. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, N°26, 2006, pp. 991–1003.

- [30] Plumier. A, Camelbeeck.T, Barszez.A.M . Le risque sismique et sa prévention en région Wallonne ,2004.
- [31] Manche Y. « Propositions pour la prise en compte de la vulnérabilité dans la cartographie des risques naturels prévisibles. » - Revue de Géographie Alpine, n°2, t. 85, 1997 pp 49-62.
- [32] Calgaro, J.A. « Fiabilité et ouvrages de génie civil. 2e conférence nationale sur la fiabilité des matériaux et des structures, JN-FIAB'98 », Université de Marne la Vallée, 1998.
- [33] IDNDR (1993), « International Decade for Natural Disaster Reduction », les Nations Unies 1993
- [34] Prépétit.C, « Aléa et risque sismique en Haïti ».Bureau des Mines et de l'Energie (BME) .France.2005
- [35] Manche.Y, « Analyse spatiale et mise en place de systèmes d'information pour l'évaluation de la vulnérabilité des territoires de montagne face aux risques naturels ». Thèse de doctorat, octobre 2000, université Joseph Fourier – Grenoble
- [36] Theys.J, Fabiani.J.L, « La société vulnérable : Evaluer et maitriser les risques », Presse de l'Ecole Normale Supérieure.Paris, 1988.674 pp.
- [37] Commissariat Général du Plan français, « La prévention des risques naturels : rapport d'évaluation ». Comité interministériel de l'évaluation des politiques publiques. Paris : La documentation française, 1997,702 pp.
- [38] Belmouden.Y, Lestuzzi.P, « Evaluation de la vulnérabilité sismique des Bâtiments existants en Suisse » .Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, 2006.
- [39]Grünthal.G, Musson.R. M.W, Schwarz.J, & Stucchi.M. (1998), « European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98) ». Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Volume 15, Luxembourg 2001.
- [40] M.Bensaïbi, K.Tadger,B.Mezazigh, « Scénario catastrophe de la ville de Blida,7ème Colloque National AFPS .Ecole Centrale Paris, (2007).
- [41] Coburn.A.W, Spence.R.J.S. & Pomonis.A,«Factors determining casualty levels in earthquakes: mortality prediction in building collapse», 10th WCEE, Madrid, Spain, 1992.
- [42] OYO Corporation, «RADIUS Methodology», IDNDR, 1999.
- [43] Nollet.M .J, «Évaluation de la vulnérabilité sismique des bâtiments existants état des connaissances». Rapport Technique de L'ÉTS. École de technologie supérieure. Université du Québec ,2004.
- [44] CETE Méditerranée (DREC/SVGC-SIG). «Comparaison de méthodes qualitatives d'évaluation de la vulnérabilité des constructions aux séismes». Plan séisme - action 2.4.7. Guide des méthodes de diagnostics de la résistance des bâtiments aux séismes.2006. BRGM.

- [45] BSSC (2002a), «Rapid visual screening of buildings for potential seismic hazards: a handbook (Report N°FEMA-154, 2nd edition) ». Buildings Seismic Safety Council, 2002 Washington D.C.
- [46] BSSC (2002b), «Rapid visual screening of buildings for potential seismic hazards: supporting documentation (Report N°FEMA-155, 2nd edition) ». Buildings Seismic Safety Council, 2002 Washington D.C.
- [47] ATC1985. «Earthquake damage evaluation data for California (ATC-13) ».Applied Technology Council, Redwood City, Californie. 1985.
- [48] Giovinazzi S., Lagomarsino S., « Seismic risk analysis: a method for the vulnerability analysis of built-up areas », European Safety and Reliability Conf. ESREL, Maastricht, The Netherlands, June 2003.
- [49] RISK-UE, 2003. «An advanced approach to earthquake risk scenarios with applications to different european towns», Projet Européen, EVK4-CT-2000-00014.
- [50] Valencia-David.N«Risques naturels, aléa et vulnérabilité mécanique : cas de constructions en maçonnerie vis a avis des séismes et inondations ». Thèse de doctorat, l'université Marne-la-Vallée, 2006.
- [51] BRGM, 2009. «Scénarios Départementaux de Risque Sismique en Guadeloupe», Rapport final BRGM/RP-57488-FR, septembre 2009.
- [52] Hamdache.M.«Seismic Hazard Assessment for the Main Seismogenic Zones in North Algeria .Pure appl.Geophys.N°152, 1998. pp.281-314.
- [53] Graillot.D, Londiche.H, Dechomets.R, Batton-Huberst.M «Analyse multicritère spatiale pour l'identification de la vulnérabilité aux inondations», université de Nice, Aout 2009.
- [54] CCI(2005), Canadian conservation Institute, « Logiciel de la méthode de hiérarchie multicritère» .mai 2005. http://www.cci-icc.gc.ca/tools/ahp/index_f.asp

Annexe A

CARTES COMPLEMENTAIRES

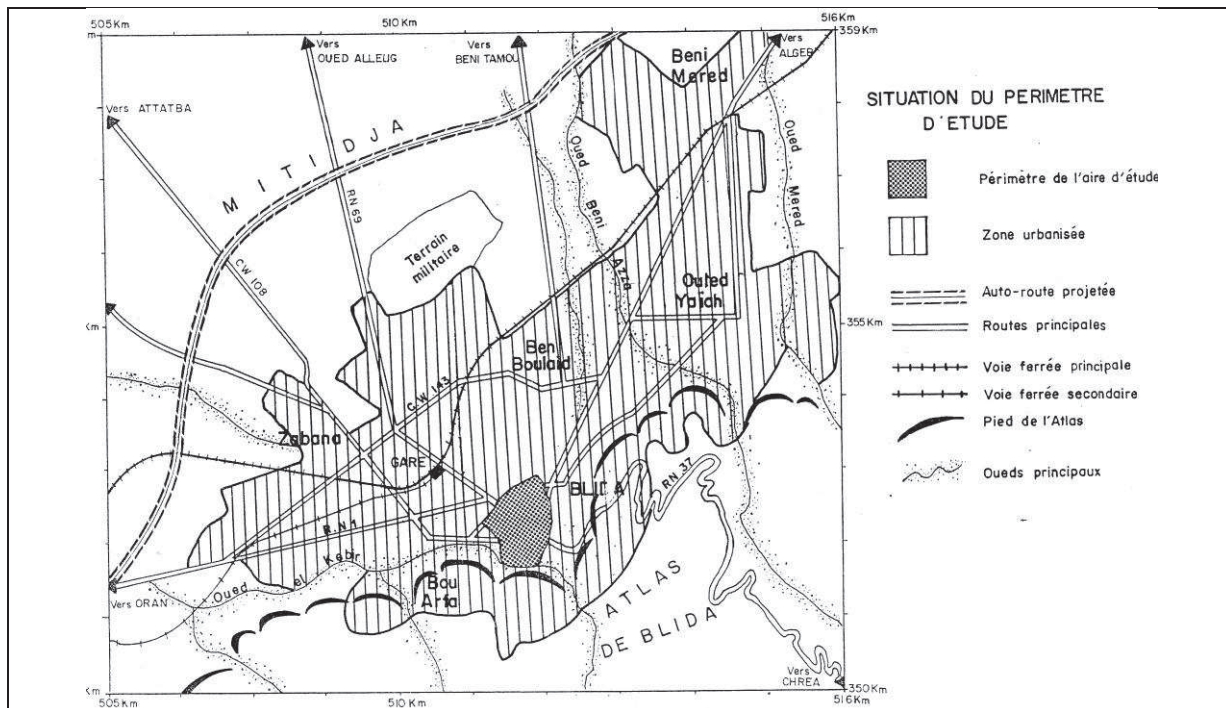


Figure.A.1 Situation du périmètre d'étude

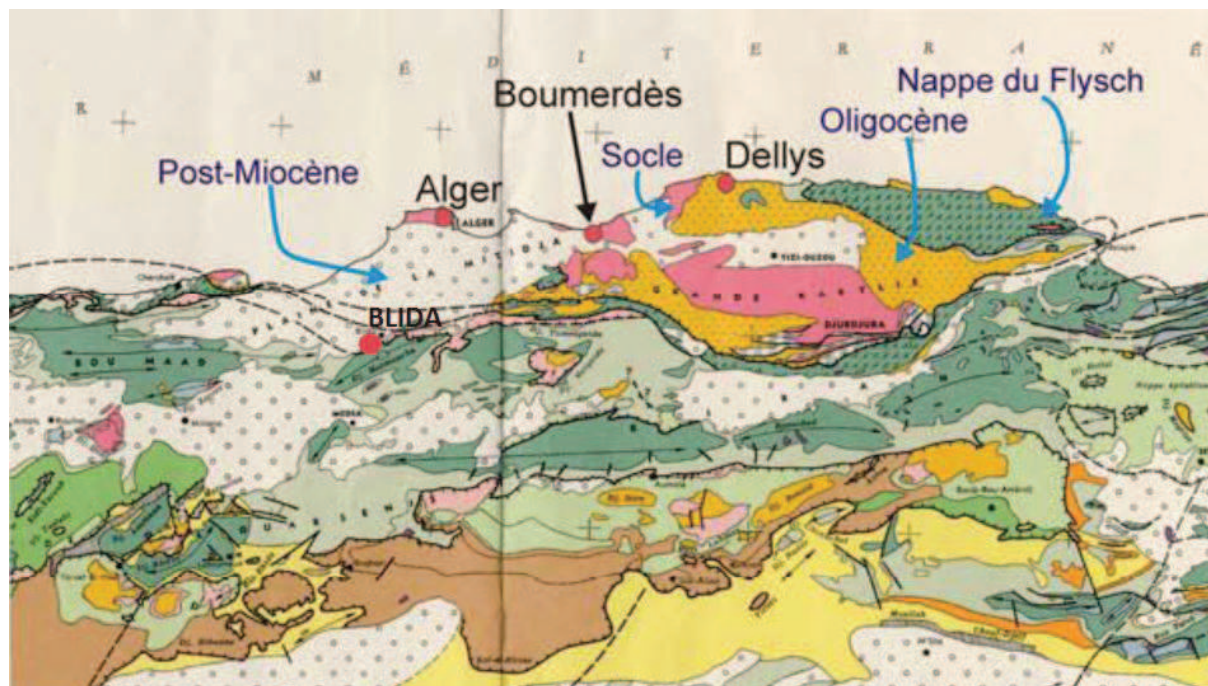


Figure.A.2 Extrait de l'esquisse tectonique de l'Algérie de M. Kieken (1962)

