

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ MENTOURI CONSTANTINE  
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA TERRE, DE LA  
GÉOGRAPHIE ET DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE.



DÉPARTEMENT D'ARCHITECTURE ET D'URBANISME

N° D'ORDRE : .....  
SÉRIE : .....

## MÉMOIRE

POUR L'OBTENTION DU TITRE DE

## MAGISTÈRE

OPTION : VILLES ET RISQUES URBAINS

PAR :

MELLE BOUGHAZI KHADIDJA

SOUS LA DIRECTION DU DOCTEUR BENIDIR FATIHA

## **RISQUE SISMIQUE ET URBANISATION REGARD CROISÉ SUR LA VILLE D'ALGER**

Soutenue publiquement le : 28 Mai 2012

Devant le Jury composé de :

Président du jury : ..... Pr SAHNOUNE TAYEB  
Professeur, U. Mentouri, Constantine

Rapporteur : ..... Dr BENIDIR FATIHA  
Maitre de Conférences, U. Mentouri, Constantine

Examineur : ..... Dr CHAUCHE-BENCHARIF MERIEMA  
Maitre de Conférences, U. Mentouri, Constantine

Examineur : ..... Dr DÄARA- BEMÄALEM RACHIDA  
Maitre de Conférences, U. Mentouri, Constantine

## REMERCIEMENTS

- Je voudrais d'abord remercier « Allah » que DIEU nous bénisse !
- Je tiens à féliciter ma famille pour son soutien moral, et pour l'encouragement qu'elle m'a apporté tout au long de mes études.
- Je voudrais témoigner de la reconnaissance à tous ceux qui m'ont permis de mener à terme ce travail.
- Je tiens particulièrement à exprimer ma gratitude à mon encadreur **Dr BENIDIR FATIHA** pour son apport substantiel dans la réalisation de ce modeste travail ainsi que pour son ensemble de consultations, tout au long de cette formation, qui ont inspiré et nourri mon savoir.
- Je remercie également tous les enseignants dont j'ai eu l'honneur d'être l'étudiante en post-graduation au département d'architecture et d'urbanisme de l'université Mentouri de Constantine.
- Je tiens à remercier les membres du jury : **Pr. SAHNOUNE TAYEB, Dr. CHAOUCHE BENCHARIF MARIEMA** et **Dr DAARA- BENMAALEM RACHIDA** pour avoir accepté d'examiner cet ouvrage.
- Tous mes remerciements à mes amis pour leurs précieuses suggestions.
- Que toutes les institutions qui ont facilité mes recherches à leur tête la protection civile d'Alger, soient remerciées pour leur dévouement et les conseils qu'elles m'ont prodigués.



**BOUGHAZI KHADIDJA**

## **SOMMAIRE :**

I. INTRODUCTION .....	1
II. PROBLEMATIQUE .....	3
II.1. Objectif de la recherche .....	5
II.2. Hypothèse .....	5
III. METHODOLOGIE .....	7
IV. ESSAIS DE DEFINITIONS DE CONCEPTS.....	12
1. Le Risque .....	12
2. Triptyque du Risque .....	13
2.1. L'Aléa .....	13
2.2. La vulnérabilité.....	15
2.3. L'enjeu .....	16
3. Risque Majeur .....	17
4. La catastrophe .....	20
5. Séismes et tremblements de Terre .....	20
6. Le risque sismique .....	23
7. Concept d'urbanisation .....	25
8. La ville .....	28

**PREMIERE PARTIE :**  
**Séisme et risque sismique en Algérie**

INTRODUCTION .....	33
--------------------	----

**CHAPITRE I : Le risque sismique en Algérie**

Introduction .....	34
--------------------	----

<b>1. Historique de la sismicité en Algérie .....</b>	<b>35</b>
1.1. La sismicité du territoire maghrébin .....	35
1.2. Sismicité de l'Algérie .....	35
1.2.1. L'activité sismique depuis l'antiquité.....	37
1.2.2. L'activité sismique depuis 1365 .....	37
1.2.3. Les séismes menaçant en Algérie .....	41
1.2.4. Les Tsunamis en Algérie.....	42
<b>2. Caractéristiques de la sismicité algérienne :.....</b>	<b>42</b>
2.1. Zones sismiques en Algérie .....	45
2.2. Classification sismique des wilayas d'Algérie .....	46
<b>3. Le risque sismique et l'omniprésence de l'aléa sismique.....</b>	<b>49</b>
3.1. Degré d'aléa sismique des territoires de l'Algérie.....	49
3.2. La vulnérabilité des territoires du Nord .....	51
3.2.1. L'urbanisation et le risque sismique .....	52
3.2.1.1. La littoralisation du peuplement .....	52
3.2.1.2. Les enjeux économiques du risque sismique .....	57
<b>Conclusion .....</b>	<b>61</b>

## **CHAPITRE II : Le risque sismique à Alger**

<b>Introduction .....</b>	<b>64</b>
<b>1. Sismicité d'Alger .....</b>	<b>65</b>
1.1. Les séismes historiques d'Alger .....	65
1.1.1. Avant le X <sup>e</sup> siècle.....	65
1.1.2. Les tremblements de terre de Djazair Béni Mezghena (1364-1516) .....	65
1.1.3. Les tremblements de terre d'Al Djazair durant la période ottomane (1516-1830)..	67
1.1.4. Les tremblements de terre d'Alger durant la période coloniale (1830-1962) .....	68
1.1.5. Les tremblements de terre d'Alger après l'indépendance (1962- à nos jours) .....	68
1.2. Contexte géologique de l'Algérois .....	70
1.2.1. Les failles actives dans l'Algérois .....	71
1.2.1.1. La faille du Sahel .....	71
1.2.1.2. La faille Thénia .....	73
1.2.1.3. La faille de la Mitidja .....	75

1.2.1.4. La faille du Chenoua .....	75
1.2.1.5. La faille de Zemmouri .....	75
1.2.1.6. la faille supposée en mer « faille de Kheir -Eddine ».....	76
<b>1.3. Des évidences d'activités tectoniques flagrantes dans l'Algérois .....</b>	<b>78</b>
<b>1.3.1. Preuves photogéologiques et hydrographiques .....</b>	<b>78</b>
<b>1.3.2. Aspects morphologiques .....</b>	<b>78</b>
1.3.2.1. L'escarpement d'Ain Taya-Boumerdes .....	78
1.3.2.2. La paléovallée abandonnée de l'oued Isser et le canyon d'Alger .....	78
1.3.2.3. Les terrasses marines et les terrasses alluviales de l'oued Isser .....	79
<b>1.3.3. Etat des connaissances actuelles .....</b>	<b>82</b>
1.3.3.1. Morphologie de la marge méditerranéenne.....	83
1.3.3.2. Le canyon d'Alger .....	83
1.3.3.3. La baie d'Alger .....	83
1.3.3.4. L'escarpement de Kheir -Eddine .....	84
<b>2. Analyse et compréhension du séisme Boumerdes-Alger du 21 mai 2003 ...</b>	<b>85</b>
<b>2.1. Généralités sur le séisme d'Alger-Boumerdes.....</b>	<b>85</b>
2.1.1. Les répliques du séisme .....	87
2.1.2. Les victimes et les dommages causés par le séisme .....	87
<b>2.2. Conséquences du séisme .....</b>	<b>88</b>
<b>2.2.1. Effets de site et effets induits .....</b>	<b>88</b>
2.2.1.1. Liquéfaction des sols .....	89
2.2.1.2. Soulèvement visible du littoral et tsunami .....	89
2.2.2. Les effets du séisme sur les constructions .....	91
2.2.3. L'impact psychologique du séisme sur la population .....	91
<b>2.3. Gestion de la crise .....</b>	<b>92</b>
2.3.1. Gestion des secours .....	92
2.3.2. La mobilisation sociale .....	93
2.3.3. Relogement des sinistrés après la catastrophe .....	94
2.3.3.1. Première phase : « les tentes ».....	94
2.3.3.2. Deuxième phase : « les chalets » .....	95
<b>2.4. Les multiples causes de la catastrophe .....</b>	<b>95</b>
<b>2.4.1. Causes principales .....</b>	<b>96</b>
2.4.1.1. L'imperfection des études préalables et les défauts de construction et le choix de terrains . .....	96
<b>2.4.2. Les causes secondaires .....</b>	<b>105</b>

2.4.2.1. Les causes pédagogiques.....	105
2.4.2.2. L'amnésie des institutions et des hommes .....	106
<b>Conclusion .....</b>	<b>108</b>

<b>CONCLUSION DE LA PREMIERE PARTIE .....</b>	<b>112</b>
---	------------

## **DEUXIEME PARTIE :** **Urbanisation d'Alger Face au Risque sismique**

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>113</b>
---------------------------	------------

### **CHAPITRE III : Urbanisation séculaire consciente du risque sismique**

<b>Introduction .....</b>	<b>115</b>
<b>1. L'expansion de la ville d'Alger.....</b>	<b>116</b>
<b>1.1. Alger en 1830 : « occupations stratégiques combinant sécurité et maîtrise »</b>	<b>116</b>
<b>1.1.1. Alger à travers Les différentes époques préscoloniales .....</b>	<b>117</b>
1.1.1.1. Alger / période punique (époque phénicienne) .....	117
1.1.1.2. Alger / période romaine (I <sup>er</sup> Siècle Après J-C).....	117
1.1.1.3. Alger / période arabo berbère (à partir du X <sup>ème</sup> siècle) .....	118
1.1.1.4. Alger / période ottomane à partir du XVI <sup>ème</sup> siècle .....	119
<b>1.1.2. La Casbah d'Alger et les séismes .....</b>	<b>119</b>
<b>1.2. Alger durant les premières années de la colonisation.....</b>	<b>123</b>
<b>1.2.1. L'urbanisme militaire : Alger de la petite ville turque à la ville coloniale .....</b>	<b>123</b>
<b>1.2.2. Deuxième modèle colonial : De 1845-1889.....</b>	<b>124</b>
1.2.2.1. La croissance de la ville de 1846 à 1889 .....	126
1.2.2.2. L'urbanisme spéculatif.....	127
<b>2. Moderniser la ville coloniale .....</b>	<b>129</b>
<b>2.1. Extension d'Alger depuis 1900 .....</b>	<b>129</b>
2.1.1. Période de 1900-1930/1940 .....	130
2.1.2. La configuration urbaine : l'opposition entre les quartiers historiques et les quartiers d'extensions .....	130
<b>2.2. Planification urbaine et plans d'urbanisme .....</b>	<b>131</b>

2.2.1. Période de l'urbanisme fonctionnaliste (1940 -1954) .....	133
2.2.1.1. Les bidonvilles et leurs terrains d'assiette .....	135
2.2.1.2. Le plan de 1948 densification du tissu existant et extension Est .....	137
2.2.1.3. Le plan de 1958 traduction spatiale du plan de Constantine .....	137
2.2.2. Nouvelles données ethno-démographiques, mais permanence des structures socio-spatiales (1954 -1962) .....	138
2.2.3. L'urbanisme colonial et le phénomène sismique .....	139
<b>Conclusion .....</b>	<b>141</b>

## **CHAPITRE IV : Urbanisation récente d'Alger amplificatrice du risque sismique**

<b>Introduction .....</b>	<b>144</b>
<b>1. L'urbanisation d'Alger de l'indépendance à nos jours.....</b>	<b>145</b>
1.1. Alger de 1962 à 1990 hypertrophie et urbanisation anarchique .....	145
1.1.1. Alger un Centre saturé .....	146
1.1.2. Etalement urbain et desserrement des communes centrales .....	147
1.1.3. L'urbanisation de la Mitidja et le Sahel d'Alger « Zone soumise à l'activité sismique » .....	149
1.1.4. Explosion urbaine et ses traductions foncières et formelles .....	151
1.1.5. Crise économique et ralentissement de l'intervention sur le tissu urbain .....	152
1.2. La politique récente d'urbanisation depuis 1990 .....	154
1.2.1. La dynamique récente d'urbanisation : étalement urbain, fragmentation des tissus urbains, « archipélisation » .....	154
1.2.2. Croissance urbaine et périurbanisation dans l'Algérois (1990-1998) .....	156
1.2.3. Migrations intercommunales et urbanisation des zones à risques .....	156
<b>2. Plans d'aménagement et la planification urbaine : une gestion a vue de l'urbanisation .....</b>	<b>158</b>
2.1. Les pratiques urbanistiques après l'indépendance (1968-1990) : « un contexte de planification centralisée » .....	158
2.1.1. le Schéma de Structure à l'horizon 1985 ( COMEDOR), une option sur la baie d'Alger (1966-1975) .....	159
2.1.2. Le Plan d'Orientation Générale (POG), une option sur l'Est d'Alger (1975- 1986).....	160
2.1.3. Le Plan Directeur d'Urbanisme (PUD), une option vers le sud-ouest (1986 – 1995).....	161

2.2. La deuxième phase 1990-2008 : « le tournant libéral ».....	161
2.2.1. Le PDAU d'Alger, un plan mort-né (1995-1998).....	161
2.2.2. Du Grand Projet Urbain pour la capitale à la révision du PDAU, la navigation à vue (1998- 2008).....	163
<b>3. Enjeux de l'urbanisation à Alger.....</b>	<b>165</b>
<b>3.1. Croissance démographique et son impact sur la demande de logements ...</b>	<b>166</b>
3.1.1. La répartition de l'accroissement démographique à Alger : desserrement des communes centrales et croissance des communes périphériques .....	168
3.1.2. L'habitat illicite à Alger : « Conséquence de la croissance démographique » .....	170
<b>3.2. Le Foncier comme enjeu principal .....</b>	<b>172</b>
3.2.1. Les besoins fonciers, des choix faits sous pression et dans l'urgence .....	173
3.2.2. Une croissance urbaine effrénée, dépassement des limites planifiées.....	174
3.2.3. Problèmes de gestion urbaine .....	175
3.2.3.1. Faiblesse dans l'élaboration et l'exécution des plans d'urbanisme .....	175
3.2.3.2. Emergence des pratiques de construction illicite .....	176
3.2.3.3. L'existence de plusieurs zones d'habitat précaire .....	176
3.2.4. Mutation économique et mutation urbaine.....	177
3.2.5. Vulnérabilité de la métropole Alger face aux risques.....	177
<b>Conclusion .....</b>	<b>178</b>
<b>CONCLUSION DE LA DEUXIEME PARTIE.....</b>	<b>182</b>

## TROISIEME PARTIE : Prévenir le risque sismique pour Alger

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>183</b>
---------------------------	------------

### CHAPITRE V : Evaluation de la vulnérabilité d'Alger face au risque sismique

<b>Introduction .....</b>	<b>185</b>
<b>1. La vulnérabilité sismique, un concept fondamental au cœur des méthodes d'évaluation du risque sismique pour Alger .....</b>	<b>186</b>

<b>1.1. La vulnérabilité, concept problématique ? .....</b>	<b>186</b>
<b>1.1.1. Vulnérabilité physique .....</b>	<b>186</b>
<b>1.1.2. La vulnérabilité sociale .....</b>	<b>186</b>
1.1.2.1. Vulnérabilité et capacité de résistance : « la vulnérabilité biophysique » .....	186
1.1.2.2. Vulnérabilité et résilience.....	187
<b>1.1.3. Evaluation de la vulnérabilité.....</b>	<b>187</b>
<b>1.2. La vulnérabilité sismique à Alger:.....</b>	<b>188</b>
<b>1.2.1. Évaluation de l'aléa sismique à Alger et ses environs .....</b>	<b>188</b>
1.2.1.1. Périodes de retour .....	189
1.2.1.2. Probabilité de dépassement de l'accélération de dimensionnement .....	190
<b>1.2.2. Vulnérabilité physique de la ville d'Alger .....</b>	<b>191</b>
1.2.2.1. Caractéristique du cadre bâti d'Alger .....	196
1.2.2.2. Analyse statistique globale du bâti de la ville d'Alger .....	197
1.2.2.3. Identification des typologies constructives et de l'usage des constructions .....	199
<b>1.2.3. Vulnérabilité Sociale des habitants de la ville d'Alger .....</b>	<b>204</b>
1.2.3.1. Hypothèses prospectives d'évolution de la population d'Alger .....	204
1.2.3.2. Les principaux Résultats de l'enquête.....	207
<b>2. Microzonnage et cartographie du risque sismique pour Alger .....</b>	<b>211</b>
<b>2.1. Scénarios d'évaluation du risque sismique pour la ville d'Alger .....</b>	<b>211</b>
<b>2.1.1. Scénario de la JICA et Le CGS.....</b>	<b>211</b>
2.1.1.1. Objectifs de l'étude .....	212
2.1.1.2. Aléa sismique .....	213
2.1.1.3. Séismes du scénario .....	216
2.1.1.4. Estimation des dommages .....	217
2.1.1.5. Recommandations .....	222
<b>2.1.2. Scénario Alarmant d'un séisme de forte magnitude : « une autre expérience du séisme de 1716 » .....</b>	<b>222</b>
<b>2.2. Cartes de délimitation des zones à risques.....</b>	<b>223</b>
<b>2.2.1. Carte de l'aléa .....</b>	<b>227</b>
<b>2.2.2. Carte des enjeux .....</b>	<b>229</b>
2.2.2.1. La population comme enjeu principal .....	229
2.2.2.2. Infrastructures : portuaires , aéroportuaires et routières .....	230
2.2.2.3. Les Infrastructures de Formation .....	232
2.2.2.4. Les infrastructures sanitaires .....	232
2.2.2.5. Les infrastructures sanitaires .....	232