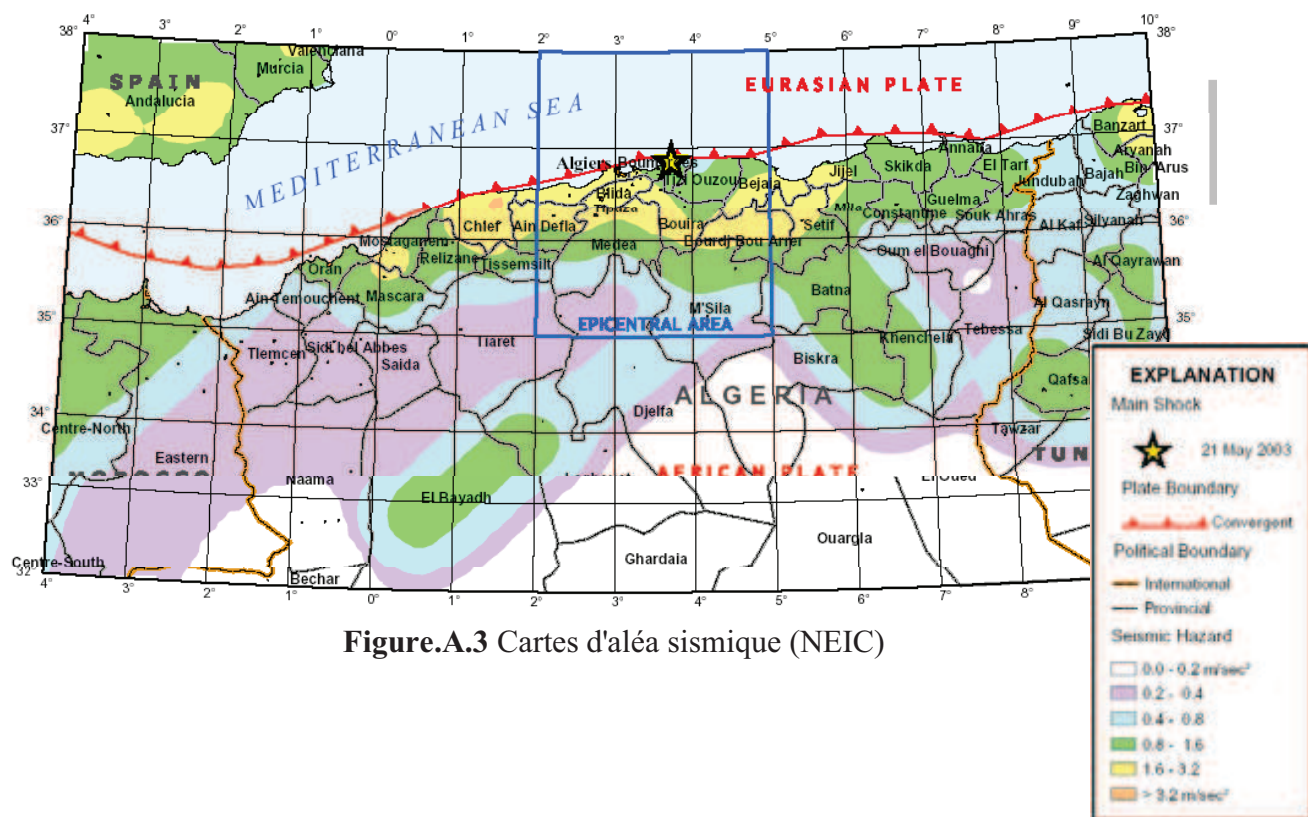


Figure.A.3 Cartes d'aléa sismique (NEIC)

ANNEXE B

**RESULTATS : LES INDICES DE VULNERABILITE SIMSIQUE ET LES
DOMMAGES MOYENS (RISK-UE)**

Le tableau suivant présente les résultats des différents scénarios sismiques simulés sous le logiciel MAP INFO pour le bâti du centre-ville de Blida, la méthode d'évaluation de la vulnérabilité RISK-UE a été utilisée pour la détermination des indices de vulnérabilité sismique IV, et les dommages moyens μD .

Les dommages moyens μD pour différents intensités sismiques Selon l'échelle EMS98								Indice de vulnérabilité (RISK-UE)	
I = V	I = VI	I =VII	I = VIII	I = IX	I = X	I = XI	I = XII		
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C1
0,662	1,334	2,324	3,372	4,159	4,609	4,828	4,927	0,950	C2
0,472	0,996	1,862	2,930	3,858	4,448	4,753	4,893	0,880	C3
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C4
0,387	0,834	1,616	2,663	3,655	4,332	4,696	4,868	0,840	C5
0,082	0,191	0,432	0,920	1,749	2,811	3,770	4,398	0,542	C6
0,472	0,996	1,862	2,930	3,858	4,448	4,753	4,893	0,880	C7
0,066	0,154	0,353	0,768	1,511	2,541	3,557	4,273	0,502	C8
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C9
0,082	0,191	0,432	0,920	1,749	2,811	3,770	4,398	0,542	C10
0,387	0,834	1,616	2,663	3,655	4,332	4,696	4,868	0,840	C11
0,066	0,154	0,353	0,768	1,511	2,541	3,557	4,273	0,502	C12
0,066	0,154	0,353	0,768	1,511	2,541	3,557	4,273	0,502	C13
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C14
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C15
0,112	0,260	0,579	1,191	2,136	3,201	4,047	4,551	0,602	C16
0,387	0,834	1,616	2,663	3,655	4,332	4,696	4,868	0,840	C17
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C18
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C19
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C20
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C21
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C22
0,074	0,173	0,395	0,849	1,640	2,690	3,677	4,345	0,524	C23
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C24
0,082	0,191	0,432	0,920	1,749	2,811	3,770	4,398	0,542	C25
0,101	0,235	0,526	1,095	2,004	3,074	3,960	4,504	0,582	C26
0,066	0,154	0,353	0,768	1,511	2,541	3,557	4,273	0,502	C27
0,574	1,181	2,122	3,188	4,038	4,546	4,799	4,914	0,920	C28
0,066	0,154	0,353	0,768	1,511	2,541	3,557	4,273	0,502	C29
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C30
0,501	1,049	1,939	3,009	3,914	4,479	4,768	4,900	0,892	C31

0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C32
0,083	0,193	0,436	0,928	1,762	2,824	3,780	4,404	0,544	C33
0,091	0,212	0,477	1,005	1,875	2,944	3,868	4,453	0,562	C34
0,060	0,141	0,323	0,707	1,410	2,419	3,455	4,210	0,484	C35
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C36
0,387	0,834	1,616	2,663	3,655	4,332	4,696	4,868	0,840	C37
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C38
0,662	1,334	2,324	3,372	4,159	4,609	4,828	4,927	0,950	C39
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C40
0,387	0,834	1,616	2,663	3,655	4,332	4,696	4,868	0,840	C41
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C42
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C43
0,074	0,173	0,395	0,849	1,640	2,690	3,677	4,345	0,524	C44
0,582	1,196	2,142	3,207	4,051	4,553	4,802	4,915	0,923	C45
0,782	1,534	2,568	3,579	4,287	4,674	4,858	4,939	0,986	C46
0,083	0,193	0,436	0,928	1,762	2,824	3,780	4,404	0,544	C47
0,074	0,173	0,395	0,849	1,640	2,690	3,677	4,345	0,524	C48
0,387	0,834	1,616	2,663	3,655	4,332	4,696	4,868	0,840	C49
0,082	0,191	0,432	0,920	1,749	2,811	3,770	4,398	0,542	C50
0,472	0,996	1,862	2,930	3,858	4,448	4,753	4,893	0,880	C51
0,387	0,834	1,616	2,663	3,655	4,332	4,696	4,868	0,840	C52
0,477	1,005	1,875	2,944	3,868	4,453	4,755	4,894	0,882	C53
0,616	1,256	2,223	3,281	4,100	4,579	4,814	4,920	0,935	C54
0,387	0,834	1,616	2,663	3,655	4,332	4,696	4,868	0,840	C55
0,074	0,173	0,395	0,849	1,640	2,690	3,677	4,345	0,524	C56
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C57
0,574	1,181	2,122	3,188	4,038	4,546	4,799	4,914	0,920	C58
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C59
0,727	1,443	2,459	3,489	4,232	4,647	4,846	4,934	0,970	C60
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C61
0,472	0,996	1,862	2,930	3,858	4,448	4,753	4,893	0,880	C62
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C63
0,602	1,230	2,189	3,251	4,080	4,568	4,809	4,918	0,930	C64
0,489	1,027	1,907	2,976	3,891	4,467	4,762	4,897	0,887	C65
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C66
0,091	0,212	0,477	1,005	1,875	2,944	3,868	4,453	0,562	C67
0,082	0,191	0,432	0,920	1,749	2,811	3,770	4,398	0,542	C68
0,066	0,154	0,353	0,768	1,511	2,541	3,557	4,273	0,502	C69
0,472	0,996	1,862	2,930	3,858	4,448	4,753	4,893	0,880	C70
0,066	0,154	0,353	0,768	1,511	2,541	3,557	4,273	0,502	C71
0,073	0,172	0,391	0,841	1,628	2,676	3,666	4,338	0,522	C72
0,066	0,154	0,353	0,768	1,511	2,541	3,557	4,273	0,502	C73
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C74
0,413	0,884	1,694	2,751	3,724	4,372	4,716	4,877	0,853	C75
0,232	0,521	1,086	1,991	3,061	3,951	4,499	4,777	0,740	C76
0,456	0,966	1,818	2,884	3,824	4,429	4,744	4,889	0,873	C77
0,413	0,884	1,694	2,751	3,724	4,372	4,716	4,877	0,853	C78
0,041	0,097	0,225	0,506	1,058	1,952	3,022	3,924	0,414	C79
0,503	1,054	1,946	3,016	3,919	4,482	4,769	4,900	0,893	C80
0,209	0,472	0,996	1,862	2,930	3,858	4,448	4,753	0,720	C81
0,232	0,521	1,086	1,991	3,061	3,951	4,499	4,777	0,740	C82
0,121	0,280	0,619	1,261	2,229	3,288	4,104	4,581	0,616	C83
0,413	0,884	1,694	2,751	3,724	4,372	4,716	4,877	0,853	C84
0,503	1,054	1,946	3,016	3,919	4,482	4,769	4,900	0,893	C85
0,316	0,694	1,388	2,391	3,431	4,196	4,628	4,837	0,800	C86
0,205	0,463	0,979	1,837	2,904	3,839	4,437	4,748	0,716	C87
0,316	0,694	1,388	2,391	3,431	4,196	4,628	4,837	0,800	C88
0,610	1,246	2,209	3,269	4,092	4,575	4,812	4,920	0,933	C89
0,772	1,517	2,548	3,563	4,277	4,669	4,856	4,939	0,983	C90

0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C91
0,185	0,419	0,896	1,712	2,771	3,739	4,381	4,720	0,696	C92
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C93
0,316	0,694	1,388	2,391	3,431	4,196	4,628	4,837	0,800	C94
0,610	1,246	2,209	3,269	4,092	4,575	4,812	4,920	0,933	C95
0,227	0,511	1,067	1,965	3,035	3,933	4,489	4,773	0,736	C96
0,185	0,419	0,896	1,712	2,771	3,739	4,381	4,720	0,696	C97
0,205	0,463	0,979	1,837	2,904	3,839	4,437	4,748	0,716	C98
0,387	0,834	1,616	2,663	3,655	4,332	4,696	4,868	0,840	C99
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C100
0,185	0,419	0,896	1,712	2,771	3,739	4,381	4,720	0,696	C101
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C102
0,387	0,834	1,616	2,663	3,655	4,332	4,696	4,868	0,840	C103
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C104
0,166	0,379	0,819	1,592	2,636	3,634	4,319	4,690	0,676	C105
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C106
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C107
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C108
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C109
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C110
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C111
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C112
0,185	0,419	0,896	1,712	2,771	3,739	4,381	4,720	0,696	C113
0,316	0,694	1,388	2,391	3,431	4,196	4,628	4,837	0,800	C114
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C115
0,185	0,419	0,896	1,712	2,771	3,739	4,381	4,720	0,696	C116
0,387	0,834	1,616	2,663	3,655	4,332	4,696	4,868	0,840	C117
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C118
0,316	0,694	1,388	2,391	3,431	4,196	4,628	4,837	0,800	C119
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C120
0,737	1,460	2,480	3,506	4,242	4,652	4,848	4,935	0,973	C121
0,205	0,463	0,979	1,837	2,904	3,839	4,437	4,748	0,716	C122
0,166	0,379	0,819	1,592	2,636	3,634	4,319	4,690	0,676	C123
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C124
0,772	1,517	2,548	3,563	4,277	4,669	4,856	4,939	0,983	C125
0,185	0,419	0,896	1,712	2,771	3,739	4,381	4,720	0,696	C126
0,205	0,463	0,979	1,837	2,904	3,839	4,437	4,748	0,716	C127
0,227	0,511	1,067	1,965	3,035	3,933	4,489	4,773	0,736	C128
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C129
0,316	0,694	1,388	2,391	3,431	4,196	4,628	4,837	0,800	C130
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C131
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C132
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C133
0,185	0,419	0,896	1,712	2,771	3,739	4,381	4,720	0,696	C134
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C135
0,610	1,246	2,209	3,269	4,092	4,575	4,812	4,920	0,933	C136
0,316	0,694	1,388	2,391	3,431	4,196	4,628	4,837	0,800	C137
0,205	0,463	0,979	1,837	2,904	3,839	4,437	4,748	0,716	C138
0,387	0,834	1,616	2,663	3,655	4,332	4,696	4,868	0,840	C139
0,185	0,419	0,896	1,712	2,771	3,739	4,381	4,720	0,696	C140
0,316	0,694	1,388	2,391	3,431	4,196	4,628	4,837	0,800	C141
0,387	0,834	1,616	2,663	3,655	4,332	4,696	4,868	0,840	C142
0,316	0,694	1,388	2,391	3,431	4,196	4,628	4,837	0,800	C143
0,387	0,834	1,616	2,663	3,655	4,332	4,696	4,868	0,840	C144
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C145
0,166	0,379	0,819	1,592	2,636	3,634	4,319	4,690	0,676	C146
0,185	0,419	0,896	1,712	2,771	3,739	4,381	4,720	0,696	C147
0,316	0,694	1,388	2,391	3,431	4,196	4,628	4,837	0,800	C148
0,316	0,694	1,388	2,391	3,431	4,196	4,628	4,837	0,800	C149

0,387	0,834	1,616	2,663	3,655	4,332	4,696	4,868	0,840	C150
0,316	0,694	1,388	2,391	3,431	4,196	4,628	4,837	0,800	C151
0,610	1,246	2,209	3,269	4,092	4,575	4,812	4,920	0,933	C152
0,610	1,246	2,209	3,269	4,092	4,575	4,812	4,920	0,933	C153
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C154
0,185	0,419	0,896	1,712	2,771	3,739	4,381	4,720	0,696	C155
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C156
0,772	1,517	2,548	3,563	4,277	4,669	4,856	4,939	0,983	C157
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C158
0,737	1,460	2,480	3,506	4,242	4,652	4,848	4,935	0,973	C159
0,610	1,246	2,209	3,269	4,092	4,575	4,812	4,920	0,933	C160
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C161
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C162
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C163
0,610	1,246	2,209	3,269	4,092	4,575	4,812	4,920	0,933	C164
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C165
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C166
0,610	1,246	2,209	3,269	4,092	4,575	4,812	4,920	0,933	C167
0,185	0,419	0,896	1,712	2,771	3,739	4,381	4,720	0,696	C168
0,387	0,834	1,616	2,663	3,655	4,332	4,696	4,868	0,840	C169
0,737	1,460	2,480	3,506	4,242	4,652	4,848	4,935	0,973	C170
0,205	0,463	0,979	1,837	2,904	3,839	4,437	4,748	0,716	C171
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C172
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C173
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C174
0,662	1,334	2,324	3,372	4,159	4,609	4,828	4,927	0,950	C175
0,227	0,511	1,067	1,965	3,035	3,933	4,489	4,773	0,736	C176
0,772	1,517	2,548	3,563	4,277	4,669	4,856	4,939	0,983	C177
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C178
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C179
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C180
0,472	0,996	1,862	2,930	3,858	4,448	4,753	4,893	0,880	C181
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C182
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C183
0,316	0,694	1,388	2,391	3,431	4,196	4,628	4,837	0,800	C184
0,153	0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	0,660	C185
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C186
0,062	0,145	0,333	0,727	1,443	2,459	3,489	4,232	0,490	C187
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C188
0,053	0,124	0,285	0,631	1,282	2,256	3,312	4,120	0,460	C189
0,073	0,170	0,387	0,834	1,616	2,663	3,655	4,332	0,520	C190
0,073	0,170	0,387	0,834	1,616	2,663	3,655	4,332	0,520	C191
0,073	0,170	0,387	0,834	1,616	2,663	3,655	4,332	0,520	C192
0,073	0,170	0,387	0,834	1,616	2,663	3,655	4,332	0,520	C193
0,073	0,170	0,387	0,834	1,616	2,663	3,655	4,332	0,520	C194
0,073	0,170	0,387	0,834	1,616	2,663	3,655	4,332	0,520	C195
0,073	0,170	0,387	0,834	1,616	2,663	3,655	4,332	0,520	C196
0,073	0,170	0,387	0,834	1,616	2,663	3,655	4,332	0,520	C197
0,079	0,184	0,417	0,892	1,706	2,764	3,734	4,378	0,535	C198
0,079	0,184	0,417	0,892	1,706	2,764	3,734	4,378	0,535	C199
0,127	0,293	0,646	1,308	2,290	3,342	4,139	4,599	0,625	C200
0,124	0,285	0,631	1,282	2,256	3,312	4,120	4,589	0,620	C201
0,359	0,779	1,528	2,561	3,574	4,283	4,672	4,857	0,825	C202
0,333	0,727	1,443	2,459	3,489	4,232	4,647	4,846	0,810	C203
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C204
0,484	1,018	1,894	2,963	3,882	4,461	4,759	4,896	0,885	C205
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C206
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C207
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C208

0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C209
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C210
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C211
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C212
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C213
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C214
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C215
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C216
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C217
0,694	1,388	2,391	3,431	4,196	4,628	4,837	4,930	0,960	C218
0,779	1,528	2,561	3,574	4,283	4,672	4,857	4,939	0,985	C219
0,646	1,308	2,290	3,342	4,139	4,599	4,824	4,925	0,945	C220
0,646	1,308	2,290	3,342	4,139	4,599	4,824	4,925	0,945	C221
0,710	1,415	2,425	3,460	4,214	4,638	4,841	4,932	0,965	C222
0,779	1,528	2,561	3,574	4,283	4,672	4,857	4,939	0,985	C223
0,616	1,256	2,223	3,281	4,100	4,579	4,814	4,920	0,935	C224
0,703	1,404	2,412	3,449	4,207	4,634	4,840	4,932	0,963	C225
0,574	1,181	2,122	3,188	4,038	4,546	4,799	4,914	0,920	C226
0,560	1,156	2,089	3,157	4,017	4,535	4,794	4,911	0,915	C227
0,779	1,528	2,561	3,574	4,283	4,672	4,857	4,939	0,985	C228
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C229
0,616	1,256	2,223	3,281	4,100	4,579	4,814	4,920	0,935	C230
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C231
0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	4,929	0,955	C232
0,710	1,415	2,425	3,460	4,214	4,638	4,841	4,932	0,965	C233
0,703	1,404	2,412	3,449	4,207	4,634	4,840	4,932	0,963	C234
0,646	1,308	2,290	3,342	4,139	4,599	4,824	4,925	0,945	C235
0,616	1,256	2,223	3,281	4,100	4,579	4,814	4,920	0,935	C236
0,662	1,334	2,324	3,372	4,159	4,609	4,828	4,927	0,950	C237
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C238
0,616	1,256	2,223	3,281	4,100	4,579	4,814	4,920	0,935	C239
0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	4,929	0,955	C240
0,251	0,560	1,156	2,089	3,157	4,017	4,535	4,794	0,755	C241
0,308	0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	0,795	C242
0,694	1,388	2,391	3,431	4,196	4,628	4,837	4,930	0,960	C243
0,377	0,815	1,586	2,629	3,628	4,316	4,689	4,865	0,835	C244
0,333	0,727	1,443	2,459	3,489	4,232	4,647	4,846	0,810	C245
0,324	0,710	1,415	2,425	3,460	4,214	4,638	4,841	0,805	C246
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C247
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C248
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C249
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C250
0,694	1,388	2,391	3,431	4,196	4,628	4,837	4,930	0,960	C251
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C252
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C253
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C254
0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	4,929	0,955	C255
0,646	1,308	2,290	3,342	4,139	4,599	4,824	4,925	0,945	C256
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C257
0,694	1,388	2,391	3,431	4,196	4,628	4,837	4,930	0,960	C258
0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	4,929	0,955	C259
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C260
0,662	1,334	2,324	3,372	4,159	4,609	4,828	4,927	0,950	C261
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C262
0,779	1,528	2,561	3,574	4,283	4,672	4,857	4,939	0,985	C263
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C264
0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	4,929	0,955	C265
0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	4,929	0,955	C266
0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	4,929	0,955	C267

0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C268
0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	4,929	0,955	C269
0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	4,929	0,955	C270
0,694	1,388	2,391	3,431	4,196	4,628	4,837	4,930	0,960	C271
0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	4,929	0,955	C272
0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	4,929	0,955	C273
0,694	1,388	2,391	3,431	4,196	4,628	4,837	4,930	0,960	C274
0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	4,929	0,955	C275
0,646	1,308	2,290	3,342	4,139	4,599	4,824	4,925	0,945	C276
0,703	1,404	2,412	3,449	4,207	4,634	4,840	4,932	0,963	C277
0,694	1,388	2,391	3,431	4,196	4,628	4,837	4,930	0,960	C278
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C279
0,694	1,388	2,391	3,431	4,196	4,628	4,837	4,930	0,960	C280
0,484	1,018	1,894	2,963	3,882	4,461	4,759	4,896	0,885	C281
0,616	1,256	2,223	3,281	4,100	4,579	4,814	4,920	0,935	C282
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C283
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C284
0,472	0,996	1,862	2,930	3,858	4,448	4,753	4,893	0,880	C285
0,602	1,230	2,189	3,251	4,080	4,568	4,809	4,918	0,930	C286
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C287
0,710	1,415	2,425	3,460	4,214	4,638	4,841	4,932	0,965	C288
0,616	1,256	2,223	3,281	4,100	4,579	4,814	4,920	0,935	C289
0,199	0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	0,710	C290
0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	4,929	0,955	C291
0,779	1,528	2,561	3,574	4,283	4,672	4,857	4,939	0,985	C292
0,646	1,308	2,290	3,342	4,139	4,599	4,824	4,925	0,945	C293
0,341	0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	0,815	C294
0,251	0,560	1,156	2,089	3,157	4,017	4,535	4,794	0,755	C295
0,238	0,533	1,109	2,024	3,093	3,973	4,511	4,783	0,745	C296
0,616	1,256	2,223	3,281	4,100	4,579	4,814	4,920	0,935	C297
0,588	1,205	2,156	3,220	4,059	4,557	4,804	4,916	0,925	C298
0,588	1,205	2,156	3,220	4,059	4,557	4,804	4,916	0,925	C299
0,703	1,404	2,412	3,449	4,207	4,634	4,840	4,932	0,963	C300
0,616	1,256	2,223	3,281	4,100	4,579	4,814	4,920	0,935	C301
0,616	1,256	2,223	3,281	4,100	4,579	4,814	4,920	0,935	C302
0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	4,929	0,955	C303
0,616	1,256	2,223	3,281	4,100	4,579	4,814	4,920	0,935	C304
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C305
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C306
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C307
0,533	1,109	2,024	3,093	3,973	4,511	4,783	4,907	0,905	C308
0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	4,929	0,955	C309
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C310
0,533	1,109	2,024	3,093	3,973	4,511	4,783	4,907	0,905	C311
0,521	1,086	1,991	3,061	3,951	4,499	4,777	4,904	0,900	C312
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C313
0,616	1,256	2,223	3,281	4,100	4,579	4,814	4,920	0,935	C314
0,153	0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	0,660	C315
0,646	1,308	2,290	3,342	4,139	4,599	4,824	4,925	0,945	C316
0,616	1,256	2,223	3,281	4,100	4,579	4,814	4,920	0,935	C317
0,103	0,238	0,533	1,109	2,024	3,093	3,973	4,511	0,585	C318
0,174	0,397	0,853	1,646	2,697	3,682	4,348	4,704	0,685	C319
0,646	1,308	2,290	3,342	4,139	4,599	4,824	4,925	0,945	C320
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C321
0,646	1,308	2,290	3,342	4,139	4,599	4,824	4,925	0,945	C322
0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	4,929	0,955	C323
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C324
0,710	1,415	2,425	3,460	4,214	4,638	4,841	4,932	0,965	C325
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C326