2.2.3. Carte du risque sismique « carte du microzonage » .....	235
<b>Conclusion .....</b>	<b>241</b>

## **CHAPITRE VI : La Mitigation du risque sismique pour Alger**

<b>Introduction .....</b>	<b>244</b>
<b>1. Les objectifs et les moyens .....</b>	<b>245</b>
1.1. Le but: une société préparée à l'éventualité d'un séisme .....	245
1.2. Les moyens : une politique territoriale prenant la mitigation du risque sismique en compte .....	246
1.2.1. Politique de recherche scientifique et technologique .....	246
1.2.2. Politique d'encadrement juridique et administratif .....	247
1.2.3. Politique de formation et d'information des acteurs .....	248
<b>2. Cadre législatif algérien et intégration des dispositions dans le système réglementaire .....</b>	<b>248</b>
2.1. Législation des années 1980 à 2000 .....	248
2.2. Législation récente (depuis 2001) .....	249
2.2.1. le risque sismique dans l'aménagement du territoire .....	250
2.2.2. l'assurance, une prise en charge préventive .....	250
2.2.3. Construction parasismique, une exigence .....	250
2.2.4. Organisation et communication .....	251
2.2.5. La Loi n°04-20 du 25 décembre 2004 : "prévention des risques majeurs et gestion des catastrophes" .....	251
2.2.6. Critique de la loi 04-20 du 25 décembre 2004 .....	254
2.3. Transcription des dispositions dans le système règlementaire et législatif algérien.....	255
2.3.1. Différentes possibilités de transcription .....	255
2.3.2. Objectifs et contenu d'un PPR .....	256
2.3.2.1. Domaine d'intervention d'un PPR .....	256
2.3.2.2. Application du PPR .....	257
2.3.2.3. Conditions d'élaboration et importance du dialogue local .....	257
2.3.2.4. Eléments constitutifs d'un PPR .....	258
<b>3. Prise en compte et réduction de la vulnérabilité d' Alger face au risque sismique .....</b>	<b>258</b>

<b>3.1. Actions visant un urbanisme et un aménagement du territoire parasismiques</b> .....	<b>258</b>
<b>3.1.1. Urbanisme et Aménagement parasismique</b> .....	<b>260</b>
3.1.1.1. Intégration des données dans les documents d'urbanisme .....	262
3.1.1.2. Exemples d'actions visant un urbanisme et un aménagement du territoire parasismiques .....	265
<b>3.1.2. Architecture parasismique</b> .....	<b>266</b>
3.1.2.1. La prise en charge du risque sismique pour les bâtiments neufs dès la conception.....	266
3.1.2.2. Une loi pour la maîtrise d'œuvre et de la responsabilité dans la chaîne de la construction .....	273
3.1.2.3. Démarche d'un projet parasismique .....	274
<b>3.1.3. Information du public</b> .....	<b>279</b>
<b>3.1.4. Formation des acteurs de la construction</b> .....	<b>279</b>
<b>3.1.5. La culture de prévention du risque comme enjeu majeur de la gestion des catastrophes</b> .....	<b>280</b>
<b>Conclusion</b> .....	<b>281</b>
<b>CONCLUSION DE LA TROISIEME PARTIE</b> .....	<b>284</b>
<b>CONCLUSION GENERALE</b> .....	<b>285</b>
<b>ANNEXE 01 : LE SEISME</b> .....	<b>289</b>
<b>1. Le Phénomène Sismique</b> .....	<b>289</b>
<b>2. L'ALÉA SISMIQUE</b> .....	<b>307</b>
<b>3. Les effets des séismes</b> .....	<b>312</b>
<b>ANNEXE 02 : La vulnérabilité, concept problématique ?</b> .....	<b>320</b>
<b>ANNEXE 03 : Questionnaire</b> .....	<b>323</b>
<b>ANNEXE 03 : Les principaux résultats de l'enquête</b> .....	<b>327</b>
<b>ANNEXE 04 : Entrevue de recherche</b> .....	<b>332</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>337</b>

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

### LISTE DES FIGURES :

Figure 1 : Interaction de formes de vulnérabilité.....	16
Figure 2 : illustration des composants du risque.....	16
Figure 3 : modélisation d'un séisme et tremblement de terre.....	21
Figure 4 : carte néotectonique de la ville d'Alger.....	68
Figure 5 : Localisation de l'événement historique de 1365 (étoile à l'est de la ville d'Alger).....	73
Figure 6 : Sismicité instrumentale de la région Est Algéroise.....	74
Figure 7 : Ruptures de surface suite au séisme du Chenoua de 1989. Interprétation Meghraoui 1991.....	75
Figure 8 : localisation de la faille de Zemmouri et la zone d'intensité maximale du séisme.....	76
Figure 9 : Bathymétrie de la région d'Alger.....	79
Figure 10 : Evolution de la faille de thenia (Boudiaf, 1996) et mise en évidence de la faille offshore (séisme du 21/05/2003) de Zemmouri.....	80
Figure 11 : séisme du 21 mai 2003 Mw= 6.8 Alger –Boumerdes – Dallys.....	85
Figure 12 : Les principales villes touchées par le séisme du 21 Mai 2003.....	86
Figure 13 : Dispositif conforme aux règles parasismique.....	97
Figure 14 : Défaillances observées sur les constructions lors du séisme de Boumerdès-Alger.....	98
Figure 15 : Dispositions constructives NON CONFORMES aux règles PS.....	100
Figure 16 : Simulation des deux phases de déplacement sous l'action sismique.....	101
Figure 17 : effondrement du bâtiment sur toute la hauteur.....	101
Figure 18 : Alger en 1700.....	120
Figure 19 : Plan de Guiauchamp 1848.....	126
Figure 20 : localisation des bidonvilles d'Alger (situation vers 1960).....	129
Figure 21 : Projet d'ensemble d'habitations proposer, Durand, domaine de Bajah , Oued ouaichiah , 1932-1933, perspective d'ensemble.....	131
Figure 22 : Le Corbusier, projet d'aménagement et proposition d'implantation du gratte-ciel dans le quartier de la marine.....	132
Figure 23 : Photographies satellites traitées : évolution des zones urbanisées 1987-2000.....	155
Figure 24 : Forces d'inertie constituant des charges sismiques.....	267
Figure 25 : Formation d'un étage souple au rez-de-chaussée.....	267

Figure 26 : L'effet mille-feuille .....	268
Figure 27 : Rez-de-chaussée trop rigide .....	269
Figure 28 : variation brutal de la structure à un niveau donné. ....	269
Figure 29 : L'effet colonne courte. ....	270
Figure 30 : Toiture trop lourde.....	270
Figure 31 : Contreventement symétrique et asymétrique .....	271
Figure 32 : joint parasismique .....	271
Figure 33 : Dispositifs pour la descente des charges verticales .....	272
Figure 34 : Oscillations asynchrones (différentielles) en plan et en élévation. ....	272
Figure 35 : Fractionnement des bâtiments à configuration complexe par des joints parasismiques..	273
Figure 36 : Exemple de renforcement du contreventement d'un bâtiment par création de murs nouveaux entre deux poteaux existants (élévation).....	277
Figure 37 : Renforcement d'une construction en murs en maçonnerie par des tirants métalliques ..	278
Figure 38 : Coupes schématiques sur le globe terrestre.....	290
Figure 39 : Illustre la formation et la cassure du supercontinent (Pangaea) .....	293
Figure 40: types de mouvements qui peuvent résulter des affrontements entre plaques .....	293
Figure 41 : Convergence de la plaque Africaine avec la plaque Eurasienne .....	296
Figure 42 : Détail de Convergence de la plaque Africaine avec la plaque Eurasienne .....	296
Figure 43 : caractéristiques des séismes .....	300
Figure 44 : modélisation d'une faille .....	302
Figure 45 : schémas des mécanismes au foyer lors du séisme de Haïti du 12 /01/2010.....	303
Figure 46: schémas des différents mécanismes au foyer .....	303
Figure 47 : montre la forme de l'onde P .....	304
Figure 48 : illustration de la forme de l'onde P.....	305
Figure 49 : montre la forme de l'onde S .....	305
Figure 50 : illustration de la forme de l'onde S.....	306
Figure 51 : montre la forme de l'Onde de Love .....	306
Figure 52 : montre la forme de l'Onde de Raleigh.....	306
Figure 53 : Exemple de sismogramme .....	307
Figure 54 : montre un exemple de magnitudes de M 5 à M 7 .....	308
Figure 55 : Localisation de l'épicentre en fonction du temps d'arrivée des ondes sismiques. ....	310

**LISTE DES CARTES :**

Carte 1 : Sismicité du nord Algérien.....	34
Carte 2 : localisation des principales unités géologiques composant la région du Maghreb et le pourtour de la Méditerranée Occidentale . .....	36
Carte 3 : Sismicité en Algérie.....	40
Carte 4 : La tectonique du Nord Algérien simplifié par Bracenne et al .2003 incluant le catalogue séismique. ....	41
Carte 5 : Carte sismotectonique de l'Algérie du Nord .....	43
Carte 6 : zonage sismique du territoire national. ....	46
Carte 7 : les épacentres instrumentaux de l'ouest de l'Algérie 2002-2006.....	50
Carte 8 : Niveaux d'aléa sismique en Algérie .....	51
Carte 9 : Les intensités maximales observées de 1716-2003 .....	51
Carte 10 : Densité de la population par wilaya (RGPH 2008). ....	53
Carte 11 : Agglomération urbaine (supérieur à 20 000 habitants) et sismicité en Algérie.....	56
Carte 12 : l'essentiel du Potentiel économique localisé dans le Nord du Pays .....	58
Carte 13 : Zones sismiques et degré de vulnérabilité des territoires en Algérie. ....	60
Carte 14: les épacentres du nord de l'Algérie dep 1973 à 2006.....	69
Carte 15 : Extrait de l'esquisse tectonique de l'Algérie. ....	70
Carte 16 : Les principales failles intra-plaque de l'Algérois.....	72
Carte 17 : les failles sismiques de la zone d'Alger et ses environs .....	77
Carte 18 : Localisation des premières répliques du séisme du 21 mai 2003 .....	87
Carte 19: région ouest de la méditerranée avec la localisation de l'épicentre.....	90
Carte 20 : Alger durant l'époque phénicienne .....	117
Carte 21 : Reconstruction des tracées de la ville Romaine sur la Casbah actuelle .....	118
Carte 22 : Alger à l'époque Arabo Berbère .....	118
Carte 23 : Alger à l'époque Ottomane.....	119
Carte 24 : Alger à l'époque française en 1846.....	124
Carte 25 : Alger à la deuxième période Coloniale 1850. ....	125
Carte 26 : Projet de ville nouvelle à Mustapha, le Hamma et Belcourt (non réalisés) 1858.....	128
Carte 27 : Alger et son port en 1892 .....	128
Carte 28 : répartition des bidonvilles à Alger .....	136
Carte 29 : Etalement de la tache urbaine d'Alger .....	148
Carte 30 : Carte montrant la zone d'Alger, notamment le bassin quaternaire de la Mitidja.....	151
Carte 31 : Aire métropolitaine d'Alger en 1987.....	153

Carte 32 : l'organisation des mouvements de population dans L'Algérois.....	157
Carte 33 : Schéma des structures d'Alger à l'horizon 1985, élaboré par le COMEDOR.....	160
Carte 34 : Les prescriptions du PDAU de 1995.....	162
Carte 35 : Les actions projetées dans le cadre du GPU par le Gouvernorat d'Alger 1997-2000 .....	164
Carte 36 : Evolution de la population de la wilaya d'Alger, par zones entre 1966 et 2008.....	170
Carte 37 : Types d'habitats et proportion des constructions "illicites" par communes.....	171
Carte 38 : les différents périmètres d'urbanisation préconisés par le POG et le PUD et limites actuelles estimées de l'urbanisation .....	175
Carte 39 : zone d'étude .....	213
Carte 40 : Localisation des traces de surface inférées aux failles .....	214
Carte 41: localisation des importants événements sismiques à Alger et ses environs.....	214
Carte 42 : Distribution de l'accélération de pointe du sol (PGA) à la surface du sol. ....	215
Carte 43: Distribution de l'intensité sismique sur l'échelle MSK.....	216
Carte 44 : Nombre de bâtiments gravement endommagés. ....	218
Carte 45 : Carte des localisations de probabilités des ponts en relation avec la chute des poutres ; faille de Kheireddine. ....	219
Carte 46 : Carte des localisations de probabilités des ponts en relation avec la chute des poutres ; faille de Zemmouri .....	219
Carte 47 : point de dommage du réseau AEP ; faille Kheireddine .....	220
Carte 48 : point de dommage du réseau AEP ; faille Zemmouri .....	220
Carte 49 : Longueur endommagée du câble à moyenne tension ; faille Kheireddine.....	221
Carte 50 : Longueur endommagée du câble à moyenne tension ; faille Zemmouri .....	221
Carte 51 : Communes de la Wilaya d'Alger incluses dans l'étude du JICA (2006) .....	224
Carte 52 : Risque sismique potentiel .....	226
Carte 53 : Carte de l'aléa sismique .....	228
Carte 54 : Découpage Zonal d'Alger .....	230
Carte 55 : Infrastructure routière à Alger .....	231
Carte 56 : Carte des enjeux .....	234
Carte 57 : Carte du risque sismique .....	236
Carte 58 : Risque mouvement de terrains et liquéfaction des sols. ....	238
Carte 59 : Risque industriel dans la wilaya d'Alger .....	240
Carte 60 : Carte des zones potentiellement liquéfiables .....	261
Carte 61: Les différentes plaques tectoniques .....	292

**LISTE DES TABLEAUX :**

Tableau 1 : tableau récapitulatif des définitions. ....	17
Tableau 2 : Les 10 risques majeurs concernant l'Algérie .....	19
Tableau 3 : Echelle de gravité des dommages.....	20
Tableau 4 : les séismes majeurs en Algérie de 1365 à 2010.....	37
Tableau 5 : Classification sismique des wilayas d'Algérie .....	47
Tableau 6 : Ecart entre le tell et les hauts plateaux :.....	54
Tableau 7 : Ecart entre le tell et sud .....	54
Tableau 8 : densité du peuplement par zones .....	54
Tableau 9 : Victimes par ville .....	88
Tableau 10 : Flux migratoires à Alger.....	157
Tableau 11 : La croissance démographique de la wilaya d'Alger entre 1966 et 2008.....	167
Tableau 12 : Evolution du rapport de dispersion géographique (%) entre l'agglomération d'Alger et sa périphérie.....	173
Tableau 13 : Répartition des logements habités selon le type de construction.....	193
Tableau 14 : Répartition de la population d'Alger dans l'Agglomération d'Alger selon les périodes..	197
Tableau 15 : Les différentes typologies constructives du parc immobilier de la ville d'Alger .....	201
Tableau 16 : Répartition des constructions identifiées selon leur système constructif et leur usage .	202
Tableau 17 : typologies structurales .....	203
Tableau 18 : Perspectives de population à l'horizon 2020 selon l'hypothèse "1" .....	204
Tableau 19 : Charges démographiques additionnelles par rapport au RGPH 1998 selon l'hypothèse "1" .....	205
Tableau 20 : Perspectives de population à l'horizon 2020 selon l'hypothèse "2" .....	205
Tableau 21 : Taux d'urbanisation attendus à l'horizon 2020 (+0,5%/an).....	205
Tableau 22 : Perspectives de population urbaine à l'horizon 2020 selon l'hypothèse forte "1" .....	206
Tableau 23 : Charges démographiques urbaines additionnelles entre 1998 et 2020 selon L'hypothèse forte "1" (chiffres arrondis) .....	206
Tableau 24 : Evolution du rapport de dispersion géographique (%) entre l'agglomération d'Alger et sa périphérie.....	206
Tableau 25 : Charges démographiques additionnelles selon l'hypothèse "1" .....	207
Tableau 26 : Charges démographiques additionnelles selon l'hypothèse "2" .....	207
Tableau 27 : la magnitude des séismes qui pourra être engendrée par les six failles .....	217
Tableau 28 : Infrastructures ferroviaires à Alger .....	231
Tableau 29 : Infrastructures éducatives .....	232

Tableau 30 : Infrastructures sanitaires .....	232
Tableau 31 : Infrastructures Industrielles .....	233
Tableau 32 : recensement industriel dans la wilaya d'Alger .....	239
Tableau 33 : synthèse du système législatif et réglementaire Algérien sur la prise en charge des risques naturels .....	253
Tableau 34 : avantages et inconvénient des options de transcriptions .....	256
Tableau 35 : Démarche d'un projet de construction parasismique.....	275
Tableau 36 : montre la sévérité des tremblements de terre. ....	309
Tableau 37 : relation magnitude avec l'énergie libérée, la durée de rupture, valeur de rejet, longueur de coulissage et le nombre de séisme par ans. ....	309
Tableau 38 : les grands traits des douze degré d'intensité combinée entre échelles : Mercalli, MSK et EMS .....	311
Tableau 39 : les effets directs et indirects des séismes.....	312

### **LISTE DES PHOTOS :**

Photo 1 : Exemple d'exercice d'évacuation dans une école primaire de TOKYO .....	25
Photo 2 : Phénomène de liquéfaction observé lors du séisme Zemmouri 2003. ....	89
Photo 3 : Bandes blanches visible sur les roches due à la montée des eaux lors du séisme de Boumerdes .....	90
Photo 4 : Effondrement total d'un bâtiment de 6 étages.....	91
Photo 5 : Détail d'un mille feuilles à Boumerdès.....	91
Photo 6 : Autres dégâts à Boumerdès.....	91
Photo 7 : Arrêt du coulage du poteau à environ 5 cm sous la sous face de la poutre. ....	99
Photo 8 : Effondrement à cause de l'absence d'armatures transversales .....	99
Photo 9 : Insuffisance d'armatures transversales, béton de mauvaise qualité,.....	99
Photo 10 : Destruction de l'extrémité du poteau du fait de l'absence d'armatures transversales dans la zone critique du poteau.....	100
Photo 11 : Effondrement des bâtiments sur toute leur hauteur.....	102
Photo 12 : Entaille au centre du bâtiment effondré.....	102
Photo 13 : Inexistence des joints.....	103
Photo 14 : Alger à l'Arrivée des Colons .....	116
Photo 15 : Rondins de bois insérés à l'intersection des arcades. ....	121
Photo 16 : les planchers en bois.....	121
Photo 17 : Renforcement des murs en maçonnerie de briques par des bûches en bois.....	122

Photo 18 : les q'bù .....122

Photo 19 : Détails des chapiteaux de la Colonne avec la présence d'une couche de trois journaux de thuyas insérés entre Les briques maçonnerie .....122

Photo 20 : Rue d'Isly.....127

Photo 21 : Cité de Dar El Mahçoul. ....133

Photo 22 : Climat de France. ....134

Photo 23 : Cité de Diar es-Saâda. ....134

Photo 24 : Exploitations agricoles urbanisées partiellement ..... 150

Photo 25 : le grignotage du foncier agricole dans les communes périphériques d'Alger ..... 150

Photo 26 : Effondrement du Square Port-Saïd, le 21 décembre 2005..... 195

Photo 27 : Boulevard Zighoud – Youcef .....200

Photo 28 : Effondrement du RDC lors du séisme de Boumerdès Alger -2003.....268

Photo 29 : cisaillement des poteaux de l'étage supérieur .....269

Photo 30 : Faille de Pingvellir en Islande (Document Yann Arthus-Bertrand .....294

Photo 31 : Faille de San Andréa en Californie (Document USGS).....295

Photo 32 : L'Himalaya (Photographie Gimmy Park Li.).....295

Photo 33 : fissures dans les sols observés lors du séisme de Zemouri – Boumerdès 2003. ....313

Photo 34 : Montre le phénomène de la liquéfaction du sol (petit volcan de sable) durant le séisme de Boumerdes (Algérie) de 2003 .....315

Photo 35 : Liquéfaction du sol aux abords de l'oued Isser (Alger lors du séisme 21 mai 2003). .....316

Photo 36 : Séisme catastrophique au Japon .Le tsunami porte .....317

**LISTE DES GRAPHES :**

Graphe 1 : La croissance démographique dans la wilaya d'Alger, par zones analytiques..... 168

Graphe 2 : Densités démographiques d'Alger en fonction du découpage zonal (2008) ..... 169

Graphe 3 : Périodes de retour des séismes à Alger en termes d'accélération de pointe en utilisant les différents modèles d'atténuation choisis. .... 189

Graphe 4: Probabilité de dépassement de l'accélération de pointe de la ville d'Alger pour une durée de vie économique de la structure de 10 années. .... 190

Graphe 5: Probabilité de dépassement de l'accélération de pointe de la ville d'Alger pour une durée de vie économique de la structure de 50 années. .... 190

Graphe 6: Probabilité de dépassement de l'accélération de pointe de la ville d'Alger pour une durée de vie économique de la structure de 100 années. .... 191

Graphe 7 : Répartition des logements habités selon le type de construction ..... 192

Graphe 8: Répartition des superficies en hectare dans les 26 communes..... 197

Graphe 9 : Densité en logements par hectare dans les 26 communes considérées. .... 198

Graphe 10: Répartition des immeubles d'habitation selon le nombre de niveaux ..... 203

Graphe 11 : Classements des trois risques auxquels les enquêtés se sentent le plus exposés.....208

Graphe 12 : la catastrophe la plus redoutée pour Alger .....208

Graphe 13 : Connaissances des consignes à suivre en cas de catastrophe sismique. ....208

Graphe 14 : procédures à développer pour améliorer la sécurité face aux risques sismiques.....209

Graphe 15 : Possibilité de protection lors du choc principal .....209

Graphe 16 : Réaction après le choc principal .....209

Graphe 17 : Diffusion des consignes après le choc principal ..... 210

Graphe 18 : Réaction des secours après le choc principal ..... 210

Graphe 19 : La disponibilité des espaces dégagés de refuge lors des répliques..... 210

Graphe 20 : Avis de l'enquête sur la gestion de crise. .... 210

Graphe 21: Secteur industriel à Alger ..... 233

## **I. INTRODUCTION :**

De nos jours les aléas naturels sont de plus en plus dévastateurs en milieux urbains, cela est dû essentiellement à la densité d'occupation et à la vulnérabilité de ces derniers. L'Algérie figure parmi les pays les plus touchés par ces aléas. Son histoire témoigne de terribles expériences catastrophiques notamment celles des inondations de Bab el oued, de Ghardaïa, le séisme de Chleff et celui de Boumerdès, l'explosion de Skikda ...

Le risque sismique reste parmi les risques les plus actifs dans le nord du pays, car l'Algérie a de tout temps été soumise à une activité sismique avec comme résultats des pertes humaines et matérielles importantes, dommageables non seulement aux individus mais aussi aux collectivités locales.

Cette activité sismique est due principalement à la nature géologique de la région maghrébine et ses caractéristiques tectoniques à la frontière des deux plaques : africaine et eurasiennne en mouvement compressif et permanent.<sup>i</sup>

Les études géologiques menées jusqu'à nos jours dans le nord algérien nous révèlent qu'il existe de nombreuses zones dont les structures géologiques sont des foyers sismiques potentiels. Les archives de la sismicité dans notre pays confirment elles aussi, la grande instabilité de cette partie du continent et démontrent que les séismes de forte intensité continueront probablement à se produire à l'avenir dans cette région.

Lorsqu'on sait, en effet, que la population algérienne se concentre sur cette frange côtière la plus vulnérable, on comprend d'avantage pourquoi l'Algérie réunit toutes les caractéristiques d'un pays à risques.

Il est, des villes qui ont atteint un seuil de saturation extrême et qui poursuivent encore leur extension par des excroissances construites souvent à la hâte et sans viabilités. Elles enlaidissent l'environnement et le menacent en tous points de vue.

Ce gigantisme quasi-ingérable est le résultat d'une urbanisation rampante qui, non satisfaite de "grignoter" les zones à hautes potentialités agricoles, elle exploite même des zones les plus exposées aux risques.

---

<sup>i</sup> CENTRE NATIONAL DE RECHERCHE APPLIQUE EN GENI PARASISMIQUE : Vulnérabilité et évolution du risque sismique en Algérie.

Urbanisation, risque sismique : voilà un binôme dont les deux termes sont fortement imbriqués, même si en apparence cette relation ne semble pas évidente.

La présente recherche se trouve donc inscrite dans une problématique d'aggravation des risques potentiels induits par une forme d'urbanisation qui a pris, pendant des décennies, beaucoup de libertés par rapport à une législation et une réglementation conçues initialement pour l'encadrer et la canaliser judicieusement.

Ce n'est donc pas le phénomène naturel qui est source d'inquiétude puisqu'à son encontre, du fait de son caractère inévitable, l'homme n'y peut rien, mais c'est son intervention dans les concentrations d'établissements humains qui requiert l'attention, en raison même de ses impacts catastrophiques.

Compte tenu de ce double phénomène prenant les grandes villes du nord du pays et précisément la capitale Alger où des efforts colossaux doivent être fournis afin de minimiser le risque. Par ailleurs, il s'avère nécessaire de permettre une contribution plus efficace de toute personne impliquée dans l'acte de bâtir. La concordance des réflexions et des moyens mis en œuvre de ces parties prenantes dans la prévention du risque sismique est fondamentale.

La reconstruction, le confortement, l'urbanisation doivent susciter des mesures de prévention afin d'assurer un minimum de sécurité qui, au stade des avant projets doivent tenir compte :

- Des conditions économiques du pays et de la périodicité des tremblements de terre.
- Ainsi que l'architecture qui doit tenir compte du comportement de la structure sous les vibrations sismiques et répondre favorablement à ses exigences. L'expérience a montré que les formes en plan les plus simples ont permis aux bâtiments d'avoir une bonne stabilité ; c'est le cas de la Casbah d'Alger qui reste toujours debout malgré la sismicité de la région.

## II. PROBLÉMATIQUE :

Aujourd'hui, prévenir les risques majeurs constitue l'un des principaux défis pour tout développement urbain qui se veut durable.

Compte tenu de leurs effets dévastateurs, les risques sismiques ne cessent de causer de véritables catastrophes dans la mesure où il est pratiquement impossible de les prévoir ou d'empêcher qu'elles se produisent, même si les progrès qu'ont connus les sciences de la terre permettent, aujourd'hui, d'en atténuer les effets aussi bien pour l'homme que pour les édifices et infrastructures.

Comparée à d'autres pays, l'Algérie est considérée comme un pays à sismicité avérée mais relativement modérée. Cependant, du fait de la localisation de cette sismicité dans la zone très urbanisée, les conséquences des secousses telluriques ont souvent été catastrophiques.

Ce risque est localisé sur la frange nord du pays, là où précisément se concentre la majeure partie de la population et des installations socio-économiques.

Les différentes études géologiques et sismologiques montrent que 70% de cette frange nord est soumise à une activité sismique<sup>i</sup> dont la ville d'Alger (première ville en Algérie par le fait qu'elle est la capitale politique et économique du pays) se trouve malheureusement en plein centre de cette zone puisqu'elle se situe au point de contact entre la plaque africaine et la plaque eurasiennne.

En plus de cette position à la frontière de ces plaques, la capitale Algérienne connaît une urbanisation effrénée qui entraîne une multiplication d'enjeux humains, matériels, économiques, environnementaux ...

La poussée de la ville d'Alger et son étalement sur son espace métropolitain a entraîné l'augmentation du poids démographique et économique de la ville. Sachant que la région d'Alger ne représente que 0.16 de la superficie nationale ; elle abrite presque 6 millions d'habitants selon les estimations de l'année 2010<sup>ii</sup>, soit 17 % de la population nationale.<sup>iii</sup>

Il est facile d'imaginer les surfaces nécessaires pour répondre aux besoins en habitat, activités, équipements et services pour 1 million d'habitants supplémentaires dans la prochaine décennie. En l'absence d'une véritable politique urbaine soutenue dans sa dimension spatiale, il est certain que l'urbanisation future se fera au détriment de l'environnement naturel, particulièrement l'agriculture

<sup>i</sup> **MINISTÈRE DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT (2005) : Rapport** sur l'état et l'avenir de l'environnement, P243

<sup>ii</sup> **BOUDAQQA. F** : Urbanisation et risques naturels à Alger et son aire métropolitaine.

<sup>iii</sup> Selon les estimations de 2010, l'Algérie compte 35 millions d'habitants et la région d'Alger y compris les wilayas limitrophes compte 6 millions d'habitants, alors le pourcentage est estimé à 17% de la population nationale.

dont la superficie va connaître encore une réduction pour répondre aux besoins des agglomérations urbaines.

Ce sont là, autant de faits qui font que le risque sismique dans la région d'Alger est permanent et menaçant. Le maintien des tendances actuelles dans l'occupation du territoire va se traduire par le renforcement du poids démographique de la zone et par des incidences lourdes de conséquences par rapport au risque sismique.

D'un autre côté, par rapport à l'urbanisme, il convient de noter l'absence d'instruments juridiques quant à la prise en charge des risques naturels de façon générale et le risque sismique de façon particulière. Dans les pays développés, les instruments d'urbanisme du type PDAU et POS sont complétés par des instruments spécifiques pour la prise en charge des risques naturels. Ainsi les PPR (Plan de Prévention de Risques) et les PER (Plan d'Exposition aux Risques) en France conditionnent le développement de l'urbanisme.

Face à cette réalité, il en résulte le questionnement suivant :

- **L'urbanisation effrénée que connaît Alger , accentue-t- elle la vulnérabilité de la ville face au risque sismique ?**

En d'autres termes :

- **La concentration des hommes et des activités dans ces milieux urbains, constitue-t-elle un facteur d'amplification du risque sismique ?**
- **Si le risque sismique dépasse largement nos capacités protectrices , faut-il dans ce cas abandonner cette zone fortement urbanisée jugée vulnérable à l'activité sismique ?**
- **Ou bien, L'urbanisme doit-il ou non composer avec cet élément destructeur ?**

L'organisation urbaine en Algérie repose théoriquement sur deux instruments: le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU) et les Plans d'Occupation du Sol (POS).

- **A-t-on pris en considération la question du risque sismique lors de l'élaboration des plans d'aménagement et d'urbanisme pour la ville d'Alger? Existe -t- il des plans de prévention du risque sismique pour la capitale Algérienne ?**
- **La recherche d'un urbanisme dit parasismique reste un moyen pour limiter tout effet destructeur dans ces milieux urbains ; alors quels seront ces outils ?**

## **II.1. OBJECTIF DE LA RECHERCHE :**

La préoccupation principale de cette recherche est de mettre en évidence :

- L'interactivité de l'aléa naturel « séisme » avec des zones fortement urbanisées
- L'effet multiplicateur induit par le développement d'une urbanisation anarchique.

La problématique retenue qui s'inscrit dans la relation entre le processus d'urbanisation engagé dans notre pays et les effets qu'il induit et/ou induira lors de la survenue de catastrophes naturelles s'avère plus indiquée pour une perception plus nette des inquiétudes actuelles et futures que suscite une question aussi préoccupante.

La présente recherche n'a nullement la prétention d'épuiser le problème des risques sismiques intervenant dans des zones connaissant une urbanisation très rapide, mais de focaliser l'attention sur les voies et moyens les plus sûrs mis en œuvre dans le cadre d'une stratégie de prévention et de gestion des risques sismiques.

L'objectif visé dans cette recherche sera donc d'alerter l'opinion publique et surtout les acteurs de la ville sur les risques sismiques potentiels et futurs (sans doute encore à l'état de latence, mais qui peuvent un jour ou l'autre surgir à l'état de flagrance). Par conséquent l'urbanisation incontrôlée pourra alors donner à l'événement naturel une intensité démultipliée et une résonance catastrophique.

## **II.2. HYPOTHÈSE :**

Risque sismique et urbanisation rapide : deux phénomènes intégrés dans un même contexte constituent une réalité pesant fortement sur toute la ville. En effet les désordres urbanistiques et la mauvaise qualité de la conception et de la réalisation des constructions sont à l'origine des phénomènes d'amplification des effets de l'aléa sismique.

Donc L'urbanisation apparaît comme un facteur aggravant et/ou un agent déclenchant. Les concentrations de populations et de patrimoines résultant de cette urbanisation sont les récepteurs de ces événements amplifiés. C'est Ainsi que , l'urbanisation est en même temps cause et effet de

l'aggravation des impacts des événements sismiques. De même, qu'une urbanisation anarchique génère des contraintes importantes dans l'organisation des secours en post événement.

Il est temps que la société prenne conscience de ce double phénomène afin de protéger son milieu physique et social. La recherche d'un urbanisme dit parasismique n'est pas utopique, il s'agit d'une action opérationnelle qui doit répondre aux critères scientifique. La prise en charge du risque sismique peut intervenir par deux séries d'opérations :

- La première procède par la restructuration urbaine des agglomérations existantes, en prévoyant des formes de protections des biens et des personnes.
- La second ira plus loin, c'est la recherche pour toute agglomération d'une forme de cohabitation **urbanisme- risque sismique**.

Cependant, il est nécessaire que l'aménagement des sols dans cette zone sismique dépasse largement l'intervention ponctuelle, en abordant le problème à une échelle spatiale plus vaste. C'est la raison pour laquelle une véritable prise en compte, au préalable du risque sismique dans le processus d'urbanisation doit être l'une des préoccupations actuelles.

### III. MÉTHODOLOGIE :

Pour mener à bien cette recherche, plusieurs moyens méthodologiques de la recherche scientifique ont été développés à savoir :

- **L'étude des documents** :

Il s'agit en premier lieu d'un travail de recherche bibliographique où nous avons eu l'opportunité de consulter une documentation aussi étendue que possible dans différentes disciplines aussi disparates que la géographie, la sociologie, l'économie, la géotechnique ou l'urbanisme.

La confrontation au manque de travaux antérieurs dans la région Algéroise et qui auraient certainement contribué à ce travail, a alors orienté cette recherche vers la consultation des documents internes non publiés donc inédits dans le domaine de la sismicité, des pathologies et techniques préventives. Il s'agit des manuscrits datant de l'époque ottomane disponible au centre national des archives à la bibliothèque nationale d'Alger.

- **L'observation** :

L'observation constitue l'outil le plus adéquat pour l'étude des phénomènes tels que les deux qui nous concernent l'urbanisation et le risque sismique. Elle permet d'appréhender une réalité vécue, plutôt que d'en obtenir un écho éventuellement déformé à travers des représentations que les gens s'en forgent.

- **Le questionnaire** :

Le questionnaire demeure l'outil le plus facile et efficace à manipuler, notamment parce qu'il touche un grand public, il constitue la technique la plus rapide. Ce dernier a visé la population touchée par le séisme afin d'apprécier son impact sur elle et son niveau de consciences et connaissances en cas de catastrophe sismique.

- **L'entrevue de recherche :**

L'entrevue est une méthode de recueil directe d'informations qui consiste à recourir à des entretiens oraux avec des individus isolement dont :

- le responsable du service des risques sismiques majeurs de la protection civile de la wilaya d'Alger,
- le personnel chargé de la révision des plans d'urbanismes de la ville Alger
- et celui qui est chargé de la surveillance, l'étude et la prévention du risque sismique pour la capitale (CRAAG et CGS)

La présente recherche, circonscrit aux seuls risques naturels à savoir le risque sismique en relation avec le développement de l'urbanisation, est structurée en trois parties :

**La première Partie :**

Intitulée «séisme et risque sismique en Algérie » est divisée en deux chapitres ; le premier consacré à l'étude des manifestations sismiques en Algérie, traite l'historicité des séismes en Algérie, leurs caractéristiques et les degrés d'expositions des villes algériennes à l'aléa sismique. Le deuxième met en évidence l'ampleur des risques sismiques à Alger. A travers ce chapitre nous saisissons l'opportunité d'exposer les études géomorphologiques et géotechniques de toute la région algéroise, considérées ainsi comme bases de données pour le microzonnage et la cartographie effectués en troisième partie dans le cadre de la prévention du risque sismique pour Alger. En complément, nous procédons à l'analyse de la catastrophe sismique de Boumerdès - Alger de 2003 avec une illustration de toutes les défaillances observées.

Cette première partie dédiée à l'étude des phénomènes sismiques en Algérie et spécialement à Alger se base sur une diversité de documents et de cartographies inédites.