0,694	1,388	2,391	3,431	4,196	4,628	4,837	4,930	0,960	C327
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C328
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C329
0,646	1,308	2,290	3,342	4,139	4,599	4,824	4,925	0,945	C330
0,646	1,308	2,290	3,342	4,139	4,599	4,824	4,925	0,945	C331
0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	4,929	0,955	C332
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C333
0,694	1,388	2,391	3,431	4,196	4,628	4,837	4,930	0,960	C334
0,616	1,256	2,223	3,281	4,100	4,579	4,814	4,920	0,935	C335
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C336
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C337
0,060	0,141	0,324	0,710	1,415	2,425	3,460	4,214	0,485	C338
0,694	1,388	2,391	3,431	4,196	4,628	4,837	4,930	0,960	C339
0,694	1,388	2,391	3,431	4,196	4,628	4,837	4,930	0,960	C340
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C341
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C342
0,710	1,415	2,425	3,460	4,214	4,638	4,841	4,932	0,965	C343
0,694	1,388	2,391	3,431	4,196	4,628	4,837	4,930	0,960	C344
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C345
0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	4,929	0,955	C346
0,103	0,238	0,533	1,109	2,024	3,093	3,973	4,511	0,585	C347
0,097	0,226	0,508	1,063	1,958	3,029	3,928	4,487	0,575	C348
0,097	0,226	0,508	1,063	1,958	3,029	3,928	4,487	0,575	C349
0,293	0,646	1,308	2,290	3,342	4,139	4,599	4,824	0,785	C350
0,472	0,996	1,862	2,930	3,858	4,448	4,753	4,893	0,880	C351
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C352
0,461	0,975	1,831	2,897	3,834	4,435	4,746	4,890	0,875	C353
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C354
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C355
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C356
0,779	1,528	2,561	3,574	4,283	4,672	4,857	4,939	0,985	C357
0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	4,929	0,955	C358
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C359
0,153	0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	0,660	C360
0,153	0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	0,660	C361
0,145	0,333	0,727	1,443	2,459	3,489	4,232	4,647	0,650	C362
0,616	1,256	2,223	3,281	4,100	4,579	4,814	4,920	0,935	C363
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C364
0,616	1,256	2,223	3,281	4,100	4,579	4,814	4,920	0,935	C365
0,646	1,308	2,290	3,342	4,139	4,599	4,824	4,925	0,945	C366
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C367
0,221	0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	0,730	C368
0,387	0,834	1,616	2,663	3,655	4,332	4,696	4,868	0,840	C369
0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	4,929	0,955	C370
0,646	1,308	2,290	3,342	4,139	4,599	4,824	4,925	0,945	C371
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C372
0,646	1,308	2,290	3,342	4,139	4,599	4,824	4,925	0,945	C373
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C374
0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	4,929	0,955	C375
0,710	1,415	2,425	3,460	4,214	4,638	4,841	4,932	0,965	C376
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C377
0,646	1,308	2,290	3,342	4,139	4,599	4,824	4,925	0,945	C378
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C379
0,616	1,256	2,223	3,281	4,100	4,579	4,814	4,920	0,935	C380
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C381
0,662	1,334	2,324	3,372	4,159	4,609	4,828	4,927	0,950	C382
0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	4,929	0,955	C383
0,779	1,528	2,561	3,574	4,283	4,672	4,857	4,939	0,985	C384
0,333	0,727	1,443	2,459	3,489	4,232	4,647	4,846	0,810	C385

0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	4,929	0,955	C386
0,662	1,334	2,324	3,372	4,159	4,609	4,828	4,927	0,950	C387
0,710	1,415	2,425	3,460	4,214	4,638	4,841	4,932	0,965	C388
0,694	1,388	2,391	3,431	4,196	4,628	4,837	4,930	0,960	C389
0,662	1,334	2,324	3,372	4,159	4,609	4,828	4,927	0,950	C390
0,710	1,415	2,425	3,460	4,214	4,638	4,841	4,932	0,965	C391
0,646	1,308	2,290	3,342	4,139	4,599	4,824	4,925	0,945	C392
0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	4,929	0,955	C393
0,710	1,415	2,425	3,460	4,214	4,638	4,841	4,932	0,965	C394
0,251	0,560	1,156	2,089	3,157	4,017	4,535	4,794	0,755	C395
0,308	0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	0,795	C396
0,251	0,560	1,156	2,089	3,157	4,017	4,535	4,794	0,755	C397
0,215	0,484	1,018	1,894	2,963	3,882	4,461	4,759	0,725	C398
0,300	0,662	1,334	2,324	3,372	4,159	4,609	4,828	0,790	C399
0,293	0,646	1,308	2,290	3,342	4,139	4,599	4,824	0,785	C400
0,333	0,727	1,443	2,459	3,489	4,232	4,647	4,846	0,810	C401
0,215	0,484	1,018	1,894	2,963	3,882	4,461	4,759	0,725	C402
0,533	1,109	2,024	3,093	3,973	4,511	4,783	4,907	0,905	C403
0,308	0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	0,795	C404
0,278	0,616	1,256	2,223	3,281	4,100	4,579	4,814	0,775	C405
0,710	1,415	2,425	3,460	4,214	4,638	4,841	4,932	0,965	C406
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C407
0,359	0,779	1,528	2,561	3,574	4,283	4,672	4,857	0,825	C408
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C409
0,588	1,205	2,156	3,220	4,059	4,557	4,804	4,916	0,925	C410
0,215	0,484	1,018	1,894	2,963	3,882	4,461	4,759	0,725	C411
0,278	0,616	1,256	2,223	3,281	4,100	4,579	4,814	0,775	C412
0,438	0,933	1,768	2,831	3,785	4,407	4,733	4,885	0,865	C413
0,359	0,779	1,528	2,561	3,574	4,283	4,672	4,857	0,825	C414
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C415
0,359	0,779	1,528	2,561	3,574	4,283	4,672	4,857	0,825	C416
0,359	0,779	1,528	2,561	3,574	4,283	4,672	4,857	0,825	C417
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C418
0,533	1,109	2,024	3,093	3,973	4,511	4,783	4,907	0,905	C419
0,215	0,484	1,018	1,894	2,963	3,882	4,461	4,759	0,725	C420
0,097	0,226	0,508	1,063	1,958	3,029	3,928	4,487	0,575	C421
0,333	0,727	1,443	2,459	3,489	4,232	4,647	4,846	0,810	C422
0,333	0,727	1,443	2,459	3,489	4,232	4,647	4,846	0,810	C423
0,251	0,560	1,156	2,089	3,157	4,017	4,535	4,794	0,755	C424
0,278	0,616	1,256	2,223	3,281	4,100	4,579	4,814	0,775	C425
0,215	0,484	1,018	1,894	2,963	3,882	4,461	4,759	0,725	C426
0,238	0,533	1,109	2,024	3,093	3,973	4,511	4,783	0,745	C427
0,215	0,484	1,018	1,894	2,963	3,882	4,461	4,759	0,725	C428
0,308	0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	0,795	C429
0,215	0,484	1,018	1,894	2,963	3,882	4,461	4,759	0,725	C430
0,278	0,616	1,256	2,223	3,281	4,100	4,579	4,814	0,775	C431
0,215	0,484	1,018	1,894	2,963	3,882	4,461	4,759	0,725	C432
0,533	1,109	2,024	3,093	3,973	4,511	4,783	4,907	0,905	C433
0,308	0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	0,795	C434
0,333	0,727	1,443	2,459	3,489	4,232	4,647	4,846	0,810	C435
0,533	1,109	2,024	3,093	3,973	4,511	4,783	4,907	0,905	C436
0,232	0,521	1,086	1,991	3,061	3,951	4,499	4,777	0,740	C437
0,278	0,616	1,256	2,223	3,281	4,100	4,579	4,814	0,775	C438
0,300	0,662	1,334	2,324	3,372	4,159	4,609	4,828	0,790	C439
0,215	0,484	1,018	1,894	2,963	3,882	4,461	4,759	0,725	C440
0,308	0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	0,795	C441
0,215	0,484	1,018	1,894	2,963	3,882	4,461	4,759	0,725	C442
0,300	0,662	1,334	2,324	3,372	4,159	4,609	4,828	0,790	C443
0,245	0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	0,750	C444

0,308	0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	0,795	C445
0,215	0,484	1,018	1,894	2,963	3,882	4,461	4,759	0,725	C446
0,278	0,616	1,256	2,223	3,281	4,100	4,579	4,814	0,775	C447
0,308	0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	0,795	C448
0,533	1,109	2,024	3,093	3,973	4,511	4,783	4,907	0,905	C449
0,308	0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	0,795	C450
0,245	0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	0,750	C451
0,044	0,103	0,238	0,533	1,109	2,024	3,093	3,973	0,425	C452
0,278	0,616	1,256	2,223	3,281	4,100	4,579	4,814	0,775	C453
0,215	0,484	1,018	1,894	2,963	3,882	4,461	4,759	0,725	C454
0,245	0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	0,750	C455
0,029	0,069	0,161	0,368	0,797	1,557	2,595	3,601	0,350	C456
0,308	0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	0,795	C457
0,278	0,616	1,256	2,223	3,281	4,100	4,579	4,814	0,775	C458
0,308	0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	0,795	C459
0,359	0,779	1,528	2,561	3,574	4,283	4,672	4,857	0,825	C460
0,215	0,484	1,018	1,894	2,963	3,882	4,461	4,759	0,725	C461
0,278	0,616	1,256	2,223	3,281	4,100	4,579	4,814	0,775	C462
0,308	0,677	1,361	2,357	3,402	4,177	4,619	4,833	0,795	C463
0,251	0,560	1,156	2,089	3,157	4,017	4,535	4,794	0,755	C464
0,251	0,560	1,156	2,089	3,157	4,017	4,535	4,794	0,755	C465
0,368	0,797	1,557	2,595	3,601	4,300	4,681	4,861	0,830	C466
0,350	0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	0,820	C467
0,251	0,560	1,156	2,089	3,157	4,017	4,535	4,794	0,755	C468
0,278	0,616	1,256	2,223	3,281	4,100	4,579	4,814	0,775	C469
0,251	0,560	1,156	2,089	3,157	4,017	4,535	4,794	0,755	C470
0,238	0,533	1,109	2,024	3,093	3,973	4,511	4,783	0,745	C471
0,368	0,797	1,557	2,595	3,601	4,300	4,681	4,861	0,830	C472
0,278	0,616	1,256	2,223	3,281	4,100	4,579	4,814	0,775	C473
0,278	0,616	1,256	2,223	3,281	4,100	4,579	4,814	0,775	C474
0,533	1,109	2,024	3,093	3,973	4,511	4,783	4,907	0,905	C475
0,215	0,484	1,018	1,894	2,963	3,882	4,461	4,759	0,725	C476
0,588	1,205	2,156	3,220	4,059	4,557	4,804	4,916	0,925	C477
0,215	0,484	1,018	1,894	2,963	3,882	4,461	4,759	0,725	C478
0,278	0,616	1,256	2,223	3,281	4,100	4,579	4,814	0,775	C479
0,278	0,616	1,256	2,223	3,281	4,100	4,579	4,814	0,775	C480