- Pour l'étude de la géotechnique et la géotectonique de la région algéroise : Nous avons basé notre travail d'une part sur les travaux et recherches du centre national de recherche en astronomie , astrophysique et géophysique ( CRAAG) .Ce dernier est chargé : de la surveillance sismique du territoire national, de l'établissement des catalogues et cartes sismiques et l'évaluation de l'aléa sismique dans le cadre de la réduction des risques sismiques en Algérie . D'autre part sur les études du centre national de recherche appliquée en génie-parasismique (CGS) qui a pour mission de développer, d'appliquer et

de diffuser les connaissances scientifiques en génie sismique qui devront contribuer à la réduction du risque sismique en Algérie.

- Pour l'historique de la séismicité : Le manque d'informations et des données relatives à la séismicité prés-instrumentale dans notre pays, nous a poussé à la consultation des archives et des manuscrits inédits datant de l'époque ottoman disponible à la bibliothèque nationale d'Alger.

### **La deuxième Partie :**

Cette partie est orientée vers l'étude de l'interaction des deux phénomènes : l'urbanisation et le risque sismique « *urbanisation de la capitale face au risque sismique* » dont l'analyse est concrètement appuyée par l'exemple de la métropole d'Alger qui reste typique d'une ville et d'une région sismique. Dans un premier temps, nous revenons sur l'urbanisation ancienne de la ville d'Alger. Tout en focalisant l'attention d'une part sur de la prise en compte du risque sismique par nos aïeux et d'autre part exposé les techniques sismo-résistants développés à cet égard. Dans un deuxième temps nous étudions l'urbanisation effrénée d'Alger après l'indépendance, qui ne cesse d'être la source de multiples problèmes. La prédominance d'urbanisation démographique, la montée de la précarité, l'étalement urbain dans tous les sens sans logiques et l'occupation des territoires soumis aux risques ne font qu'accroître la vulnérabilité de la capitale.

Cette partie se base sur un corpus diversifié de textes et plans inédits, de documents d'archives écrits et iconographiques et de repérage sur site. Nous avons exploité essentiellement les archives de la DUCH (direction d'urbanisme, de la construction et de l'habitat), du CNERU (Centre National d'Etudes & de Recherches Appliquées en Urbanisme.), les archives de la wilaya et les archives nationales d'Alger.

Les sources écrites publiées sont principalement constituées par des revues d'architecture et d'urbanisme, des textes législatifs et des thèses. Enfin, parallèlement à ce travail sur les sources et archives, nous avons opéré un repérage photographique de toutes les cartes des deux périodes précoloniale et postcoloniale.

L'essentiel des archives provient de la DUCH où se trouve un grand nombre de dossiers et d'études sur l'aménagement de la ville d'Alger depuis 1930 jusqu'à nos jours.

### **La troisième Partie :**

La troisième partie est consacrée à la prévention du risque sismique. Les actions entreprises à cet égard concernent deux étapes : Une première étape consiste à évaluer l'aléa sismique, (autrement dit quantifier les dangers), identifier et cartographier les risques induits et enfin évaluer la vulnérabilité de la population exposée au risque en fonction du niveau d'aléa et de la nature et caractéristiques de cette population. Ces derniers nous permettent de tracer des cartes de microzonage pour la wilaya d'Alger. Dans une deuxième étape nous procédons à l'exposé de certaines mesures préventives, jugées utiles en matière de prévention, de préparation et de sauvegarde des établissements humains et urbains de la capitale menacés par un tel danger. L'expérience de la capitale Algérienne en matière de mitigation du risque sismique servira à l'Algérie de base d'études pour les nouvelles opérations spatiales en zones sismiques.

Pour cette partie, divers moyens et outils méthodologiques sont employés. En premier lieu, nous avons exploité les études de vulnérabilités physiques pour Alger, conduites par le service des risques majeurs de la protection civile d'Alger ainsi que les scénarios d'évaluation du risque sismique pour Alger menés par la JICA (Japon International Cooperation Agency), le CGS (Centre national de recherche appliquée en génie parasismique) et le BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières). En deuxième lieu, et dans le cadre de l'évaluation de la vulnérabilité sociale pour Alger, une représentation cognitive des risques sismiques de la population algéroise est étudiée par l'intermédiaire d'une enquête par questionnaire. Afin d'affiner notre recherche, des entretiens ouverts sont menés auprès de certains acteurs et services chargés de l'identification, l'analyse, la préparation, la prévention et la gestion des risques. Ces entretiens ont touché plusieurs organismes et institutions : la protection civile d'Alger (service des risques majeurs), le CRAAG (centre national de recherche en astronomie, astrophysique et géophysique), le CGS (centre national de recherche appliquée en génie-parasismique), la DUCH (Direction d'Urbanisme de Construction et d'Habitat d'Alger) ainsi que différents bureaux d'études.

Cette recherche a abordé les trois niveaux d'échelles :

- L'échelle urbaine qui a abordé le processus d'urbanisation de la capitale face au risque sismique depuis sa création jusqu'à l'heure actuelle.
- L'échelle architecturale qui a traité des conceptions parasismiques dans l'édifice et les procédés sismo-résistants de la Casbah d'Alger.
- Et l'échelle du détail qui a développé le schéma du comportement sismique des techniques constructives.

### **Les documents sur lesquels s'appuie la présente recherche :**

- Une documentation historique écrite et cartographiée traçant l'essentiel de l'itinéraire d'urbanisation de la capitale Algérienne. Cette rétrospective part de l'occupation du site de la casbah jusqu'à la forme et le développement actuel de la métropole.
- Une exploitation de divers études et recherches menées par :
  - La protection civile d'Alger : pour les études d'évaluation de la vulnérabilité physique de la capitale, de préparation et de gestion des crises
  - Le centre national de recherche en génie parasismique : pour les études de la vulnérabilité de l'Algérie face au risque sismique et du microzonage en cours pour la capitale.
  - Le centre national de recherche en astronomie, astrophysique et géophysique : pour les recherches géotectoniques (localisation et cartographies des failles sismiques) pour Alger, les catalogues de séismicité de l'Algérie et les différentes cartographies des risques sismiques.
  - le Bureau de recherches géologiques et minières : pour les études de réduction de la vulnérabilité du massif de Bouzaréah aux catastrophes naturelles et recommandations en matière de prévention et de gestion des risques en vue d'une transcription dans les documents réglementaires.
  - JICA : Evaluation de l'aléa sismique au site d'Alger et ses environs ainsi que les études de scénarios d'évaluation du risque sismique pour la ville d'Alger.
  - La Direction d'Urbanisme de Construction et d'Habitat d'Alger : Etudes PDAU-Master plan : stratégie et plans de prévention contre les risques naturels et technologiques.
- L'exploitation des documents d'urbanisme qui ont contribué à la formation de la ville d'Alger ; à partir des premiers plans d'aménagements d'extension et d'embellissements pour Alger datant de l'époque coloniale passant par le POG ( plan d'organisation générale) , le PUD ( plan d'urbanisme directeur) , le PDAU (plan directeur d'aménagement et d'urbanisme ) jusqu'au GPU ( grand projet urbain ) . Ces derniers sont soumis à l'analyse et la critique en matière de prise en charge des risques sismiques dans l'aménagement ainsi que leur impact sur le développement effréné de l'urbanisation de la ville d'Alger.
- Les terrains de la ville d'Alger constituent les documents les plus utiles et importants notamment pour leur facilité d'accès. De ce fait, plusieurs visites et déplacements sont effectués sur les terrains d'Alger et sont restés ouverts aux enquêtes, aux visites d'investigations et de prises de photos.

## IV. ESSAIS DE DÉFINITIONS DE CONCEPTS :

### 1. Le risque :

Si la notion de risque semble aujourd'hui adoptée et comprise de tous, elle a fait son entrée dans le vocabulaire français relativement tard, il y a toute juste un quart de siècle, puisqu'elle se substitue au terme de « *calamité publique* » en 1982 (Beck.E 2006)<sup>1</sup>.

Pourtant le terme "risque" est apparu bien plus tôt dans la langue française, dès 1663. On l'employait alors dans le domaine du commerce maritime, pour désigner ce à quoi les armateurs et négociants devaient faire face sur leurs longs et périlleux trajets en mer. Auparavant, le risque tel que nous entendons aujourd'hui était remplacé par le terme *danger*, apparu dans la langue française dès le XIV<sup>e</sup> siècle.

Cette évolution de la terminologie du risque tel que nous le définissons aujourd'hui est liée à son appréhension et à sa perception par l'homme au cours de l'histoire, parallèlement à l'évolution des connaissances sur les phénomènes et au développement des technologies.

Tout d'abord un risque est défini par Le Petit Robert, Edition de 1996 comme un « *danger éventuel plus ou moins prévisible* » : il s'agit de la première définition. Le caractère aléatoire est bien signifié. Deux notions sont rattachées à cette première définition, le danger et sa probabilité. Elle rejoint ainsi la définition de C. Chaline et J. Dubois : "*éventualité, probabilité de danger*" (Chaline.C ; Dubois.J 1994)<sup>2</sup>

La deuxième définition du Petit Robert est d'avantage appliquée au domaine juridique : « *Éventualité d'un événement ne dépendant pas exclusivement de la volonté des parties et pouvant causer la perte d'un objet ou tout autre dommage* » (Le petit Rober, 1996). Par extension, « *événement contre la survenance duquel on s'assure* » (Le petit Rober, 1996) ; L'accent est mis sur le caractère destructeur de l'événement redouté et sur ses conséquences. C. Hiegel retient les notions de perte et de dommages et considère qu'il s'agit d'une vision négative du risque (Hiegel, 2003).

Cette définition du risque a également évolué selon les disciplines qui l'emploient et la précisent par rapport aux contextes spécifiques : Connaissances sur les phénomènes et au développement des technologies.

- **Pour les économistes** : le risque est la possibilité/la probabilité de perte monétaire due à une incertitude pouvant être quantifiée. Le risque est calculé, éventuellement prévisible.
- **Pour les géophysiciens** : le risque sismique, c'est « l'espérance mathématique, c'est à dire le pourcentage probable, pendant un certain laps de temps et dans une région déterminée, des pertes en bien et activités productives ou en vies humaines ».
- (Madariaga et Perrier, 1991)<sup>3</sup>. C'est l'ampleur des dégâts qui prime dans cette définition.
- **Les géographes**, par contre, ont abordé le risque à partir de « l'Aléa », en étudiant les phénomènes naturels, leurs manifestations et mécanismes de déclenchement et leurs conséquences sur l'espace et la société (Tricart.J, 1958)<sup>4</sup>.
- **L'Ecole de Chicago**, avec notamment, G.White et R.Kates, a intégré la dimension sociale, à la dimension spatiale, dans l'approche du risque. Dans ce cas, les études ont porté sur la perception des risques par les individus et la société (Ducret, 1994)<sup>5</sup>.

Le risque selon ses définitions est un danger, une menace. Caractérisé par l'aléa et les éléments soumis à cet aléa appelé désormais le triptyque du risque c'est-à-dire que le concept risque est la résultante de la conjugaison d'autre concepts à savoir : l'Aléa, l'enjeu et la vulnérabilité.

## 2. **Triptyque du Risque** :

### 2.1. **L'Aléa**:

Une définition largement admise caractérise l'aléa comme étant «... *un évènement rare ou extrême, qui survient dans l'environnement naturel ou l'environnement créé par l'homme, et affect négativement la vie humaine, les biens et les activités, au point de créer des catastrophes* » (PNUD-DHA-UNDRO)<sup>6</sup>.

Le PNUD, identifie les aléas naturels comme « ... *des phénomènes qui se produisent dans la biosphère susceptibles de faire différents dégâts et qui peuvent être évités si les activités humaines comme l'urbanisation arbitraire et la dégradation de l'environnement sont évités* ». (PNUD 2004)<sup>7</sup>

L'événement générateur de danger peut être naturel : cas des catastrophes ou à amplification anthropique. Veyret .Y (D'Ercole. R & Pigeon. P 1990) <sup>8</sup> ; l'identifie comme un élément neutre qui n'a d'effet nocif que s'il survient en présence d'enjeux humains ou matériels.

Spécifiquement , dans le contexte de ce travail , L'aléa se rapporte aux phénomènes destructeurs existants (apparents ou cachés) qui peuvent, à tout moment, se manifester quand les conditions de leur déclenchement sont réunies.

L'évaluation des conséquences ou dommages de l'aléa sur les éléments exposés dépend de son étalement dans l'espace et son intensité (magnitude, durée et zone touchée, dans le cas d'un séisme).

### **Les caractéristiques des aléas :**

D'ERCOLE. R & PIGEON. P (D'Ercole. R & Pigeon. P 1990) <sup>9</sup> caractérisaient l'aléa selon trois variables : *le type d'évènement, son intensité et sa fréquence*. La directive Seveso II (directive européenne 1996) <sup>10</sup> l'associe à : « *la probabilité qu'un effet spécifique se produise dans une période donnée ou dans des circonstances déterminées* ». En conséquence, un risque se caractérise par deux composantes : La probabilité d'occurrence d'un évènement donné et la gravité des effets ou conséquences de l'évènement supposé pouvoir se produire.<sup>11</sup> L'aléa se caractérise par sa nature, son type, son intensité, sa probabilité d'occurrence ou sa fréquence.

### **Les types d'aléas :**

La liste des types d'aléas reste malheureusement longue et variée. Ils peuvent être fréquents ou ne se réalisent que rarement. Le lieu et le moment, où ils se réalisent entre généralement dans le domaine de l'incertitude. Un aléa naturel qui frappe en plein désert ne représente aucun risque, par contre en milieu très urbanisé, de nombreux enjeux sont mis en péril.

Les aléas ont la caractéristique d'être soit à déclenchement brusque, tel est le cas des aléas naturels (tremblements de terre, inondations, tempêtes, éruptions volcaniques, glissements de terrains...), et parfois technologiques (explosions d'une centrale nucléaire, accident lors des transports des matières dangereuses...) mais ils peuvent être progressifs avec un développement lent :(sécheresse, désertification, déforestation, remontée des nappes phréatiques ...).

De ce fait on peut dire que les aléas les plus répandus sont principalement trois types : technologiques, sanitaires et naturels. Non seulement ils constituent un risque majeur pour nos sociétés mais affectent négativement nos établissements humains .C'est dans ce sens que l'objet de cette étude se focalise principalement sur la réduction du risque sismique touchant les villes nordiques du pays.

## **2.2. La vulnérabilité :**

Au latin vulnerabilis signifiant être blessé ou exposé à recevoir des blessures, Mais la signification la plus générale de la vulnérabilité fait référence à la susceptibilité à succomber au danger ou pertes dues aux chocs externes (catastrophes naturelles), « *elle englobe les caractéristiques d'une personne ou d'un groupe de personnes à la limite de leurs capacités d'anticiper, d'affronter, de résister ou de récupérer de l'impact d'un évènement naturel extrême* »<sup>12</sup>.

Les initiatives récentes telles que la stratégie internationale des nations unies de prévention des catastrophes (ISDR), définit la vulnérabilité comme : [...] *"l'ensemble de conditions ou de processus résultant de facteurs matériels, sociaux, économiques et environnementaux, qui accentuent la sensibilité d'une communauté à l'impact des aléas."*<sup>13</sup>

Comment ? Avec quoi ? Et sur quoi ? Se manifeste ou se déclenche un phénomène destructeur par définition ? Autant de questions qui ont débouché sur l'existence d'éléments vulnérables, exposés à une «Vulnérabilité ». La vulnérabilité est donc la caractéristique d'un élément suffisamment exposé ou surexposé pour subir les effets destructeurs, néfastes d'un aléa.

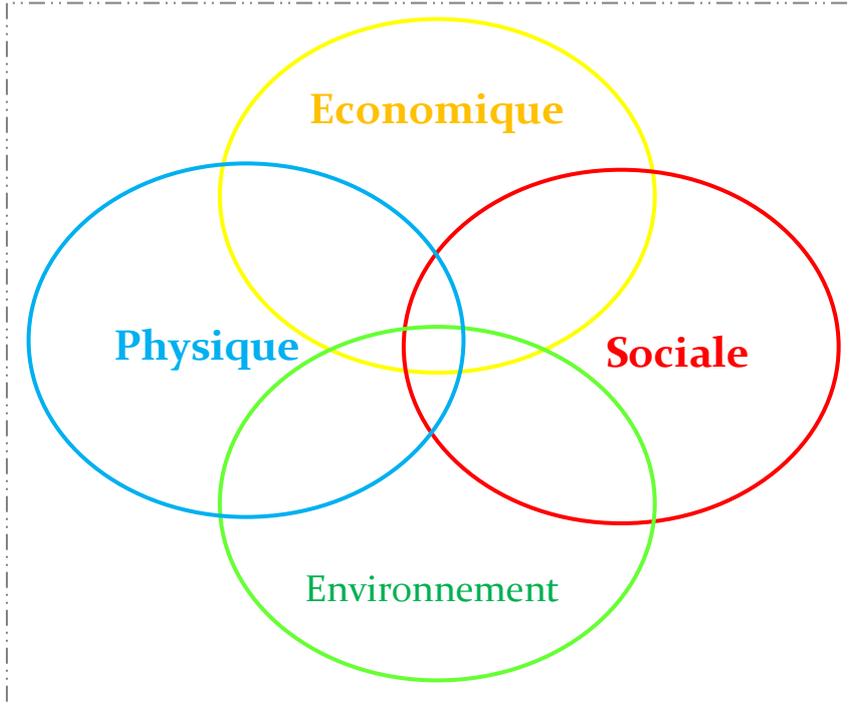
### **Les types de vulnérabilités :**

Plusieurs types de vulnérabilité ont été recensés et classés :

- La vulnérabilité physique ou technique : « *relative au taux d'endommagement potentiel des éléments exposés et au concept de Seuil de Rupture* ». (Glade, 2003<sup>14</sup> ; Veyret, 2006<sup>15</sup>).
- La vulnérabilité fonctionnelle : c'est la propension d'un élément exposé à subir des pertes de fonctionnalité. (Minciardi et Al., 2005)<sup>16</sup>.
- La vulnérabilité systémique : c'est une vulnérabilité qui se caractérise par une réaction en chaîne, à partir d'un ou plusieurs éléments exposés, provoquant un effet Domino (Minciardi et Al., 2005).
- La vulnérabilité biophysique : c'est la vulnérabilité territoriale, touchant à la fois, les éléments physiques et les espèces (humaine et animale) (Bonnet, 2002)<sup>17</sup>.
- La vulnérabilité sociale : relative aux facteurs de vulnérabilité de la population est la possibilité de subir des pertes (Cutter et Al.)<sup>18</sup>

Ces différents types de vulnérabilité peuvent être regroupés en quatre larges secteurs dans lesquels se regroupent les différents aspects de la vulnérabilité à savoir : la vulnérabilité physique, sociale, environnementale et économique, représentées par l'intersection de sphères qui s'interfèrent entre elles.

Figure 1 : Interaction de formes de vulnérabilité

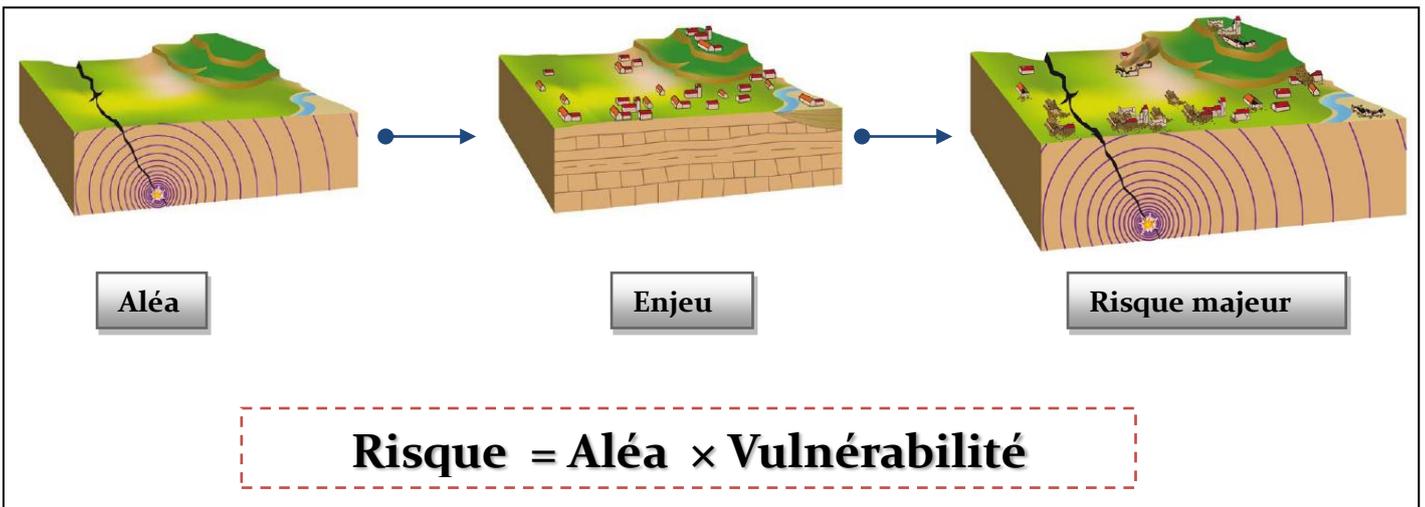


Source: International strategy for disaster reduction (ISDR) Living with risk: a global review of disaster reduction initiatives, united nations, Geneva , July 2004 , p 41

### 2.3. L'enjeu :

C'est l'ensemble des personnes et des biens susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel.

Figure 2 : illustration des composants du risque



Source : [www.prim.net](http://www.prim.net)

Etant donné que le concept de risque est principalement composé de la conjonction de l'aléa et de la vulnérabilité en plus des enjeux ; il serait opportun, afin de limiter le risque, d'intervenir sur ces composantes. Cependant toutes les définitions du risque et ses composants peuvent être récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau 1 : tableau récapitulatif des définitions.

<b>Risque</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evènement aléatoire représentant un danger pour un ou des enjeux (sens du langage courant)</li> <li>- Incertitude mesurée (sens des sciences dures)</li> <li>*Probabilité d'occurrence d'un évènement potentiellement dommageable</li> <li>*Probabilité des dommages consécutifs à cet évènement</li> <li>-Risque= aléa + vulnérabilité</li> <li>- Construit social, donnée subjectif (sens des sciences sociales)</li> </ul>
<b>Aléa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Source de danger</li> <li>- Evènement extrême représentant une menace pour les enjeux</li> <li>- Agent externe de risque, qui en soi est neutre</li> <li>- Probabilité d'occurrence de cet agent</li> </ul>
<b>Exposition</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Situation géographique des enjeux (Neutre)</li> <li>- Situation du danger</li> </ul>
<b>Vulnérabilité</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Degré de pertes ou de dommages</li> <li>- Degré d'exposition des enjeux</li> <li>- Propriétés intrinsèque de l'enjeu caractérisant : <ul style="list-style-type: none"> <li>* Sa capacité d'adaptation</li> <li>* Sa capacité de résistance</li> <li>* Sa capacité de résilience</li> </ul> </li> <li>- Agent interne du risque</li> </ul>
<b>Résilience</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacité d'absorption du choc</li> <li>- Capacité de retour à l'état initial</li> <li>- Capacité de retour à l'état d'équilibre, qui peut être différent ou nom de l'état initial.</li> </ul>

Source : les risques [www.googlelivre.com](http://www.googlelivre.com)

### 3. Le risque Majeur :

Un risque est qualifié de majeur ou de mineur, par référence au degré de son importance. Le risque majeur est subordonné à l'étendue territoriale des dégâts causés ainsi que le nombre des victimes enregistrées. C'est dans ce contexte qu'Haroun Tazieff, le définit comme : « *la menace sur l'homme et son environnement direct, sur ses installations, la menace dont la gravité est telle que la société se trouve absolument dépassée par l'immensité du désastre* »<sup>19</sup>.

A travers cette définition, le risque majeur est la somme des deux composants présentés dans la formule qui suit :

**Risque majeur = Aléa violent + Enjeux importants**

Le risque majeur est aussi défini comme « *un risque lié à l'aléa d'origine naturelle ou risque technologique dont les effets prévisibles mettent en jeu un grand nombre de personnes, provoquant des dommages importants et dépassent les capacités de réactions des instances directement concernées* »<sup>20</sup>.

La loi n° : 04/20 [voir détail partie 03, CH II] le définit comme [...] *Toute menace probable pour l'homme et son environnement pouvant survenir du fait d'aléas naturels exceptionnels et/ou du fait d'activités humaines.*

Le risque majeur se caractérise d'une part par une faible fréquence (les catastrophes ne sont pas très fréquentes. Par exemple, un séisme de 9 à l'échelle de Richter se manifeste une fois tous les 100 ans) ; et d'autre part, il s'associe à une énorme gravité (dommages importants aux vies humaines ainsi qu'aux biens). Il est dit majeur quand il y a combinaison d'un événement potentiellement dangereux "l'aléa" touchant une zone où les enjeux humains, économiques ou environnementaux sont présents ; la concrétisation de ce risque peut avoir pour conséquence une catastrophe. Dans cet ordre , on peut dire que le risque majeur est une Catastrophe virtuelle.

A l'origine la notion de risque majeur a été inventée par les spécialistes de la gestion des crises des grandes installations technologiques : *ce sont des risques qui par leur gravité remettent en question les principes habituels de gestion et dépassent les moyens d'interventions normalement mobilisables*<sup>21</sup> ; Par la suite, ce qualificatif a été utilisé dans le cadre des risques naturels. *La notion de risque majeur a enregistré une évolution conceptuelle non seulement avec ses deux composantes incontournables : (la vulnérabilité des enjeux comme facteur interne de ce risque et l'aléa comme facteur externe), mais une diversité de type de risques*<sup>22</sup> ; mentionnant ainsi le risque naturel, technologique, sanitaire, qui côtoient les nuisances, atteintes à la sécurité, risques économiques, politiques, etc.

Les risques majeurs ont toujours existé car non seulement, ils font partie de notre histoire et de notre avenir, mais ils sont aggravés par l'action de l'homme. L'importance du risque est une qualification de notre société. Ces risques majeurs comme il était démontré précédemment peuvent être classés en deux grandes catégories, à savoir :

- **Risques Naturels et**
- **Risques Technologiques**

De nombreux risques sont apparus, liés à :

- l'industrialisation ;
- l'urbanisation ;
- la technicisation.

Qu'aggravent la surconcentration de la population et des activités qui est la caractéristique fondamentale de notre aménagement du territoire.

**Ces risques s'expriment sous deux formes :**

- Evènements courts et violents / Inondations (*Bab El Oued*) , Séisme (*Boumerdes*) ;
- Cheminement progressif aboutissant à une rupture brutale / Glissement de terrain. Toutes les sociétés ne sont pas également soumises aux risques. Notre territoire est exposé à certains risques plus qu'à d'autres.

**Sur les 14 risques majeurs identifiés, 10 concernent l'Algérie<sup>23</sup> :**

**Tableau 2 : Les 10 risques majeurs concernant l'Algérie**

1. Les séismes et risques géologiques ;	6. Les risques radiologiques et nucléaires ;
2. Les inondations ;	7. Les risques portant sur la santé humaine ;
3. Les risques climatiques ;	8. Les risques portant sur la santé animale et végétale ;
4. Les feux de forêts ;	9. Les pollutions atmosphériques, telluriques, marines ou hydriques ;
5. Les risques industriels et énergétiques ;	10. Les catastrophes dues à des regroupements humains importants

Source : Auteur en référence de la loi n° 04 /20

**Le risque majeur naturel :**

C'est un risque déclenché par un phénomène dans lequel la nature est l'unique composante. Sa source est donc un ou plusieurs aléas naturels. Il peut être d'origine :

Géologique : Séisme, Tsunami, Eruption Volcanique, Mouvement de terrain...

Climatique : Inondation, Cyclone, Ouragan, Tempête de vent, Avalanche, Sécheresse...

Environnementale : Déforestation, Désertification ...

Le risque naturel est défini comme « *un évènement dommageable doté d'une certaine probabilité, conséquence d'un aléa naturel survenant dans un milieu vulnérable. Le risque résulte donc de la conjonction de l'aléa et d'un enjeu, la vulnérabilité étant la mesure des dommages de toutes sortes rapportés à l'intensité de l'aléa...* »<sup>24</sup>.

Le risque dit "*d'origine naturelle*" est fondamentalement associé à un aléa d'origine naturelle aussi. L'homme généralement ne peut rien changer à l'incidence ou l'intensité de la plupart des phénomènes naturels, cependant son intervention peut augmenter la fréquence et la sévérité de ces phénomènes. En effet la plupart des risques majeurs naturels se manifestent dans des zones propices

aux activités humaines et pouvant déclencher d'autres risques majeurs, que ce soit naturels ou technologiques. Le dernier séisme du Japon, en mars 2011 a déclenché non seulement un autre phénomène naturel « un tsunami » mais aussi, il fut le responsable à la survenue d'autres catastrophes technologiques ayant des répercussions à long terme.

#### 4. La catastrophe :

La catastrophe correspond à la réalisation du risque majeur. Elle correspond à l'occurrence d'un phénomène d'une intensité plus ou moins élevée et aux conséquences plus ou moins dramatiques sur les éléments exposés. Il n'y a pas nécessairement de relation entre le niveau d'aléa et le niveau de la catastrophe ; les pertes humaines et financières dépendent beaucoup des circonstances dans lesquelles a lieu l'événement. Ainsi, l'heure, le jour de la semaine, la période de l'année, les conditions météorologiques ou conjoncturelles influenceront sur les pertes et les dommages. Un séisme qui se produit de nuit, surprenant la population dans son sommeil, n'aura pas les mêmes conséquences s'il survient un samedi (week-end) après-midi ensoleillé, alors que la population se trouve en majorité à l'extérieur des bâtiments.

« Les niveaux d'événements destructeurs, de l'accident à la super-catastrophe, peuvent être établis en fonction des pertes humaines, financières ou même en biomasse » (Dauphine, 2001)<sup>25</sup>.

Tableau 3 : Echelle de gravité des dommages.

Type d'événement	Niveau	Dommages humains (nombre de victimes)	Dommages matériels (Million d'Euros)	Pertes écologiques (tonnes de biomasse)
Accident	I	0-9	0-15 €	0-99
Désastre	II	10-99	0-1 500 €	0-9 999
Catastrophe	III	100-9 999	≥ 1	0-999 999
Catastrophe majeure	IV	10 000-99 999	≥ 15	≥ 10
Super-catastrophe	V	≥ 100 000	≥ 150	≥ 10

Source : (documents Université de Laval, Québec)

#### 5. Séismes et tremblements de Terre

Un tremblement de terre est un phénomène naturel comme le vent et la pluie. C'est une secousse soudaine et rapide de la terre provoquée par la libération de l'énergie stockée dans les roches. C'est une brève définition que les enfants de tous les âges peuvent maîtriser.

## Que sont séisme et tremblement de Terre ?

- Les séismes naissent dans les failles, lorsqu'un mouvement le long de celle-ci se réalise. Les roches rugueuses ne coulissent pas aisément les unes contre les autres, les déplacements se font par à-coup libérant en une fraction de seconde les contraintes (forces) lentement accumulées (de plusieurs heures à plusieurs décennies). Cette libération brutale d'énergie est le séisme. Le séisme est donc une conséquence de la faille.
- Les tremblements de Terre correspondent à la propagation (dispersion centrifuge d'une onde) en surface des ondes générées lors du séisme. Dit autrement, l'énergie déployée lors du séisme se disperse sous forme d'ondes qui à la surface créent un tremblement de Terre.

Différents types d'ondes N'ayant pas forcément toutes la même vitesse, arrivent à des instants décalés ce qui donne lieu à plusieurs secousses espacées dans le temps suite à un seul séisme. Ces différentes secousses sont à ne pas confondre avec les répliques.

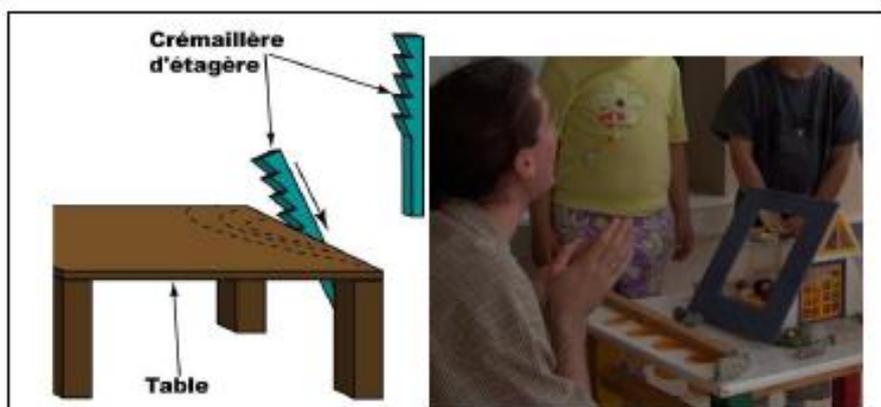
Les différents types d'onde provoquent des mouvements différents du sol (latéraux ou verticaux) engendrant des dégâts de nature différente.

Soulignons la différence entre séisme et tremblement de Terre : *le séisme est un événement ponctuel qui est généré le long d'une faille. Le tremblement de Terre découle du séisme et correspond aux vibrations du sol (CARRY.N 2006)<sup>26</sup>.*

## Modélisation d'un séisme et tremblement de Terre :

Un séisme se produit de la même façon que lorsque l'on frotte deux cailloux ensemble. Mais sur Terre, les cailloux sont de plus grande taille. A l'aide d'une crémaillère d'étagère (figure 3) frottée sur le bord d'une table, on observe la chute à distance des morceaux de sucre. Le frottement au niveau de la crémaillère correspond au séisme. La vibration provoquant la chute des carrés de sucre représente le tremblement de terre.

Figure 3 : modélisation d'un séisme et tremblement de terre



Source : Les séismes expliqués aux enfants ; Nicolas CARRY

La propagation des ondes sismiques (dans l'expérience la vibration) est traduite par la distance entre le foyer (endroit où l'on frotte la crémaillère) et l'emplacement des morceaux de sucre. On peut remarquer également que la distance n'est pas le seul critère qui provoque la chute des morceaux de sucre. La table n'étant pas constituée d'un matériel parfaitement homogène (ce qui n'est pas non plus le cas sur Terre), la propagation ne se fait pas comme dans l'eau de manière parfaitement concentrique.

L'expérience peut également être réalisée en vous demandant de poser vos mains sur le pourtour de la table. A ce moment-là vous ressentirez la vibration que vous pourrez comparer à celle ressentie lors du frottement des cailloux l'un à l'autre.

**Remarque :** L'utilisation d'une bassine d'eau (si possible translucide) permet de mettre en évidence l'onde qui se propage dans la table. Des vaguelettes sont générées à la surface de l'eau. Ce phénomène illustre également bien les tsunamis (CARRY.N 2006)<sup>27</sup>.

### **Les répliques :**

Les séismes ne se produisent pas comme des événements isolés, ils font généralement partie d'une séquence plus ou moins longue qui peut comprendre outre le séisme principal, des séismes précurseurs et des répliques ou des répliques uniquement (HERVE P, J. C. BOUSQUET, F. MASSON 2007)<sup>28</sup>. Donc la première secousse appelée secousse principale est habituellement suivie d'une pause après laquelle pourra avoir lieu d'autres secousses d'intensité généralement plus faible et qu'on appelle les répliques.