0,631	1,282	2,256	3,312	4,120	4,589	4,819	4,923	0,940	C481
0,662	1,334	2,324	3,372	4,159	4,609	4,828	4,927	0,950	C482
0,472	0,996	1,862	2,930	3,858	4,448	4,753	4,893	0,880	C483
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C484
0,139	0,319	0,700	1,399	2,405	3,443	4,203	4,632	0,642	C485
0,521	1,086	1,991	3,061	3,951	4,499	4,777	4,904	0,900	C486
0,091	0,212	0,477	1,005	1,875	2,944	3,868	4,453	0,562	C487
0,112	0,260	0,579	1,191	2,136	3,201	4,047	4,551	0,602	C488
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C489
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C490
0,574	1,181	2,122	3,188	4,038	4,546	4,799	4,914	0,920	C491
0,521	1,086	1,991	3,061	3,951	4,499	4,777	4,904	0,900	C492
0,387	0,834	1,616	2,663	3,655	4,332	4,696	4,868	0,840	C493
0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	4,938	0,980	C494
0,368	0,797	1,557	2,595	3,601	4,300	4,681	4,861	0,830	C495
0,271	0,602	1,230	2,189	3,251	4,080	4,568	4,809	0,770	C496
0,797	1,557	2,595	3,601	4,300	4,681	4,861	4,941	0,990	C497
0,775	1,522	2,554	3,568	4,280	4,671	4,857	4,939	0,984	C498
0,797	1,557	2,595	3,601	4,300	4,681	4,861	4,941	0,990	C499
0,775	1,522	2,554	3,568	4,280	4,671	4,857	4,939	0,984	C500
0,574	1,181	2,122	3,188	4,038	4,546	4,799	4,914	0,920	C501
0,797	1,557	2,595	3,601	4,300	4,681	4,861	4,941	0,990	C502
0,436	0,928	1,762	2,824	3,780	4,404	4,732	4,884	0,864	C503
0,631	1,282	2,256	3,312	4,120	4,589	4,819	4,923	0,940	C504
0,574	1,181	2,122	3,188	4,038	4,546	4,799	4,914	0,920	C505
0,602	1,230	2,189	3,251	4,080	4,568	4,809	4,918	0,930	C506
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C507
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C508
0,521	1,086	1,991	3,061	3,951	4,499	4,777	4,904	0,900	C509
0,368	0,797	1,557	2,595	3,601	4,300	4,681	4,861	0,830	C510
0,631	1,282	2,256	3,312	4,120	4,589	4,819	4,923	0,940	C511
0,700	1,399	2,405	3,443	4,203	4,632	4,839	4,931	0,962	C512
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C513
0,772	1,517	2,548	3,563	4,277	4,669	4,856	4,939	0,983	C514
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C515
0,797	1,557	2,595	3,601	4,300	4,681	4,861	4,941	0,990	C516
0,797	1,557	2,595	3,601	4,300	4,681	4,861	4,941	0,990	C517
0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	4,938	0,980	C518
0,797	1,557	2,595	3,601	4,300	4,681	4,861	4,941	0,990	C519
0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	4,938	0,980	C520
0,772	1,517	2,548	3,563	4,277	4,669	4,856	4,939	0,983	C521
0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	4,938	0,980	C522
0,703	1,404	2,412	3,449	4,207	4,634	4,840	4,932	0,963	C523
0,574	1,181	2,122	3,188	4,038	4,546	4,799	4,914	0,920	C524
0,772	1,517	2,548	3,563	4,277	4,669	4,856	4,939	0,983	C525
0,797	1,557	2,595	3,601	4,300	4,681	4,861	4,941	0,990	C526
0,797	1,557	2,595	3,601	4,300	4,681	4,861	4,941	0,990	C527
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C528
0,602	1,230	2,189	3,251	4,080	4,568	4,809	4,918	0,930	C529
0,521	1,086	1,991	3,061	3,951	4,499	4,777	4,904	0,900	C530
0,521	1,086	1,991	3,061	3,951	4,499	4,777	4,904	0,900	C531
0,703	1,404	2,412	3,449	4,207	4,634	4,840	4,932	0,963	C532
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C533
0,775	1,522	2,554	3,568	4,280	4,671	4,857	4,939	0,984	C534
0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	4,938	0,980	C535
0,772	1,517	2,548	3,563	4,277	4,669	4,856	4,939	0,983	C536
0,096	0,223	0,501	1,049	1,939	3,009	3,914	4,479	0,572	C537
0,521	1,086	1,991	3,061	3,951	4,499	4,777	4,904	0,900	C538
0,521	1,086	1,991	3,061	3,951	4,499	4,777	4,904	0,900	C539
0,521	1,086	1,991	3,061	3,951	4,499	4,777	4,904	0,900	C540

0,096	0,223	0,501	1,049	1,939	3,009	3,914	4,479	0,572	C541
0,797	1,557	2,595	3,601	4,300	4,681	4,861	4,941	0,990	C542
0,694	1,388	2,391	3,431	4,196	4,628	4,837	4,930	0,960	C543
0,387	0,834	1,616	2,663	3,655	4,332	4,696	4,868	0,840	C544
0,096	0,223	0,501	1,049	1,939	3,009	3,914	4,479	0,572	C545
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C546
0,775	1,522	2,554	3,568	4,280	4,671	4,857	4,939	0,984	C547
0,271	0,602	1,230	2,189	3,251	4,080	4,568	4,809	0,770	C548
0,646	1,308	2,290	3,342	4,139	4,599	4,824	4,925	0,945	C549
0,481	1,013	1,888	2,957	3,877	4,459	4,758	4,896	0,884	C550
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C551
0,436	0,928	1,762	2,824	3,780	4,404	4,732	4,884	0,864	C552
0,436	0,928	1,762	2,824	3,780	4,404	4,732	4,884	0,864	C553
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C554
0,775	1,522	2,554	3,568	4,280	4,671	4,857	4,939	0,984	C555
0,574	1,181	2,122	3,188	4,038	4,546	4,799	4,914	0,920	C556
0,797	1,557	2,595	3,601	4,300	4,681	4,861	4,941	0,990	C557
0,574	1,181	2,122	3,188	4,038	4,546	4,799	4,914	0,920	C558
0,775	1,522	2,554	3,568	4,280	4,671	4,857	4,939	0,984	C559
0,271	0,602	1,230	2,189	3,251	4,080	4,568	4,809	0,770	C560
0,521	1,086	1,991	3,061	3,951	4,499	4,777	4,904	0,900	C561
0,387	0,834	1,616	2,663	3,655	4,332	4,696	4,868	0,840	C562
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C563
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C564
0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	4,938	0,980	C565
0,574	1,181	2,122	3,188	4,038	4,546	4,799	4,914	0,920	C566
0,387	0,834	1,616	2,663	3,655	4,332	4,696	4,868	0,840	C567
0,521	1,086	1,991	3,061	3,951	4,499	4,777	4,904	0,900	C568
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C569
0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	4,938	0,980	C570
0,775	1,522	2,554	3,568	4,280	4,671	4,857	4,939	0,984	C571
0,521	1,086	1,991	3,061	3,951	4,499	4,777	4,904	0,900	C572
0,091	0,212	0,477	1,005	1,875	2,944	3,868	4,453	0,562	C573
0,521	1,086	1,991	3,061	3,951	4,499	4,777	4,904	0,900	C574
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C575
0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	4,938	0,980	C576
0,574	1,181	2,122	3,188	4,038	4,546	4,799	4,914	0,920	C577
0,775	1,522	2,554	3,568	4,280	4,671	4,857	4,939	0,984	C578
0,271	0,602	1,230	2,189	3,251	4,080	4,568	4,809	0,770	C579
0,797	1,557	2,595	3,601	4,300	4,681	4,861	4,941	0,990	C580
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C581
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C582
0,797	1,557	2,595	3,601	4,300	4,681	4,861	4,941	0,990	C583
0,797	1,557	2,595	3,601	4,300	4,681	4,861	4,941	0,990	C584
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C585
0,271	0,602	1,230	2,189	3,251	4,080	4,568	4,809	0,770	C586
0,436	0,928	1,762	2,824	3,780	4,404	4,732	4,884	0,864	C587
0,458	0,970	1,824	2,891	3,829	4,432	4,745	4,890	0,874	C588
0,458	0,970	1,824	2,891	3,829	4,432	4,745	4,890	0,874	C589
0,436	0,928	1,762	2,824	3,780	4,404	4,732	4,884	0,864	C590
0,707	1,410	2,419	3,455	4,210	4,636	4,841	4,932	0,964	C591
0,521	1,086	1,991	3,061	3,951	4,499	4,777	4,904	0,900	C592
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C593
0,147	0,336	0,733	1,454	2,473	3,501	4,239	4,650	0,652	C594
0,775	1,522	2,554	3,568	4,280	4,671	4,857	4,939	0,984	C595
0,436	0,928	1,762	2,824	3,780	4,404	4,732	4,884	0,864	C596
0,761	1,499	2,527	3,546	4,267	4,664	4,853	4,938	0,980	C597
0,797	1,557	2,595	3,601	4,300	4,681	4,861	4,941	0,990	C598

0,625	1,271	2,243	3,300	4,112	4,585	4,817	4,922	0,938	C599
0,797	1,557	2,595	3,601	4,300	4,681	4,861	4,941	0,990	C600
0,775	1,522	2,554	3,568	4,280	4,671	4,857	4,939	0,984	C601
0,271	0,602	1,230	2,189	3,251	4,080	4,568	4,809	0,770	C602
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C603
0,387	0,834	1,616	2,663	3,655	4,332	4,696	4,868	0,840	C604
0,602	1,230	2,189	3,251	4,080	4,568	4,809	4,918	0,930	C605
0,797	1,557	2,595	3,601	4,300	4,681	4,861	4,941	0,990	C606
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C607
0,602	1,230	2,189	3,251	4,080	4,568	4,809	4,918	0,930	C608
0,631	1,282	2,256	3,312	4,120	4,589	4,819	4,923	0,940	C609
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C610
0,368	0,797	1,557	2,595	3,601	4,300	4,681	4,861	0,830	C611
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C612
0,436	0,928	1,762	2,824	3,780	4,404	4,732	4,884	0,864	C613
0,368	0,797	1,557	2,595	3,601	4,300	4,681	4,861	0,830	C614
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C615
0,797	1,557	2,595	3,601	4,300	4,681	4,861	4,941	0,990	C616
0,631	1,282	2,256	3,312	4,120	4,589	4,819	4,923	0,940	C617
0,521	1,086	1,991	3,061	3,951	4,499	4,777	4,904	0,900	C618
0,775	1,522	2,554	3,568	4,280	4,671	4,857	4,939	0,984	C619
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C620
0,775	1,522	2,554	3,568	4,280	4,671	4,857	4,939	0,984	C621
0,772	1,517	2,548	3,563	4,277	4,669	4,856	4,939	0,983	C622
0,775	1,522	2,554	3,568	4,280	4,671	4,857	4,939	0,984	C623
0,775	1,522	2,554	3,568	4,280	4,671	4,857	4,939	0,984	C624
0,772	1,517	2,548	3,563	4,277	4,669	4,856	4,939	0,983	C625
0,077	0,181	0,411	0,880	1,688	2,744	3,718	4,369	0,532	C626
0,091	0,212	0,477	1,005	1,875	2,944	3,868	4,453	0,562	C627
0,096	0,223	0,501	1,049	1,939	3,009	3,914	4,479	0,572	C628
0,091	0,212	0,477	1,005	1,875	2,944	3,868	4,453	0,562	C629
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C630
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C631
0,054	0,127	0,293	0,646	1,308	2,290	3,342	4,139	0,465	C632
0,063	0,148	0,339	0,740	1,465	2,486	3,512	4,246	0,494	C633
0,109	0,252	0,563	1,161	2,096	3,163	4,021	4,537	0,596	C634
0,775	1,522	2,554	3,568	4,280	4,671	4,857	4,939	0,984	C635
0,775	1,522	2,554	3,568	4,280	4,671	4,857	4,939	0,984	C636
0,574	1,181	2,122	3,188	4,038	4,546	4,799	4,914	0,920	C637
0,797	1,557	2,595	3,601	4,300	4,681	4,861	4,941	0,990	C638
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C639
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C640
0,521	1,086	1,991	3,061	3,951	4,499	4,777	4,904	0,900	C641
0,216	0,486	1,022	1,900	2,970	3,886	4,464	4,760	0,726	C642
0,428	0,912	1,737	2,797	3,759	4,392	4,726	4,881	0,860	C643
0,216	0,486	1,022	1,900	2,970	3,886	4,464	4,760	0,726	C644
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C645
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C646
0,216	0,486	1,022	1,900	2,970	3,886	4,464	4,760	0,726	C647
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C648
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C649
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C650
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C651
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C652
0,077	0,181	0,411	0,880	1,688	2,744	3,718	4,369	0,532	C653
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C654
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C655
0,097	0,225	0,506	1,058	1,952	3,022	3,924	4,484	0,574	C656