Au début certaines sont importantes et elles achèvent souvent les destructions engendrées par le choc principal. La fréquence de ces secousses décroît irrégulièrement, mais généralement comme l'inverse du temps écoulé et leur magnitude moyenne devient stationnaire<sup>29</sup>. Les épicentres des répliques ne coïncident pas forcément avec l'épicentre du choc principal. Ils peuvent migrer aussi bien horizontalement que verticalement, mais ils restent localisés au voisinage des failles qui avaient engendrées le séisme principal.

Le violent séisme qui a secoué le 10/10/1980 la région d'El Asnam  $M=7.3$  fut suivi d'une série importante de répliques. Parmi elles, plus d'une douzaine avait des magnitudes allant de 6.0 à 4.3. En date du 11.10.1980, il fut enregistré 05 séismes de magnitude variant entre 4.7 et 4.2. Le troisième jour 12.10.1980 deux répliques de  $M=4.4$  ont été enregistrées. Douze jours après le choc principal, l'activité sismique enregistrée ne donnait aucune indication claire sur l'existence d'une migration des répliques<sup>30</sup>.

## 6. Le risque sismique :

Ensemble des pertes (des vies, de dommages, de propriété, de vies, d'activité économique abrupte ou d'environnement endommagé) attendues et résultant des interactions entre l'aléa sismique (le tremblement de terre) et les conditions de vulnérabilité. Par convention, le risque est exprimé par la convolution suivante :

$$\text{Risque Sismique} = \text{Aléa Sismique} * \text{Vulnérabilité Sismique} / \text{Capacité De Gestion Des Désastres}$$

La relation symbolique "*risque=aléa \* vulnérabilité*" exprime de manière synthétique le lien qui existe entre les composants du risque sismique, l'aléa sismique, la vulnérabilité au séisme et la valeur exposée ou enjeu. La relation montre qu'un aléa sismique sévère combiné avec une vulnérabilité élevée et un enjeu important et surtout dosé par une mauvaise gestion du risque ont une forte chance de conduire à un désastre.

Cette relation simple et intuitive à, toutefois, le mérite d'indiquer les approches potentielles que l'on peut envisager en vue de réduire le risque sismique.

### L'aléa Sismique :

Un tremblement de terre destructif, qui peut causer des pertes de vies humaines ou des blessures, des dégâts matériels, ruptures sociale et économique ou dégradation environnementale. L'aléa sismique est pris comme la "*force de la nature*" ou "*des forces externes*" produites par le tremblement de terre .Chaque aléa sismique est caractérisé par son endroit, intensité et probabilité (chance d'occurrence. Selon le degré de vulnérabilité de la construction, un tremblement de terre peut ou peut ne pas causer la perte de vies humaines et la destruction ou endommagement de la propriété.

Il est important de noter ici que cet aléa sismique, défini pour toute une région , peut être modifié localement sur des zones plus réduites où les conditions du sol ou de la topographie, sont particulièrement défavorables « *amplification de l'onde apportée par le substratum rocheux, effets dues à la topographie du site, tassement des sables secs, liquéfaction de sols saturés sans cohésion, pentes excessive...* »<sup>31</sup> (NOUAS. Z 2009 ).

S'il n'est pas possible de limiter l'aléa sismique, une bonne gestion de l'aléa sismique consisterait à:

- dans le cadre d'un plan de développement de la ville, identifier, à travers des études de microzonage, les zones présentant des risques d'amplification de l'onde sismique ou de liquéfaction du sol.

- éviter de construire sur ces zones ou alors y affecter des constructions et activités présentant de faibles enjeux.
- réaffecter les activités stratégiques déjà existantes sur ces zones vers des parties de la ville moins sensibles.

### **La vulnérabilité Sismique :**

Un ensemble de conditions et de pratique résultant de facteurs physiques, sociaux, économiques et environnementaux, qui augmentent la susceptibilité d'une communauté aux effets du risque sismique.

La réduction du risque sismique consiste à réduire la vulnérabilité sismique des bâtiments. Pour les bâtiments neufs, il est admis que la réduction de la vulnérabilité passe par le respect du code parasismique. Cependant, la régénération du bâti existant étant un processus lent, on est amené à envisager un programme de confortement des constructions existantes. Les cartes du risque sismique produites par les études de vulnérabilité sismique sont, à cet effet, un outil de prise de décision indispensable pour les autorités en charge de l'établissement des priorités d'intervention. En dehors de méthodes précises d'analyse et de diagnostic des constructions isolées, plusieurs méthodes d'analyse de la vulnérabilité peuvent être utilisées selon l'échelle d'intervention<sup>32</sup>.

### **La perception du risque :**

Le niveau de conscience du risque dépend en grande partie de la disponibilité de l'information et de la perception des personnes du risque. Les gens sont plus vulnérables quand ils ne se rendent pas compte des risques qui constituent une menace à leurs vies et propriétés.

La prise de conscience du risque change selon les individus, les communautés et les gouvernements, suivant leurs perceptions particulières. En générale une bonne prise de conscience du risque est associée à des actions visant à le réduire et visant à réduire l'acceptation de ce dernier.

### **La culture du risque :**

la culture des risques correspond à un « *savoir, un bagage collectif commun à tous ceux qui appartiennent à une société* » (GLATRON, 2003)<sup>33</sup>. D'après Y. Veyret et N. Meschinet de Richemond, « *la culture du risque peut être définie comme une connaissance et une perception de la menace commune à un groupe* » (Veyret et Meschinet de Richemond , 2003)<sup>34</sup>.

**Photo 1 : Exemple d'exercice d'évacuation dans une école primaire de TOKYO**

Source : I. BECK (2006) : Approche multirisques en milieu urbain. Le cas des risques sismique et technologiques dans l'agglomération de Mulhouse (Haut-Rhin), thèse de doctorat de l'Université Louis Pasteur Strasbourg I, France .

Photo prise par : Toshihiko Kono en 2005 . L'organisation des exercices d'évacuation dès le plus jeune âge , notamment à l'école permet de faire naître une véritable culture du risque .

La culture du risque est le résultat d'une construction collective. Elle repose sur des perceptions et un savoir, inné ou acquis. Ce savoir peut porter sur les risques eux-mêmes, d'une manière générale et / ou ramenés à un contexte local, mais également sur les consignes à suivre en cas de catastrophe. L'acquisition du savoir sur les risques se fait par l'éducation, c'est-à-dire l'éducation parentale (qui sous-entend une transmission des connaissances de génération en génération) et l'apprentissage à l'école.

Elle se fait aussi par les compagnes d'information. Pour que puisse naître une culture des risques, l'acquisition du savoir ne suffit pas, leur appropriation est également nécessaire.

## **7. Concept d'urbanisation :**

Les mots ont une histoire est, dans une certaine mesure aussi les mots font l'histoire. Si cela est vrai de tous les mots, cela est pratiquement vérifiable dans le cas du terme d'urbanisation. Les mots apparaissent pour répondre à certaines interrogations, à certains problèmes qui se posent dans des périodes historiques déterminées et dans des contextes sociaux et politiques spécifiques. L'invention de la notion de l'urbanisation est en elle-même révélatrice d'un aspect fondamentale de l'urbanisation au sein de laquelle a pu se faire cette invention. Si l'on veut comprendre le sens actuel de concept de l'urbanisation et son usage, il est indispensable de reconstituer sa genèse, sa généalogie .Autrement dit, il s'agit d'examiner comment s'est formé le mot, puis le concept scientifique qui en dépend, donc de repérer son origine, et son évolution sémantique.

## Origine :

On ne peut pas parler d'urbanisme ou d'urbanisation avant la parution de l'ouvrage d'ILDENFONSO CERDA<sup>35</sup>. Sa théorie générale de l'urbanisation, parue en 1867, marque une étape essentielle dans l'histoire des idées relatives à l'environnement et à la planification.

L'objectif de CERDA était d'inventer des mots nouveaux pour exprimer des idées nouvelles - l'initiale était comment et selon quel système se sont formés les groupes et comment sont-ils organisés dans l'espace ?- dans l'explication ne se trouvait dans aucun lexique. Comme il le disait dans son ouvrage « *Je vais inviter le lecteur à l'étude d'une matière complètement neuve, intacte, vierge [...], j'offre un monde nouveau à la science.* » (ABERASTURI .A.L, CHOAY .F 2005)<sup>36</sup> Cette science de l'urbanisation qu'il nous propose est certes un instrument de planification urbaine.

Après avoir essayé d'abandonner beaucoup de mots simples et composés. Il s'est souvenu du mot *urbs* qui est réservé à la toute puissante Rome. En fournissant quelques dérivés adéquats pour en faire un sujet neuf, compréhensible et générale auquel il voulait l'appliquer pour désigner un ensemble de choses divers et hétérogènes appelé *la cité*.

Le mot *civitas*, dérivé de *civis*, c'est-à-dire citoyen avait une signification analogue à celle du mot *población* qui nous sert aujourd'hui à désigner un groupe de construction. Mais le mot *urbs*, contraction de *Urabum* qui désignait la charrue, instrument avec lequel les romains traçaient l'enceinte que devait occuper une *población* quand ils allaient la fonder, dénote et exprime tout ce qui pouvait contenir l'espace circonscrit par le sillon ouvert avec l'aide des bœufs sacrés. On peut dire qu'on ouvrant ce sillon, les romains urbanisaient l'enceinte et tout ce qu'elle contenait. L'ouverture de ce sillon était une véritable urbanisation, c'est-à-dire l'acte de convertir en *urbs* un champ ouvert ou libre (ABERASTURI .A.L, CHOAY .F 2005)<sup>37</sup>.

Telles sont les raisons philologique qui décidèrent CERDA à adopter le mot Urbanisation. Ce terme le définit comme étant « *l'ensemble d'actions tendant à grouper les constructions et à régulariser leur fonctionnement comme l'ensemble de principes, doctrines et règles qu'il faut appliquer pour que les constructions et leur groupement, loin de réprimer, d'affaiblir et de corrompre les facultés physiques, morales et intellectuelles de l'homme social, contribuent à favoriser son développement ainsi qu'à accroître le bien-être individuel et le bonheur public* » (ABERASTURI .A.L, CHOAY .F 2005)<sup>38</sup>.

## Evolution de l'urbanisation :

Certes c'est CERDA qui inventa ce mot mais son origine n'est pas l'apanage du temps moderne. L'urbanisation a commencé bien avant notre ère. Considérée comme une révolution dans l'histoire de l'humanité après la révolution industrielle, l'urbanisation devient un phénomène mondial auquel l'homme doit faire face. Actuellement, l'urbanisation connaît un rythme rapide imposant aux villes

une croissance démesurée dépassant par son souffle le temps des modes de production ainsi que les conjonctures.

Selon *Antonio Lopez Aberasturi* l'œuvre d'urbanisation a commencé par le premier homme et continuera à ce développé jusqu'à ce que le dernier homme disparaisse de la surface de ce globe. C'est dans ce contexte que l'histoire de l'urbanisation est donc l'histoire de l'homme. L'immense variété des habitations montre que l'homme, sans cesser de ressentir le même besoin primitif, a cherché de nouveaux moyens de le satisfaire, plus propre à son être et mieux adaptés à la culture (ABERASTURI .A.L, CHOAY .F 2005)<sup>39</sup>. Il en résulte que la culture des peuples est inscrite dans leurs habitations ou, ce qui revient au même, que la civilisation (ABERASTURI .A.L, CHOAY .F 2005)<sup>40</sup> et l'urbanisation vont de pair et son une même chose. Telle est l'origine de l'urbanisation.

Toujours Selon *Antonio Lopez Aberasturi* : « *l'urbanisation a servi de berceau à l'homme, l'a défendu contre les carnivores qui menaçaient son existence. Elle l'a protégé de la fureur des éléments. Elle lui a fourni un abri pour ces enfants. Elle lui a procuré repos et tranquillité pour que puissent se développer ses facultés intellectuelles et morales. Elle a apaisé sa férocité et adouci ses mœurs. Elle l'a conduit à l'état de société, lui a enseigné la culture. Elle l'a civilisé. En un mot, l'homme doit à l'urbanisation, qui naquit et s'est développée avec lui, tous ce qu'il est, tout ce qu'il peut être dans ce monde : la conservation de son existence individuelle d'abord, son développement moral et intellectuel ensuite, et enfin son existence sociale.* » (ABERASTURI .A.L, CHOAY .F 2005)<sup>41</sup>

À partir de cette vision, on peut avancer que l'urbanisation est synonyme de civilisation car non seulement, elle a conduit l'homme au développement mais aussi elle lui a aussi procuré son existence sociale.

### **L'urbanisation aujourd'hui :**

L'urbanisation est considérée comme étant le signe patent de la civilisation sachant que cette dernière est définie comme une étape avancée du progrès culturel. Revêtant ce sens particulier, l'urbanisation de nos jours est considérée comme étant l'action d'une société dominante qualifiée de société urbaine de par ses progrès techniques, intellectuels décisifs, les inventions, la concentration des moyens de production, des pouvoirs (financier, politique, culturel, etc.....) sur une société traditionnelle dont les moyens et l'horizon intellectuel etc..., sont limités. Ce sens lui a été attribuée suite aux mouvements de colonisation du XIX<sup>ème</sup> siècle, après les décolonisations qui ont fait émerger les problèmes d'un tiers monde aspirant à son développement puis accentué par l'actuelle interpénétration planétaire grandissante des populations avec leurs savoirs, causée par les medias qui installent l'individu dans un champ universel où circulent les modèles du monde entier. Ces interférences sont devenues des phénomènes structurels des temps contemporains (CHABI .N 2007)<sup>42</sup>.

En effet, dans sa complexité, la notion d'urbanisation implique des unités spatiales telles que : la ville avec tout ce qu'elle porte en son sein comme projets et conflits : rapports économiques, culturels et politiques. Pour comprendre le phénomène de l'urbanisation il est impératif d'examiner cette entité spatiale et sociale appelée la ville.

## **8. La ville :**

Selon certains historiens, la naissance des villes remonte au XVème siècle avant J.C comme en témoignent les ruines retrouvées au Moyen Orient : la Mésopotamie, çatal höyük en Anatolie, Jéricho en Palestine. En fait, la révolution urbaine serait fille de la révolution agricole du Néolithique qui l'a précédée de quelques millénaires.

Depuis ce temps-là, la notion de l'urbanisation s'est construite graduellement en portant en son sein au départ, des sens distincts qui se sont collés et sont devenus complémentaires. A l'origine, le concept a été attribué seulement à la ville puis ensuite appliquée à la mutation des villages en prenant le sens de « transformation plus ou moins rapide d'une région rurale ou d'une petite agglomération par suite d'une augmentation de la population ou création d'une ville » (CHABI .N 2007) <sup>43</sup>.

### **ville, un espace à risque :**

Comme nous l'avons défini précédemment, le risque est le résultat de la combinaison entre un aléa et des éléments vulnérables. L'étude d'un risque prend son sens lorsqu'on s'intéresse à ses deux composantes. La ville constitue donc un milieu où il est indispensable d'étudier les risques car elle est un lieu vulnérable et parce qu'elle est exposée à des aléas nombreux et variés.

### **La ville, lieu vulnérable :**

La ville constitue des lieux vulnérables par définition : comme mentionné par J.Dubois-Maury et C.Chaline , « *le fait de base fondamentale réside dans l'accumulation d'hommes et d'activités, qui est le propre de la ville mais en induit la fragilité* » (DUBOIS-MAURY. J , CHALINE. C 2004) <sup>44</sup>. Selon Y.Veyret , « *la ville est l'espace le plus vulnérable* » (Veyret.Y 2004) <sup>45</sup>. En effet, on y rencontre de nombreux éléments exposés. Tout d'abord, la ville concentre des effectifs de **population** élevés, mais également des densités de population. Dans certains îlots, les densités peuvent atteindre plusieurs dizaines de milliers d'habitant au kilomètre carré. Dans par exemple le centre d'Alger, est caractérisé par une densité de population égale à 15 924 Hab/ km<sup>2</sup>. Ensuite la ville est un mélange d'habitat nouveaux et ancien, et d'activités de tous genres. La vulnérabilité des espaces urbains est également liée à sa taille et son extension spatiale, qui lui confèrent une inertie la rendant encore plus vulnérable face à une éventuelle catastrophe.

Non seulement la ville constitue un lieu vulnérable car elle concentre des éléments exposés nombreux et variés, mais cette vulnérabilité est en augmentation, notamment en raison d'une urbanisation croissante et de l'innovation technologique, qui entraîne une augmentation de la valeur vénale des biens. Selon une définition économique de la vulnérabilité, « *on peut considérer que plus la valeur des biens exposés est élevée, plus la vulnérabilité est grande* ». (André 2004) <sup>46</sup>

### **La vulnérabilité des villes liée à l'urbanisation :**

La vulnérabilité des villes augmente aussi en raison d'accroissement du taux d'urbanisation. En effet Le XX<sup>e</sup> siècle a été celui des migrations de grandes envergures des populations rurales vers les villes où le taux de croissance des zones urbaines est le plus souvent deux fois supérieur à celui de la population totale. Car un humain sur deux se presse dans la ville et le 1/7 de la population habite une agglomération millionnaire par conséquent la ville s'est incarnée un autre statut qui n'était pas le sien, elle n'est plus cette agglomération reposant sur la continuité du bâti mais plutôt le lieu du pouvoir économique par excellence prétendant être l'unité urbaine parfaite. Mais en réalité elle est l'espace qui réunit tous les ingrédients des risques.

Ce phénomène d'accroissement de la population urbaine est particulièrement visible dans les pays les plus pauvres. La ville plus qu'un lieu multi risque, est synonyme de modernité, de travail et de réussite. Pourtant, parmi les cents villes les plus peuplées (région de l'Asie et l'Amérique latine), plus de trois quarts d'entre elles sont exposées à au moins un aléa naturel, et pas moins de 70 de ces villes sont susceptibles d'être touchées par un séisme de magnitude élevée une fois tous les cinquante ans. (BECK .E 2006) <sup>47</sup>

Les risques dans les villes peuvent demeurer faibles tant que vulnérabilité et aléa ne se croisent pas, ne sont pas en co-présence. Cependant le processus d'urbanisation ne tient pas toujours compte de ce paramètre. L'urbanisation spontanée et les habitats précaires a grippées aux villes nord de l'Algérie ne sont qu'un exemple parmi d'autres.

En conclusion, les villes constituent bien des lieux multi risques dont il est important de se préoccuper, en raison de l'augmentation du nombre de catastrophes naturelles, et l'urbanisation incontrôlée d'une part et d'autre part l'absence de culture et de mémoire des risques. Tous ces paramètres rendent la ville de plus en plus menacée.

## Référence :

- <sup>1</sup> **BECK.I** (2006) : Approche multirisques en milieu urbain. Le cas des risques sismique et technologiques dans l'agglomération de Mulhouse (Haut-Rhin), thèse de doctorat de l'Université Louis Pasteur Strasbourg I , France , p : 09
- <sup>2</sup> **CHALINE.C ET DUBOIS-MAURY.J** (1994). Les mesures de prévention des incendies s'étaient déjà développées dès le XII<sup>e</sup> siècle
- <sup>3</sup> **MADARIAGA ET PERRIER** (1991) : Les tremblements de terre, Presses du CNRS, 210 p. pp : 183
- <sup>4</sup> **TRICART J.** (1958) - La crue de la mi-juin 1957 sur le Guil, l'Ubaye et la Cerveyrette. Revue de Géographie Alpine, vol. 4, p. 565-627.
- <sup>5</sup> **DUCRET A.**(1994) : L'art dans l'espace public. Une analyse sociologique, Zurich : Seismo, 294 pp.
- <sup>6</sup> Vue générale sur la gestion de catastrophes, programme de formation à la gestion des catastrophes (PNUD-DHA-UNDRO), p16
- <sup>7</sup> Programme des nations unies pour le développement (PNUD) : 2004, rapport mondial sur la réduction des risques et de catastrophes, un défi pour le développement ; New York , 148 p , P : 11
- <sup>8</sup> Sous la direction d'Yvett VEYRET , BEUCHER, S.REGHEZA.M, les risques . P 24
- <sup>9</sup> **D'ERCOLE. R & PIGEON. P** : (1990) l'expertise internationale des risques dit naturels ; Interêt géographique –Annales de géographie, p.339-357
- <sup>10</sup> Directive européenne Savero II 96/82/CE du 09 Décembre 1996
- <sup>11</sup> Extrait du site de l'IRM( source : directive Savero II)
- <sup>12</sup> **WISNER Ben** , “disaster Risk Reduction in Megacities : Making the most of human and social capital “ P5, “ ... by vulnerability we mean the characteristics of a person or group terms of their capacity to anticipate , cope with, resist and recover from the impact of a natural hazard.”
- <sup>13</sup> **ISDR** (2002) : [...] as set of conditions and process resulting from physical , social , economical and environmental factors , which increase the susceptibility of a community to the impact of hazard.
- <sup>14</sup> **GLADE, T.**(2003): Vulnerability Assessment in Landslide Risk Analysis. Die Erde (Beitrag zur Erdsystemforschung)
- <sup>15</sup> **VEYRET.Y** (2006) : Risques naturels et géographiques : vulnérabilité et assurance. Dans colloque ; « Géographes et assureurs face aux risques naturels, acteurs complémentaires à la connaissance de la prévention » Guyancourt, 6 Avril 2006 ; Communication.
- <sup>16</sup> **MINCIARDI.R, SACILE.R,TARAMASO.A-C ,TRASFORINI.E,ET TRAVERSO.S**( 2005) : modeling the vulnerability of complex territorial systems : an application to hydrological risk. Environmental modeling and soft wane, in press.
- <sup>17</sup> **BONNET.E** (2002) : risques industriels : évaluations des vulnérabilités territoriales, le cas de l'estuaire de Seine. Thèse de Doctorat, université du Havre , 331 p

- <sup>18</sup> **CUTTER, S.BORUFF.B ET SHIRLEY.W.L** (2003) "Social Vulnerability to Environmental Hazards." *Social Science Quarterly*, 84(2): 242-261.  
<http://www.geo.mtu.edu/rs4hazards/links/SocialKateG/Attachments%20Used:VulnerabilityEnvironmentalHaz.pdf>
- <sup>19</sup> [www.prim.net](http://www.prim.net)
- <sup>20</sup> Séisme, dossier d'information P3
- <sup>21</sup> La prévention des risques naturels, Rapport d'évaluation, Op.cit. p 459
- <sup>22</sup> **DUBOIS-MAURY. J , CHALINE. C** (2004) : les risques urbains, Ed : Amand Colin, Paris, p : 70
- <sup>23</sup> **Loi N°04-20** du 13 Dhou El Kaada 1425 correspondant au 25 Décembre 2004 relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre de développement durable.
- <sup>24</sup> **Commission interministérielle de l'évaluation des politiques publiques** : la prévention des risques naturels. Op. Cit. p 22
- <sup>25</sup> **DAUPHINÉ.A** (2001) Risques et catastrophes. Observer- Spatialiser-Comprendre-Gérer. Paris, Armand Colin (Coll. « U Géographie »), 288 p.
- <sup>26</sup> **CARRY.N** ; ( 11 mai 2006) : Les séismes expliqués aux enfants .P: 02  
<http://www.docpdf.org/search.php>
- <sup>27</sup> **Idem**
- <sup>28</sup> **HERVE P, J. C. BOUSQUET, F. MASSON** ( 2007) : séisme et risque sismique, Approche sismotectonique , Ed . Dunod , p : 340 , pp : 37
- <sup>29</sup> **BADDARI K ; DJEDDI M** (2002) : Les séismes et leur prévision .Ed : OPU ; p : 55- 60
- <sup>30</sup> **Idem**
- <sup>31</sup> **NOUAS Zoubir** (2009) : Vulnérabilité Sismique Urbaine, séminaire sur les risques urbains UMC , Mai 2009
- <sup>32</sup> **Idem**
- <sup>33</sup> **GLATRON.S** (2003) : Culture des risques, in Les Risques, MORINIAUX Vincent (dir.). Ed du Temps, Nantes, 256 p.
- <sup>34</sup> **VEYRET.Y ET MESCHINET DE RICHEMOND.N** (2003) : le risque, les risques : représentation, gestion et impression spatiale du risque, p : 35-46 ,pp : 37. SEDES, coll DIEM.
- <sup>35</sup> **ILDENFONSO CERDA** : ingénieur, architecte et concepteur du plan régulateur de Barcelone. Cerda est aussi l'inventeur du mot d'urbanisme et le premier théoricien de cette discipline comme science.
- <sup>36</sup> **ABERASTURI .A.L, CHOAY .F** (2005) : La théorie générale de l'urbanisation d'Ilenfonso Cerda , 238 p , Ed : l'imprimeur , p : 39
- <sup>37</sup> **ABERASTURI .A.L, CHOAY .F** (2005) : op.cit. p81
- <sup>38</sup> **Idem**
- <sup>39</sup> **ABERASTURI .A.L, CHOAY .F** (2005) : Op.cit. p85-86.

---

<sup>40</sup> Idem

<sup>41</sup> Idem

<sup>42</sup> **CHABI .N** : L'homme, l'environnement, l'urbanisme. THESE de doctorat de l'université Mentouri de Constantine, Département d'Architecture, pp : 182-187

<sup>43</sup> **Idem**

<sup>44</sup> **DUBOIS-MAURY. J , CHALINE. C (2004)** : les risques urbains, Ed : Amand Colin, Paris, p : 70

<sup>45</sup> **VEYRET.Y (2004)** : Géographie des risques naturels en France . de l'aléa à la gestion .Hatier, coll. Initial, 2004. 251 p. pp : 46

<sup>46</sup> **ANDRE.C (2004)** : Cartographie du risque naturel dans le monde. Étude comparative entre une approche d'ordre social et une approche d'ordre économique de la vulnérabilité. Cybergée . 256 p .

<sup>47</sup> **BECK.E (2006)** : Approche multirisques en milieu urbain. Le cas des risques sismique et technologiques dans l'agglomération de Mulhouse (Haut-Rhin), thèse de doctorat de l'Université Louis Pasteur Strasbourg I , France. p : 31 .

# **PREMIÈRE PARTIE : SÉISME ET RISQUE SISMIQUE EN ALGÉRIE :**

## **INTRODUCTION :**

Il est devenu un truisme de dire que l'Algérie est naturellement soumise à une activité sismique importante. Le dernier tremblement de terre du 21 mai 2003 n'est pas de nature à surprendre puisqu'il s'inscrit dans le droit fil d'une série de séismes historiquement datés.

L'Algérie se situe en effet, dans une région à sismo-tectonique complexe, à la frontière des plaques eurasienne et africaine et dont la convergence induit naturellement une forte sismicité du pays. A partir de là, il faut donc bien savoir que compte tenu de cette vulnérabilité sismique naturelle et structurelle, l'Algérie est malheureusement appelée à connaître d'autres séismes d'importance variable comme elle peut également faire les frais de l'effet de retour (ou effet feed-back) de séismes en provenance d'autres pays, du pourtour méditerranéen (ex : raz de marée).

Cette prédisposition physique du pays constitue ainsi le creuset naturel de catastrophes sismiques inscrites dans le temps historique. Elle se complique même du fait de la conjonction de facteurs aggravants tels que ceux que nous citons à grands traits :

- 1- La surconcentration de cette population dans la zone littorale où elle atteint la proportion effrayante de 40% de la population totale et pour une superficie d'à peine 1,6% du territoire national, donne à ce déséquilibre structurel un aspect particulièrement menaçant pour l'avenir du pays et des populations.
- 2- La concentration de l'urbanisation, des infrastructures et des équipements structurants, soit l'essentiel du potentiel économique du pays dans le Nord, ajoute au caractère incohérent des distributions en aggravant l'intensité des déséquilibres.

En conséquence de ce paysage où l'irrationalité le dispute à la disparité des investissements humains et économiques et à imaginer que ce déséquilibre multisectoriel puisse objectivement s'accroître dans les années à venir, la menace sismique présente alors tous les ingrédients d'une dimension proprement eschatologique<sup>i</sup>.

---

<sup>i</sup> Eschatologie : Ensemble de doctrines et de croyances portant sur le sort ultime de l'homme après sa mort (eschatologie individuelle) et sur celui de l'univers après sa disparition (eschatologie universelle)

## **CHAPITRE I : LE RISQUE SISMIQUE EN ALGÉRIE**

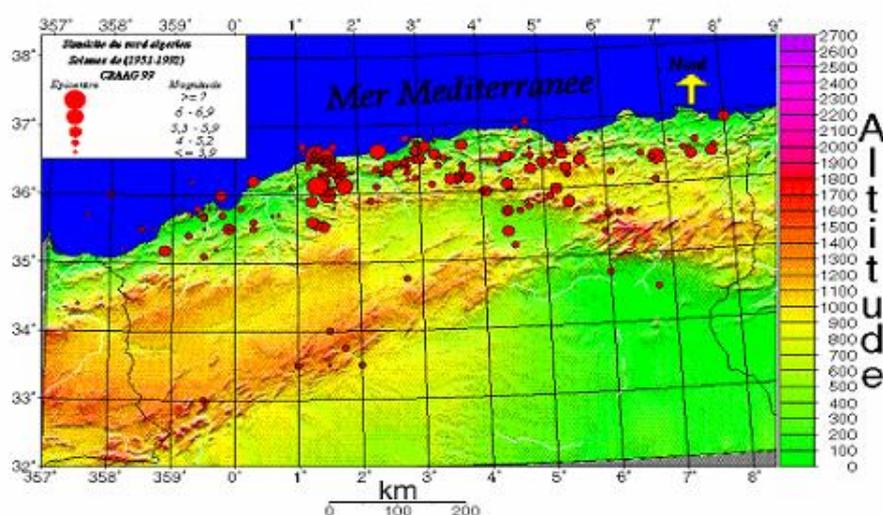
### **Introduction :**

L'Algérie du Nord est frappée régulièrement par des séismes parfois importants mais souvent modérés ou faibles. Les séismes modérés ou forts génèrent bien souvent des catastrophes difficiles à surmonter car notre pays, à l'instar de beaucoup d'autres, reste encore mal préparé pour affronter de tels cataclysmes.

S'il est vrai qu'avant la catastrophe d'El Asnam (10 octobre 1980,  $M=7.3$ ), peu de choses était connues de la sismicité algérienne, les leçons données par ce séisme furent multiples et eurent un impact important. Ce séisme a permis de démontrer scientifiquement que de violents séismes pouvaient se produire en Algérie du Nord, que cette région subissait le rapprochement de la plaque européenne, qu'il fallait renforcer la surveillance sismique du territoire, se munir de normes de construction parasismiques, et se doter à tout prix se doter d'un plan de prévention du risque.

Aujourd'hui, l'installation d'un réseau de surveillance sismique nationale ainsi que tous les travaux scientifiques qui sont réalisés ou qui sont actuellement en cours, alors que beaucoup d'efforts restent à faire, permettent quand même de répondre à plusieurs des interrogations posées. Ces réponses sont d'une extrême importance pour l'aménagement du territoire et pour la réduction du risque sismique dans notre pays, si on fait bon usage des connaissances et moyens disponible.

**Carte 1 : Sismicité du nord Algérien.**



Source : rapport Risque sismique et redéploiement des activités et de l'urbanisation

## 1. Historique de la sismicité en Algérie

### 1.1. La sismicité du territoire maghrébin

Le catalogue des séismes du Maghreb de Bounouar (Bounouar.D 1994)<sup>1</sup> qui classe tous les séismes ayant affectés le Maghreb et avec plus de détails pour l'Algérie ont montré que cette sismicité est effective. En effet, 7724 évènements sismiques ont été recensés dans cette région durant le XX<sup>ème</sup> de 1900 à 1990. Deux mille soixante-deux (2062) séismes de magnitudes égale ou supérieur à 3.0 ont secoué le Maghreb dont 43 sont supérieurs ou égaux à 5.0. La majorité des 43 tremblements de terre ont eu lieu en Algérie, certain au Maroc et très peu en Tunisie.

L'observation plus détaillée de la sismicité historique qui couvre la période de XVI<sup>ème</sup> Au XVIII<sup>ème</sup> siècle donne les résultats suivants (ABDESSEMED-FOUFA. A 2007)<sup>2</sup> :

- Algérie : de 1365 à 1895 : 51 évènements dont 16 séismes à Alger et sa région.
- Maroc : 846 à 1899 : 74 évènements dont 11 séismes à Fès.
- Tunisie : 412 à 1899 : 39 évènements dont 08 en Tunis.

A vu de ces résultats, il semble que la Tunisie est le pays la moins affecté par les séismes. En effet la majorité de ces évènements ont atteint la magnitude égale ou supérieure à 3 qui n'occasionne en générale pas de dégâts d'où une sismicité modérée.

Le Maroc est un pays à sismicité récurrente durant la période pré instrumentale tandis que depuis le XX<sup>ème</sup> siècle les séismes de faible à moyenne magnitude sont relativement fréquents que les séismes de forte magnitude. Toutefois il s'est produit des séismes récents qui ont été destructeurs (Rissani 1992, Al Hoceima 1994 et 2004) (HAHOU 2005)<sup>3</sup> .

L'Algérie est considérée comme le pays où la sismicité est la plus importante par rapport aux pays nord de l'Afrique. En effet les séismes de l'ère instrumentale sont assez nombreux et une bonne proportion a atteint une magnitude supérieure à 5 jusqu'à 7 qui a engendré des dommages considérables (EL Asnam 1980, Tipaza 1989, Ain Témouchent 2000, Alger-Boumerdès 2003).

### 1.2. Sismicité de l'Algérie :

La sismicité historique, qui correspond aux séismes décrits dans les récits historiques et autres archives avant la période instrumentale, s'avère être une importante source de renseignement quant à la position probable et approximative de failles actives. Rappelons pour mémoire que l'avènement

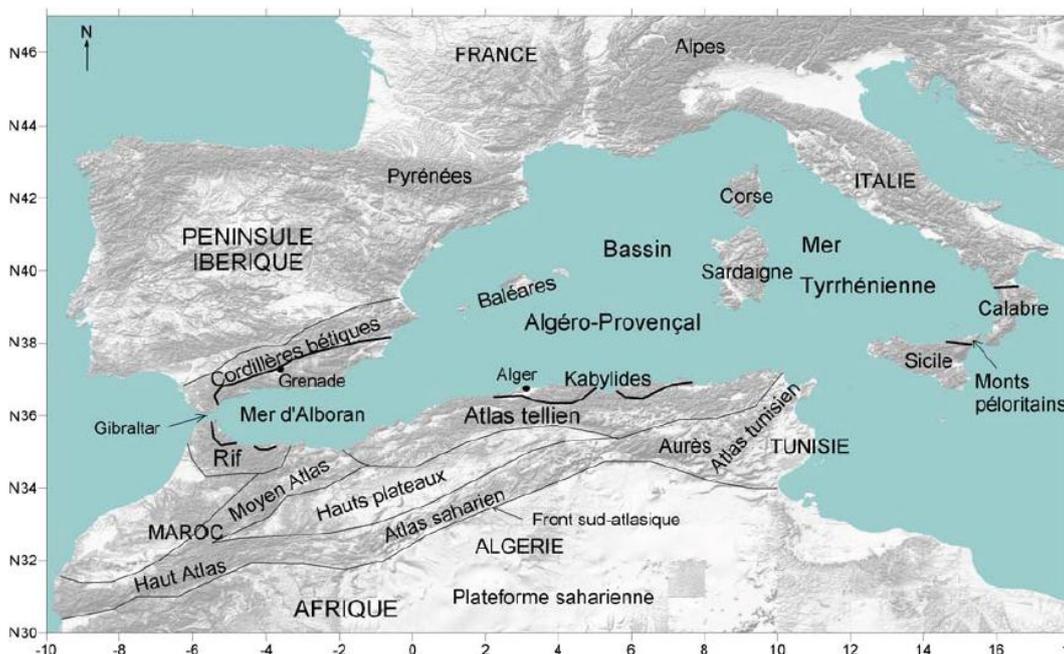
de l'instrumentation sismique se fit en Algérie dans les années 1910, mais que les sismomètres ne sont utilisés de manière fiable et systématique (car devenus assez nombreux) que bien plus tard, dans les années 1970.