0,063	0,148	0,339	0,740	1,465	2,486	3,512	4,246	0,494	C657
0,063	0,148	0,339	0,740	1,465	2,486	3,512	4,246	0,494	C658
0,097	0,225	0,506	1,058	1,952	3,022	3,924	4,484	0,574	C659
0,101	0,235	0,526	1,095	2,004	3,074	3,960	4,504	0,582	C660
0,096	0,223	0,501	1,049	1,939	3,009	3,914	4,479	0,572	C661
0,772	1,517	2,548	3,563	4,277	4,669	4,856	4,939	0,983	C662
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C663
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C664
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C665
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C666
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C667
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C668
0,479	1,009	1,881	2,950	3,872	4,456	4,757	4,895	0,883	C669
0,479	1,009	1,881	2,950	3,872	4,456	4,757	4,895	0,883	C670
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C671
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C672
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C673
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C674
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C675
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C676
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C677
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C678
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C679
0,096	0,223	0,501	1,049	1,939	3,009	3,914	4,479	0,572	C680
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C681
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C682
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C683
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C684
0,266	0,590	1,210	2,162	3,226	4,063	4,559	4,805	0,766	C685
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C686
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C687
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C688
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C689
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C690
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C691
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C692
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C693
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C694
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C695
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C696
0,484	1,018	1,894	2,963	3,882	4,461	4,759	4,896	0,885	C697
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C698
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C699
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C700
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C701
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C702
0,772	1,517	2,548	3,563	4,277	4,669	4,856	4,939	0,983	C703
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C704
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C705
0,662	1,334	2,324	3,372	4,159	4,609	4,828	4,927	0,950	C706
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C707
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C708
0,240	0,536	1,114	2,030	3,100	3,978	4,514	4,784	0,746	C709
0,216	0,486	1,022	1,900	2,970	3,886	4,464	4,760	0,726	C710
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C711
0,266	0,590	1,210	2,162	3,226	4,063	4,559	4,805	0,766	C712
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C713
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C714

0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C715
0,096	0,223	0,501	1,049	1,939	3,009	3,914	4,479	0,572	C716
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C717
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C718
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C719
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C720
0,786	1,540	2,575	3,585	4,290	4,676	4,859	4,940	0,987	C721
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C722
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C723
0,808	1,575	2,615	3,618	4,310	4,685	4,863	4,942	0,993	C724
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C725
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C726
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C727
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C728
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C729
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C730
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C731
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C732
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C733
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C734
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C735
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C736
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C737
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C738
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C739
0,808	1,575	2,615	3,618	4,310	4,685	4,863	4,942	0,993	C740
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C741
0,772	1,517	2,548	3,563	4,277	4,669	4,856	4,939	0,983	C742
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C743
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C744
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C745
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C746
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C747
0,744	1,471	2,493	3,518	4,249	4,655	4,850	4,936	0,975	C748
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C749
0,808	1,575	2,615	3,618	4,310	4,685	4,863	4,942	0,993	C750
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C751
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C752
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C753
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C754
0,266	0,590	1,210	2,162	3,226	4,063	4,559	4,805	0,766	C755
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C756
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C757
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C758
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C759
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C760
0,808	1,575	2,615	3,618	4,310	4,685	4,863	4,942	0,993	C761
0,737	1,460	2,480	3,506	4,242	4,652	4,848	4,935	0,973	C762
0,808	1,575	2,615	3,618	4,310	4,685	4,863	4,942	0,993	C763
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C764
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C765
0,737	1,460	2,480	3,506	4,242	4,652	4,848	4,935	0,973	C766
0,216	0,486	1,022	1,900	2,970	3,886	4,464	4,760	0,726	C767
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C768
0,737	1,460	2,480	3,506	4,242	4,652	4,848	4,935	0,973	C769
0,786	1,540	2,575	3,585	4,290	4,676	4,859	4,940	0,987	C770
0,790	1,545	2,581	3,590	4,293	4,677	4,859	4,940	0,988	C771
0,737	1,460	2,480	3,506	4,242	4,652	4,848	4,935	0,973	C772

0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C773
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C774
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C775
0,216	0,486	1,022	1,900	2,970	3,886	4,464	4,760	0,726	C776
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C777
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C778
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C779
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C780
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C781
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C782
0,077	0,181	0,411	0,880	1,688	2,744	3,718	4,369	0,532	C783
0,077	0,181	0,411	0,880	1,688	2,744	3,718	4,369	0,532	C784
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C785
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C786
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C787
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C788
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C789
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C790
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C791
0,097	0,225	0,506	1,058	1,952	3,022	3,924	4,484	0,574	C792
0,610	1,246	2,209	3,269	4,092	4,575	4,812	4,920	0,933	C793
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C794
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C795
0,368	0,797	1,557	2,595	3,601	4,300	4,681	4,861	0,830	C796
0,610	1,246	2,209	3,269	4,092	4,575	4,812	4,920	0,933	C797
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C798
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C799
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C800
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C801
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C802
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C803
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C804
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C805
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C806
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C807
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C808
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C809
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C810
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C811
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C812
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C813
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C814
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C815
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C816
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C817
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C818
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C819
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C820
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C821
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C822
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C823
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C824
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C825
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C826
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C827
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C828
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C829
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C830

0,727	1,443	2,459	3,489	4,232	4,647	4,846	4,934	0,970	C831
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C832
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C833
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C834
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C835
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C836
0,808	1,575	2,615	3,618	4,310	4,685	4,863	4,942	0,993	C837
0,808	1,575	2,615	3,618	4,310	4,685	4,863	4,942	0,993	C838
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C839
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C840
0,216	0,486	1,022	1,900	2,970	3,886	4,464	4,760	0,726	C841
0,216	0,486	1,022	1,900	2,970	3,886	4,464	4,760	0,726	C842
0,240	0,536	1,114	2,030	3,100	3,978	4,514	4,784	0,746	C843
0,737	1,460	2,480	3,506	4,242	4,652	4,848	4,935	0,973	C844
0,737	1,460	2,480	3,506	4,242	4,652	4,848	4,935	0,973	C845
0,808	1,575	2,615	3,618	4,310	4,685	4,863	4,942	0,993	C846
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C847
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C848
0,737	1,460	2,480	3,506	4,242	4,652	4,848	4,935	0,973	C849
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C850
0,808	1,575	2,615	3,618	4,310	4,685	4,863	4,942	0,993	C851
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C852
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C853
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C854
0,216	0,486	1,022	1,900	2,970	3,886	4,464	4,760	0,726	C855
0,216	0,486	1,022	1,900	2,970	3,886	4,464	4,760	0,726	C856
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C857
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C858
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C859
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C860
0,772	1,517	2,548	3,563	4,277	4,669	4,856	4,939	0,983	C861
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C862
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C863
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C864
0,808	1,575	2,615	3,618	4,310	4,685	4,863	4,942	0,993	C865
0,808	1,575	2,615	3,618	4,310	4,685	4,863	4,942	0,993	C866
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C867
0,808	1,575	2,615	3,618	4,310	4,685	4,863	4,942	0,993	C868
0,073	0,172	0,391	0,841	1,628	2,676	3,666	4,338	0,522	C869
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C870
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C871
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C872
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C873
0,772	1,517	2,548	3,563	4,277	4,669	4,856	4,939	0,983	C874
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C875
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C876
0,737	1,460	2,480	3,506	4,242	4,652	4,848	4,935	0,973	C877
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C878
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C879
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C880
0,216	0,486	1,022	1,900	2,970	3,886	4,464	4,760	0,726	C881
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C882
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C883
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C884
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C885
0,772	1,517	2,548	3,563	4,277	4,669	4,856	4,939	0,983	C886
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C887
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C888

0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C889
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C890
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C891
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C892
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C893
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C894
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C895
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C896
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C897
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C898
0,547	1,132	2,056	3,125	3,995	4,523	4,788	4,909	0,910	C899
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C900
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C901
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C902
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C903
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C904
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C905
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C906
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C907
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C908
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C909
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C910
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C911
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C912
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C913
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C914
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C915
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C916
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C917
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C918
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C919
0,740	1,465	2,486	3,512	4,246	4,654	4,849	4,935	0,974	C920
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C921
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C922
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C923
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C924
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C925
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C926
0,772	1,517	2,548	3,563	4,277	4,669	4,856	4,939	0,983	C927
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C928
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C929
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C930
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C931
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C932
0,737	1,460	2,480	3,506	4,242	4,652	4,848	4,935	0,973	C933
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C934
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C935
0,240	0,536	1,114	2,030	3,100	3,978	4,514	4,784	0,746	C936
0,216	0,486	1,022	1,900	2,970	3,886	4,464	4,760	0,726	C937
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C938
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C939
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C940
0,161	0,368	0,797	1,557	2,595	3,601	4,300	4,681	0,670	C941
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C942
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C943
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C944
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C945
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C946

0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C947
0,772	1,517	2,548	3,563	4,277	4,669	4,856	4,939	0,983	C948
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C949
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C950
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C951
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C952
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C953
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C954
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C955
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C956
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C957
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C958
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C959
0,737	1,460	2,480	3,506	4,242	4,652	4,848	4,935	0,973	C960
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C961
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C962
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C963
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C964
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C965
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C966
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C967
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C968
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C969
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C970
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C971
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C972
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C973
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C974
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C975
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C976
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C977
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C978
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C979
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C980
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C981
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C982
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C983
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C984
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C985
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C986
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C987
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C988
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C989
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C990
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C991
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C992
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C993
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C994
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C995
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C996
0,057	0,133	0,307	0,674	1,355	2,351	3,396	4,174	0,474	C997
0,126	0,291	0,643	1,302	2,283	3,336	4,136	4,597	0,624	C998
0,097	0,225	0,506	1,058	1,952	3,022	3,924	4,484	0,574	C999
0,108	0,250	0,557	1,152	2,083	3,150	4,013	4,533	0,594	C1000
0,114	0,263	0,585	1,200	2,149	3,213	4,055	4,555	0,604	C1001
0,097	0,225	0,506	1,058	1,952	3,022	3,924	4,484	0,574	C1002
0,070	0,165	0,375	0,811	1,581	2,622	3,623	4,313	0,514	C1003
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C1004

0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C1005
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C1006
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C1007
0,417	0,892	1,706	2,764	3,734	4,378	4,719	4,878	0,855	C1008
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C1009
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C1010
0,674	1,355	2,351	3,396	4,174	4,617	4,832	4,928	0,954	C1011
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C1012
0,496	1,040	1,926	2,996	3,905	4,474	4,765	4,899	0,890	C1013
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C1014
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C1015
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C1016
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C1017
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C1018
0,077	0,181	0,411	0,880	1,688	2,744	3,718	4,369	0,532	C1019
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C1020
0,266	0,590	1,210	2,162	3,226	4,063	4,559	4,805	0,766	C1021
0,216	0,486	1,022	1,900	2,970	3,886	4,464	4,760	0,726	C1022
0,216	0,486	1,022	1,900	2,970	3,886	4,464	4,760	0,726	C1023
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C1024
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C1025
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C1026
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C1027
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C1028
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C1029
0,086	0,201	0,454	0,962	1,812	2,878	3,819	4,426	0,552	C1030
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C1031
0,086	0,201	0,454	0,962	1,812	2,878	3,819	4,426	0,552	C1032
0,808	1,575	2,615	3,618	4,310	4,685	4,863	4,942	0,993	C1033
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C1034
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C1035
0,407	0,872	1,676	2,730	3,708	4,363	4,712	4,875	0,850	C1036
0,671	1,350	2,344	3,390	4,170	4,615	4,831	4,928	0,953	C1037
0,086	0,201	0,454	0,962	1,812	2,878	3,819	4,426	0,552	C1038
0,063	0,147	0,338	0,737	1,460	2,480	3,506	4,242	0,493	C1039
0,449	0,953	1,799	2,864	3,809	4,421	4,740	4,888	0,870	C1040

ANNEXE C

LES FONCTIONNALITES DU LOGICIEL MAP INFO 6.0

Mapinfo Version.6 offre la possibilité de travailler très facilement sur des entités vectoriels et rasters. Mapinfo travaille avec des couches, et chaque couche contient les fichiers *.TAB, *.MAP, *.ID, *.DAT et *.IND. Pour ouvrir une couche, on sélectionne une table *.TAB. Pour travailler avec plusieurs couches, on doit ouvrir plusieurs tables et on peut ainsi combiner plusieurs couches différentes. Pour enregistrer ces informations, on doit enregistrer le document en *.WOR, ainsi le document contient les tables enregistrées et la représentation graphique définie. Avec l'analyse thématique, on peut réaliser différentes représentations graphiques, par couleur, par tailles...etc. Pour cela les objets concernés doivent être sur une seule couche.

Dans cette étude, la représentation en couleurs est utilisée pour les polygones et la légende est créée automatiquement, il est toujours possible de charger quelques préférences. La numérisation est la production à partir d'un document graphique d'un fichier informatique contenant des coordonnées, des informations de dessin, et des attributs définissant la représentation des entités géographique que l'on veut enregistrer. On peut résumer les principales étapes de la numérisation, dans le cas de l'évaluation urbaine du centre-ville de Blida.

- La modélisation commence par la création d'une table raster, qui consiste à l'importation dans le logiciel Mapinfo 6.0 d'une image satellitaire du centre-ville de Blida (google earth).

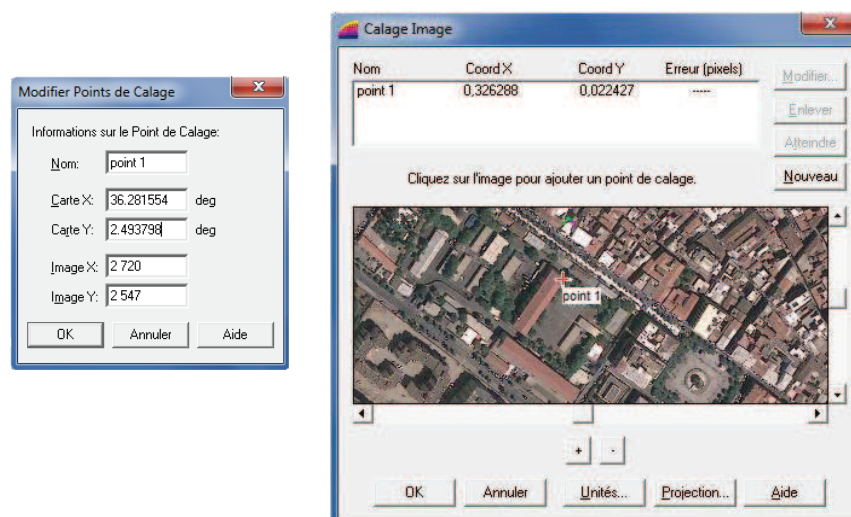


Figure.C.1 Boîte de dialogue pour le calage d'une image

- Le calage de l'image importée consiste à choisir au moins trois points distincts Fig.C.1, régulièrement distribués (non alignés) et de leurs coordonnées géographiques réelles dans la projection choisie. L'ensemble des autres points de la carte calée est déduit automatiquement par projection et interpolation. La zone d'étude est située dans le fuseau 31 (Northern Hémisphère) du système de projection UTM (Universel Transverse Mercator, WGS84).

- Création d'une table qui représente les constructions du centre-ville de Blida et leurs attributs, elles sont représentées sous formes de polygones Fig.C.2.

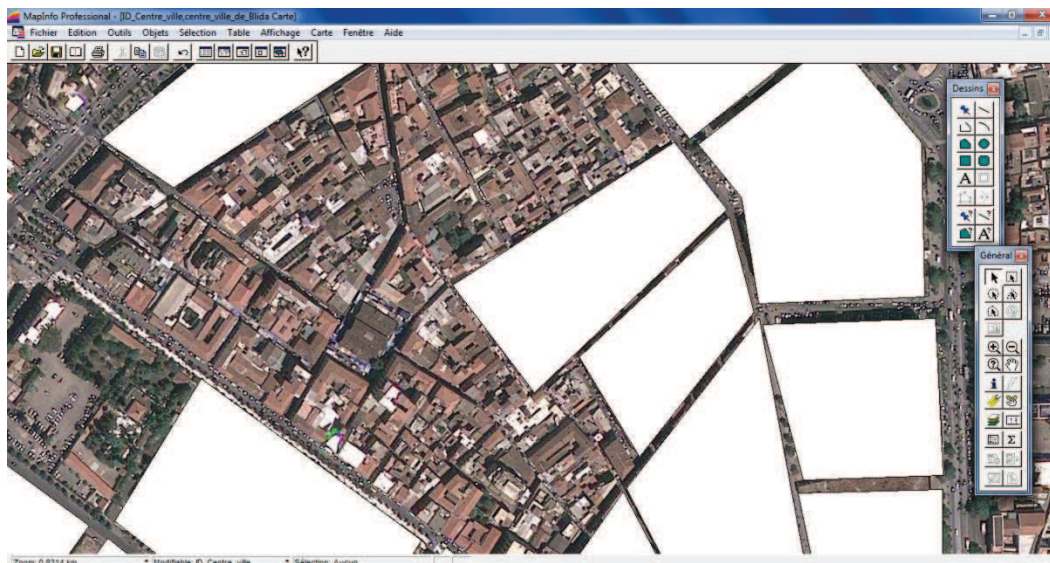


Figure.C.2 Création des polygones qui représentent les ilots du centre-ville de Blida

- Affichage des données attribuées à chaque ilot modélisé Fig.C.3, le champ ID représente l'indice de vulnérabilité urbain calculé par la somme des champs (DENSITE, QUALITE_BATI, EPOQUE_CONSTRUCTION, ETROIT_VOIRIE, CLASSE_EQUIPE, MOYENS_INTERV) Fig.C.4.

ILLOT	DENSITE	QUALITE_BATI	EPOQUE_CONSTRUC	ETROIT_VOIRIE	CLASSE_EQUIPE	MOYENS_INTERV	ID	
<input type="checkbox"/>	1	0,14	0,21	0,21	0,05	0,028	0	0,638
<input type="checkbox"/>	2	0,14	0,28	0,28	0,05	0,05	0,029	0,829
<input type="checkbox"/>	3	0,21	0,28	0,21	0,05	0,028	0	0,778
<input type="checkbox"/>	4	0,14	0,14	0,14	0,05	0,047	0,029	0,546
<input type="checkbox"/>	5	0,05	0,05	0,21	0,05	0,028	0	0,388
<input type="checkbox"/>	6	0,05	0,05	0,21	0,05	0	0	0,36
<input type="checkbox"/>	7	0,21	0,05	0,05	0,05	0	0,029	0,389
<input type="checkbox"/>	8	0,28	0,14	0,28	0,084	0,047	0,029	0,86
<input type="checkbox"/>	9	0,2	0,28	0,28	0,084	0,047	0,029	0,92
<input type="checkbox"/>	10	0,28	0,05	0,05	0,05	0,028	0,029	0,487
<input type="checkbox"/>	11	0,28	0,14	0,28	0,084	0,047	0,029	0,86
<input type="checkbox"/>	12	0,28	0,28	0,28	0,084	0	0,029	0,953
<input type="checkbox"/>	13	0,21	0,21	0,28	0,05	0	0,029	0,779
<input type="checkbox"/>	14	0,14	0,21	0,28	0,084	0,047	0,017	0,778
<input type="checkbox"/>	15	0,14	0,05	0,05	0,05	0	0,029	0,319
<input type="checkbox"/>	16	0,14	0,14	0,28	0,05	0	0,017	0,627
<input type="checkbox"/>	17	0,21	0,28	0,2	0,05	0,047	0,029	0,816
<input type="checkbox"/>	18	0,14	0,28	0,28	0,05	0	0,029	0,779
<input type="checkbox"/>	19	0,21	0,14	0,28	0,084	0,047	0,029	0,79
<input type="checkbox"/>	20	0,05	0,14	0,28	0,084	0,028	0,029	0,611
<input type="checkbox"/>	21	0,05	0,05	0,21	0,084	0,047	0	0,441
<input type="checkbox"/>	22	0,21	0,28	0,21	0,084	0	0	0,784
<input type="checkbox"/>	23	0,05	0,05	0,21	0,084	0,047	0,017	0,458
<input type="checkbox"/>	24	0,28	0,14	0,28	0,084	0	0,017	0,801
<input type="checkbox"/>	25	0,14	0,14	0,05	0,05	0,047	0,029	0,456
<input type="checkbox"/>	26	0,21	0,28	0,28	0,084	0,047	0,029	0,93
<input type="checkbox"/>	27	0,14	0,05	0,21	0,084	0,047	0,029	0,56

Figure.C.3 Affichage des données attributaires

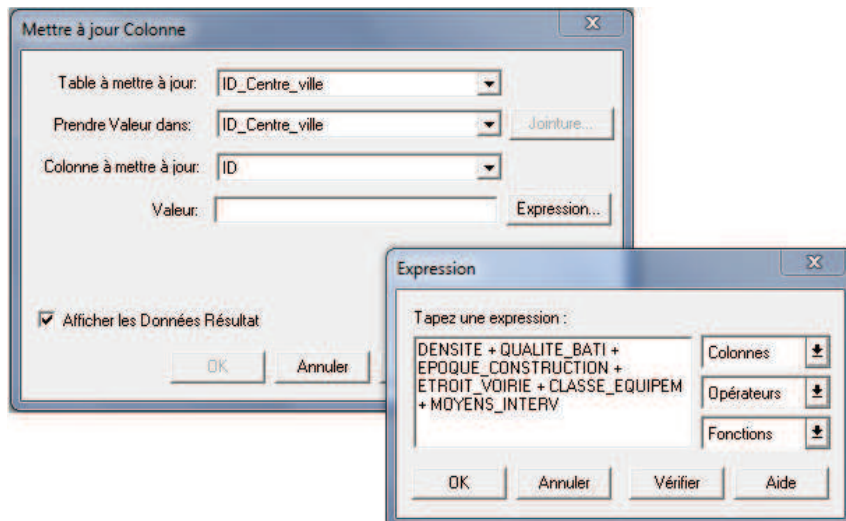


Figure.C.4 Boite de dialogue pour mettre à jour les colonnes

- L'analyse thématique a pour objectif principal de mettre en forme les données que nous voulons ressortir de la carte, dans notre cas c'était de visualiser selon un code couleur prédéfinie les indices de vulnérabilité pour chaque ilot.

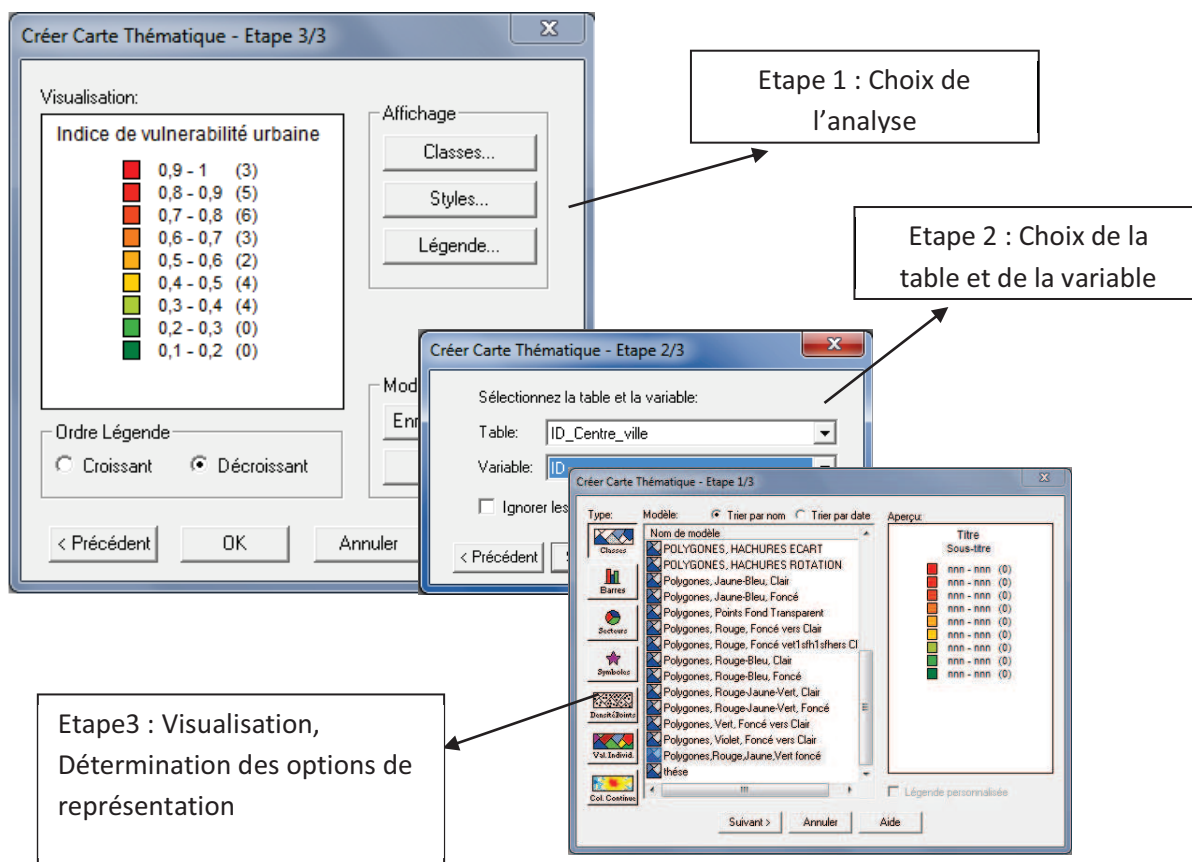


Figure.C.5 Les étapes de la création d'une carte thématique

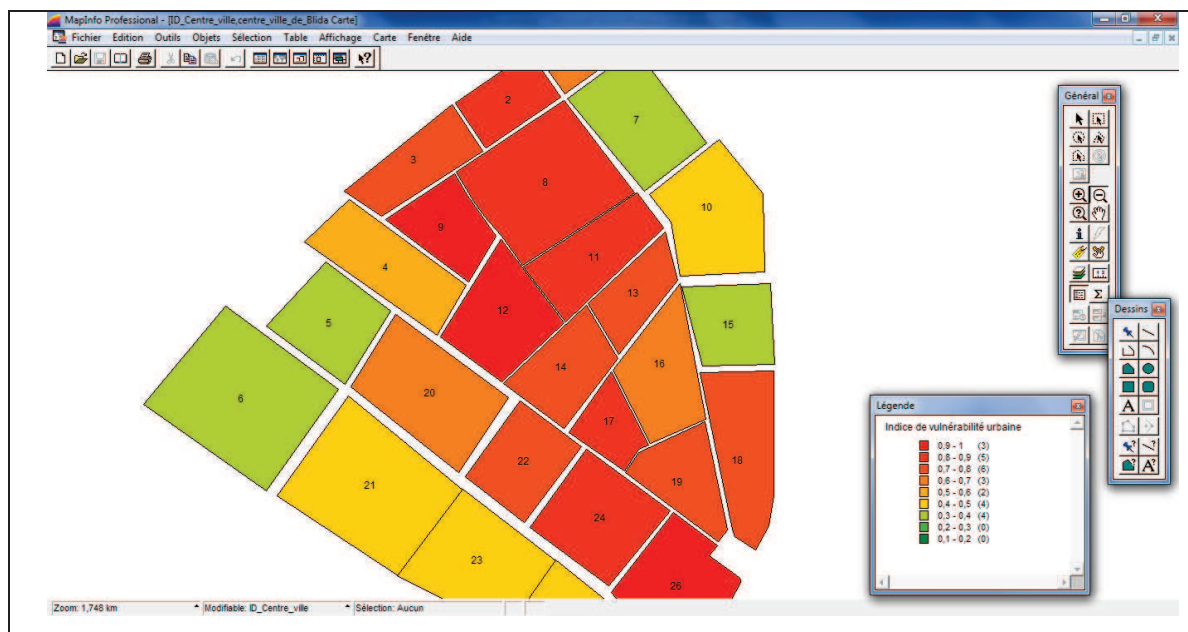


Figure.C.6 Affichage de la carte des indices de la vulnérabilité urbaine
Pour chaque îlot

ANNEXE D

FICHE TECHNIQUE

L'analyse hiérarchique multicritères

L'analyse hiérarchique multicritères, inventée par le mathématicien Thomas Saaty, permet la comparaison et le choix entre des critères préétablis. Elle repose sur la comparaison de paires de critères.

Elle requiert les étapes suivantes :

- 1. L'établissement d'une liste des critères à évaluer;**
- 2. L'évaluation comparée de chaque paire de critères.** Elle prend la forme de questions successives de type : « Quelle est l'importance du critère A par rapport au critère B ? .ou de grilles pour l'évaluation de chacun des critères selon une échelle numérique. Généralement, cinq choix de réponses sont offerts :
 - ✓ D'importance égale
 - ✓ Modérément plus important
 - ✓ Beaucoup plus important
 - ✓ Considérablement plus important
 - ✓ D'une importance écrasante
- 3. L'évaluation comparée de chaque paire de critère.** Elle prend la forme de questions successives de type : « En regard du critère A, quelle est l'importance de la contribution de l'option 1 par rapport à l'option 2 ? .Les mêmes cinq choix de réponses sont offerts.
- 4. La codification de l'importance pour chaque paire de critère.** On attribue à chacun des paires de critères les pointages suivants :
 - ✓ D'importance égale 1
 - ✓ Modérément plus important 3
 - ✓ Beaucoup plus important 5
 - ✓ Considérablement plus important 7
 - ✓ D'une importance écrasante 9

Les pointages 2, 4, 6, 8 pouvant être utilisés pour tenir compte de nuances dans les réponses.

- 5. La construction des matrices de pointages.** Si l'on a, par exemple, trois critères (A ,B,C) et que B a été jugé beaucoup plus important que A (5), que C est estimé d'une importance écrasante par rapport à A (9) ,et modérément plus important que B (3), on attribue à la paire inverse la valeur réciproque. Ainsi B par rapport à A aura la valeur 1/5. Par ailleurs, chaque option comparée à elle-même obtient la valeur 1, puisqu'elle est égale à elle-même. On a alors la matrice:

Critères	A	B	C
A	1	5	9
B	1/5	1	3
C	1/9	1/3	1

6. Le calcul des poids pour les critères. La méthode de Saaty utilise des calculs complexes reposant sur l'algèbre matricielle, qui sont généralement effectués par des progiciels spécialisés. Une approximation peut cependant être obtenue de la façon suivante :

- On calcule la moyenne géométrique de chaque ligne de la matrice;
- On fait le total des moyennes géométriques;
- On divise la moyenne de chaque ligne par la moyenne totale obtenue.

Critères	Moyenne géométrique	Poids
1	$(1 \times 5 \times 9)^{1/3} = 3,5568$	$3,5568 / 4,7335 = 0,751$
2	$(1/5 \times 1 \times 3)^{1/3} = 0,8434$	$0,8434 / 4,7335 = 0,178$
3	$(1/9 \times 1/3 \times 1)^{1/3} = 0,3333$	$0,3333 / 4,7335 = 0,070$
Somme	4,7335	1

8. Le choix du critère. Tous les critères obtiennent un pointage entre 0 et 1. Celle qui obtient le score le plus élevé est le critère préféré. Bien qu'elle repose sur des calculs complexes, la méthode hiérarchique multicritères est relativement facile à utiliser avec un logiciel approprié et est simple à comprendre. Elle fait partie de la vaste gamme de méthodes d'analyses multicritères qui ont été développées et a elle-même donné naissance à des variations, comme REMBRANDT et MACBETH.

9. Calcule du ratio de cohérence. Afin d'évaluer la **cohérence** de nos jugements, il faut calculer une valeur appelée "**ratio de cohérence**". Il faut éviter que notre décision soit fondée sur des appréciations si peu cohérentes qu'elles pourraient sembler aléatoires. Pour cela, la MHM évalue la cohérence globale d'appréciation au moyen de ce ratio de cohérence. Sa valeur doit être égale ou inférieure à 10%, sinon les appréciations risquent d'être quelque peu aléatoires et peuvent alors exiger certaines révisions.

▪ **Calcul du ratio de cohérence pour l'exemple précédent :**

(1) Cette matrice est normalisée afin de créer une nouvelle matrice dont la somme des colonnes est égale à 1

Critères	A	B	C	Somme des lignes
A	0.763	0.789	0.692	2.244
B	0.152	0.157	0.230	0.539
C	0.083	0.052	0.076	0.211

(2) Il faut alors multiplier les valeurs de la matrice de comparaison binaire avec la valeur des poids des critères. Ainsi on peut obtenir **la matrice d'évaluation de la cohérence**.

Critères	A	B	C	Somme des lignes
A	1*0.751=0.751	5*0.178=0.890	9*0.070=0.630	2.271
B	0.20*0.751=0.150	1*0.178=0.178	3*0.070=0.210	0.538
C	0.11*0.751=0.082	0.33*0.178=0.059	1*0.070=0.070	0.211

CRITERES	Cohérence = Somme des lignes / poids des critères
1	2.271/0.751=3.023
2	0.538/0.178=3.022
3	0.211/0.070=3.014
Cohérence moyenne	(3.023+3.022+3.014)/3=3.019

Indice de cohérence = (cohérence moyenne – nombre d'éléments) / (nombre d'éléments – 1)

Indice de cohérence = (3.019 - 3) / (3 - 1) = 0.009

Ratio de cohérence = (indice de cohérence) / (cohérence aléatoire) donc pour l'exemple :

Ratio de cohérence = (0.042) / (0.58) = **0.015** qui correspond à **1.5 %**, ce qui est satisfaisant puisque en dessous de 10%. Il faut préciser que la cohérence aléatoire est définie pour une matrice donnée. Pour une matrice 3X3, sa valeur est de 0.58.

ANNEXE E**CLASSEMENT DES EQUIPEMENTS EN ZONE SISMIQUE**

Les Equipements du centre-ville de Blida sont essentiellement des établissements qui reçoivent du public, ils sont classés par catégorie en fonction du nombre de personnes accueillies à l'intérieur et par type en fonction de la nature de leur exploitation :

CLASSE A

- ✓ Hauteur < 10m
- ✓ Capacité inférieure à 300 personnes
- ✓ Parcs de stationnement ouverts au public

CLASSE B

- ✓ Hauteur > 10m
- ✓ Capacité supérieure à 300 personnes
- ✓ Certains bâtiments sanitaires et sociaux

CLASSE C

Ouvrages dont la pérennité est nécessaire pour la gestion de la crise post-sismique :

- ✓ Sécurité civile, défense nationale et ordre public
- ✓ Hôpitaux
- ✓ Stockage et distribution d'eau potable
- ✓ Distribution publique d'énergie
- ✓ Capacité supérieure à 1000 personnes