Historiquement, l'Algérie est connue pour être une zone sismique très active. Le catalogue de sismicité historique (Bennouar.D, 1994 ; CRAAG, 1994) ne couvre qu'une infime partie de l'histoire de la sismicité de cette région. Les investigations de paléo sismicité effectuées après le séisme d'El Asnam ont permis de révéler l'existence de traces d'anciens séismes (sismites) qui ont affecté cette région (Meghraoui, 1988)<sup>4</sup>.

Ces travaux ont montré l'existence de plusieurs séismes importants avec rupture en surface ( $M_s > 6,5$ ) ayant affecté la région depuis au moins 600 ans environ (M.H.A.T 2004)<sup>5</sup>. Ces données de paléo sismicité permettent également d'estimer la récurrence des évènements sismiques qui ont affecté cette région.

Cette activité sismique est associée aux structures tectoniques correspondant aux chaînes montagneuses telliennes et aux dépressions qui les limitent. Les travaux de tectonique en Méditerranée occidentale (Groupe de Recherche Néotectonique de l'Arc de Gibraltar, 1977)<sup>6</sup> montrent que l'ensemble de ces déformations tectoniques est à mettre en relation avec l'histoire tectonique de la région du Maghreb et de la Méditerranée occidentale.

**Carte 2 : localisation des principales unités géologiques composant la région du Maghreb et le pourtour de la Méditerranée Occidentale .**



Source : Anne DOMZIG, Déformation active et récente, et structuration tectonosédimentaire de la marge sous-marine algérienne, THESE de doctorat de l'Université de Bretagne Occidentale

### 1.2.1. L'activité sismique depuis l'antiquité

Du point de vue de l'histoire, l'activité sismique en Algérie du Nord est connue depuis le 02 Janvier 1365 date à laquelle s'est produit le séisme d'Alger (Al Suyuti, 1505, Ambraseys, 1988)<sup>7</sup> (tableau 4). Antérieurement à cette date, seulement deux séismes ont pu être recensés, touchant les villes de : (Sétif 419 et Ain-Temouchent 699) . Durant l'époque romaine (CRAAG 2006)<sup>8</sup>, faute de disponibilité de documentation ou d'étude sur les archives relatives aux époques médiévale et antique de notre pays.

### 1.2.2. L'activité sismique depuis 1365 :

Depuis 1365, de nombreux séismes se sont produits, parmi eux certains violents et meurtriers. Parmi ces séismes, nous pouvons citer ceux qui ont touché Alger en 1716, Oran en 1790, Gouraya en 1891. Dans une période plus récente, on peut citer les séismes d'Orléans ville (09.09.1954), d'El Asnam (10.10.1980) de Constantine (27.10.1985), de Tipaza (29.10.1989), de Mascara (17.08.1994), d'Alger (04.09.1996), de Ain-Temouchent (22.12.1999), de Beni Ouartilane (10.11.2000) et de Boumerdes-Alger, (21.05. 2003) (CRAAG 2006)<sup>9</sup>.

Tableau 4 : les séismes majeurs en Algérie de 1365 à 2010

Lieu	Date	I/ M	M	Victimes	Observations
Sétif	419	X		Plusieurs	
Ain-Temouchent	699	X		Plusieurs	
Alger	03.01.1365	Forte	Forte	Plusieurs	<b>Destructeur</b> : Alger complètement détruite. 100 répliques pendant la nuit. une partie d'Alger fut inondée
Alger	10.03.1673	Forte	Forte	?	
Alger	03.02.1716	X	7,5	20 000	Plusieurs maisons détruites.
Oran	09.10.1790	X	6,5-7,5	2000	Dégâts au pied des monts de Murdjadjo, trois importantes répliques : 19/10(Lo=V) 21/10(Lo=VI-VII) ressenties à Malte
Blida	02.03.1825	X	7,5	7000	Destruction à Blida et peu de dégâts à Alger.

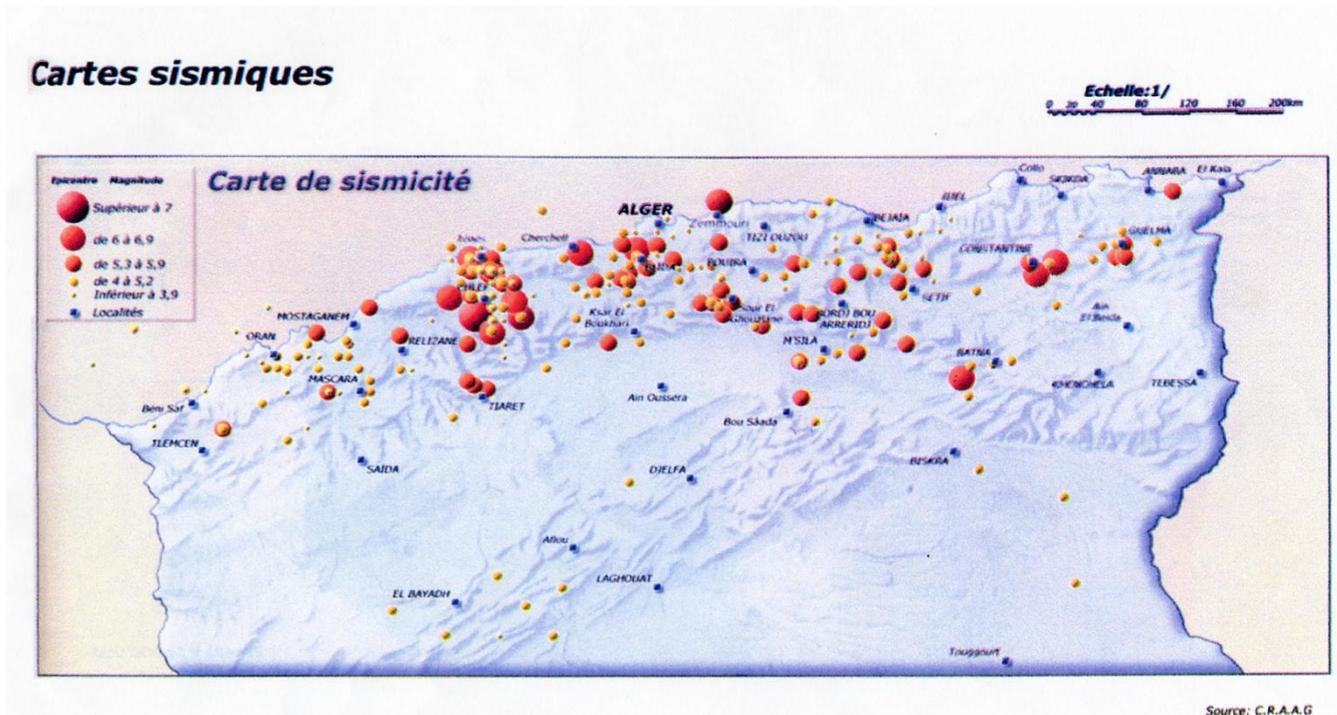
<b>Djidjelli</b>	22.08.1856	X	7,5	?	Un raz- de marrée a été observé le long du littoral (Alger, La Calle, Nice, St Pierre de Sardaigne, Mahon). Le choc principal a détruit les $\frac{3}{4}$ des habitations à Djidjelli et le reste de la ville a connu de sérieux dégâts. Des répliques ont été ressenties jusqu'en Octobre. La réplique la plus importante a atteint une intensité $I_0=VII$
<b>Aures</b>	16.11.1869	IX		30	
<b>El Kalaâ</b>	29.11.1887	IX-X (VIII)	6.5- 7.5	0020	<b>Destructeur</b> : <u>El Kalaâ et Dehba</u> : une mosquée ainsi que plusieurs maisons ont été détruites. <u>Thimouchanet</u> : importants dégâts (80 maisons ont été complètement détruites). Ressenti à Oran, Arzew, Relizane, Mostaganem et Mascara. Forte réplique ressentie quelques minutes après
<b>Gouraya</b>	15.01.1891	X	7.5	0038	<b>Destructeur</b> : 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
<b>Béjaia</b>	12.02.1960	VIII- IX	5.6	264	1000 maisons détruites et 112 blessés
<b>Chlef (Orléansville- El Asnam)</b>	09.09.1954	X-XI	6.7	1243	<b>Destructeur</b> : 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.
<b>Chlef</b>	10.10.1980	IX	7.3	2633	<b>Destructeur</b> : 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)
<b>Constantine</b>	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
<b>El Affroun</b>	31.10.1988	VII	5.4	aucune	Nombreux dégâts.500 familles sinistrées et 5 blessés
<b>Dj. Chenoua</b>	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

<b>Mascara</b>	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.
<b>Alger</b>	04.9.1996	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 .
<b>Ain-Temouchent</b>	22.12.1999	VII	5,8	Plusieurs	Ce séisme a atteint une intensité maximale de VII a occasionné dans la région Pléistoseiste 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.
<b>Béni-Ouartilane</b>	10.11.2000	VII	5,4	2	Ce séisme a occasionné dans la région pleistoseiste 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.
<b>ZEMMOURI</b> (Alger - Boumerdes)	21.05.2003	X	6,8	2278	<b>Destructeur</b> Ce séisme a occasionné dans la région épiscopale qui regroupe principalement : BOUMERDES, ZEMMOURI, CORSO, TIDJELABINE, REGHAÏA, THENIA, BORDJ MENAÏL, 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.
<b>Msila</b>	14.05.2010		5,2	3	Le 14 Mai 2010 vers 13h30, une secousse tellurique a frappé la commune de Béni Ilman située à 70 kms au nord-ouest du Chef-lieu de la Wilaya de M'Sila .Cet évènement a causé\$ la mort de trois personnes, une quarantaine de blessés et a détérioré plusieurs constructions provoquant près de 600 familles sinistrées et sans abris.

Source : CRAAG ; Les séismes en Algérie de 2002 à 2006

M=Magnitude ;  $I_0$ =intensité maximale; FM= Mécanisme au foyer.

Carte 3 : Sismicité en Algérie



Source : Protection Civil de la ville d'Alger , Hydra , Parado.

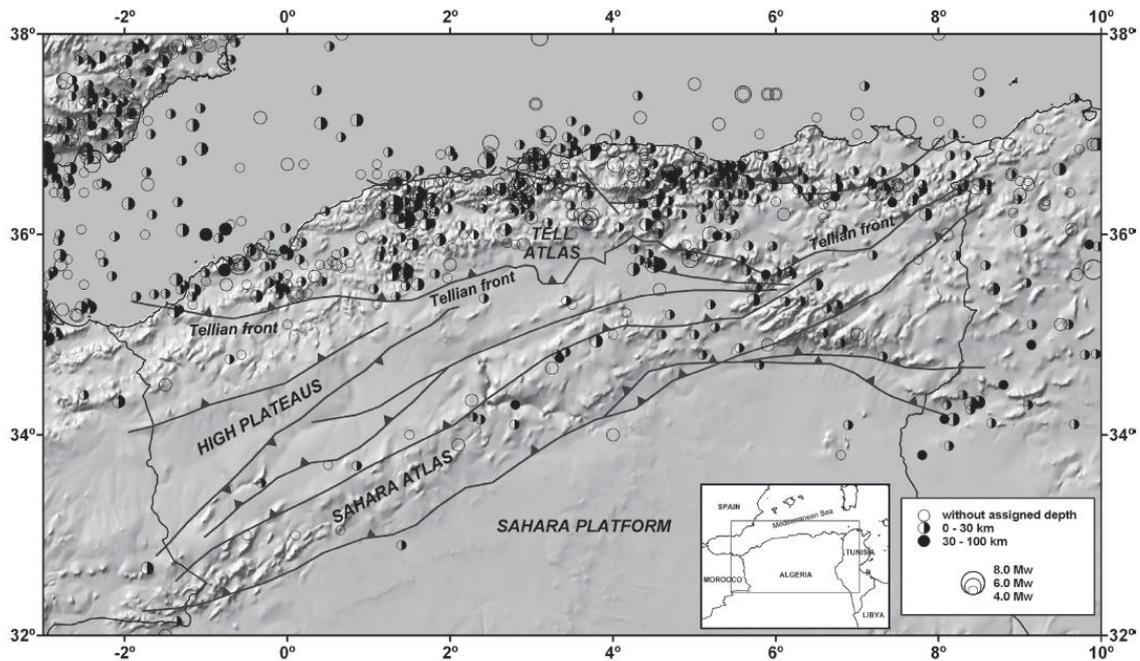
L'étude de cette sismicité historique et contemporaine est essentielle à plus d'un titre car elle a permis en premier lieu d'élaborer les différents catalogues de sismicité, on peut citer ceux de : Rothé (1954) , Roussel (1967), Benhallou (1985), Mokran (1994), Bounouar(1994) , Boudief ( 1996) et Yelles et al (2002). En second lieu de réaliser des cartes sismotectonique, d'aléa sismique. On peut cependant regretter que les failles responsables de cette sismicité soient peu connues.

Nous pouvons avant tout, indiquer que dans ces cartes, les localisations macrosismiques dues aux données historiques restent quelque peu imprécises du fait de la disparité des données de base recueillies, mais aussi par le fait que la période instrumentale en sismologie n'a débuté qu'au début du siècle dernier. D'autre part, l'absence d'archives fiables et continues dans le temps n'a pas permis de recenser l'ensemble des séismes qui se sont produits depuis 1365.

Cependant à partir des différentes cartes déjà établies, il est possible de savoir où se produisent les séismes et de connaître leur ampleur. Nous pouvons également identifier les sources sismogènes et établir une zonation préliminaire du territoire.

Ainsi nous remarquons que la sismicité est concentrée dans la partie Nord, alors que dans la partie saharienne, très peu d'événements sont recensés, la région de la flexure sud Atlasique semblant être la région frontière entre les deux domaines Nord et Sud.

Carte 4 : La tectonique du Nord Algérien simplifiée par Bracenne et al .2003 incluant le catalogue sismique.



Source: M. Hamdache, José A. Pelaez, A. Talbi,<sup>1</sup> et C. Lopez Casado :  
A Unified Catalog of Main Earthquakes for Northern Algeria from A.D. 856 to 2008

Dans cette région Nord, il faut également remarquer que l'ensemble des régions ne semblent pas être affectées de la même façon, puisque la région Tellienne semble nettement plus sismique que la région des Hauts Plateaux ou de l'Atlas Saharien.

Ce constat ne doit pas occulter le fait que beaucoup de zones restent encore inexplorées du point de vue sismique et tectonique et qu'une réévaluation du potentiel sismique de certaines régions doit être envisagée dans le futur, modifiant quelque peu les cartes déjà établies.

On peut finalement affirmer que pour l'instant la région Tellienne est la plus exposée (Zone III), la région des Hauts Plateaux et la région de l'Atlas Saharien est également sujette à une faible sismicité (Zone II), la région saharienne présente une sismicité nulle (RPA 99 version 2003)<sup>10</sup>.

### 1.2.3. Les séismes menaçant en Algérie :

Le 9 septembre 1954 la ville d'El Asnam (alors Orléansville) avait déjà connu un séisme destructeur d'une magnitude de  $M_s=6.7$ , une intensité  $I_0 = X$  (pour plus de détail sur ces deux échelles, voir Annexe 1, le séismes) faisant 1243 morts et 20 000 maisons détruites (CGS)<sup>11</sup>. La ville fut reconstruite sur la base de normes parasismiques établies après ce séisme (PS-55). Le 10 octobre 1980, l'Algérie connaissait le séisme le plus important et le plus meurtrier de son histoire. Le séisme d'El Asnam avec une magnitude de 7.3 s'est traduit par la destruction de plus de 80% de la ville en faisant plus de

3500 victimes (CGS)<sup>12</sup>. Par l'ampleur des dégâts qu'il a occasionnés, ce séisme a montré que ces normes n'étaient pas adaptées et surtout, que la magnitude maximale du séisme de référence pour cette région avait été sous-estimée.

Alger fut détruite à plusieurs reprises par de violents séismes (le 02 janvier 1365 et le 10 mars 1673) . Le séisme du 03 février 1716 était le séisme le plus important qu'a connu la ville d'Alger au cours de son histoire. Les villes d'Alger et de Blida furent alors entièrement détruites. Jusqu'en 1996, aucune source sismogène autour d'Alger n'a été clairement identifiée.

#### **1.2.4. Les Tsunamis en Algérie**

En Algérie deux tsunamis connus ont inondé des villes côtières. En 1365, Alger a été inondée par un raz de marée qui a détruit les constructions situées dans la partie basse de la ville et englouti plusieurs personnes. Et en 1856, un tsunami a inondé et détruit la partie basse de la ville de Jijel . En 1790, le séisme d'Oran a également engendré un tsunami qui a inondé cette fois-ci les côtes espagnoles. Lors du séisme Boumerdès-Alger 2003, un raz de marée a été observé dans la région de Zemmouri durant lequel la mer s'est retirée pendant quelques minutes pour revenir et inondé la plage (ABDESSEMED-FOUFA.A 2007)<sup>13</sup>.

On remarque que la marge algérienne a été secouée par de nombreux séismes parfois violents, et tous avec des hypocentres faiblement profonds (<20 km) d'Oran jusqu'à la région d'Alger. Il est cependant intéressant de noter que la marge algérienne orientale est restée relativement calme durant tout ce XX<sup>e</sup> siècle. A part un séisme de magnitude 5.8 (CRAAG) au sud-est de Béjaia le 20/3/2006 qui fit 4 morts, et dont l'épicentre a été localisé à terre près de Kherrata, aucun fort séisme n'a été enregistré en mer du côté de la Petite Kabylie. Ceci est d'autant plus préoccupant que l'on sait depuis le séisme de Djidjelli en 1856 qu'un très fort séisme peut arriver dans ce secteur.

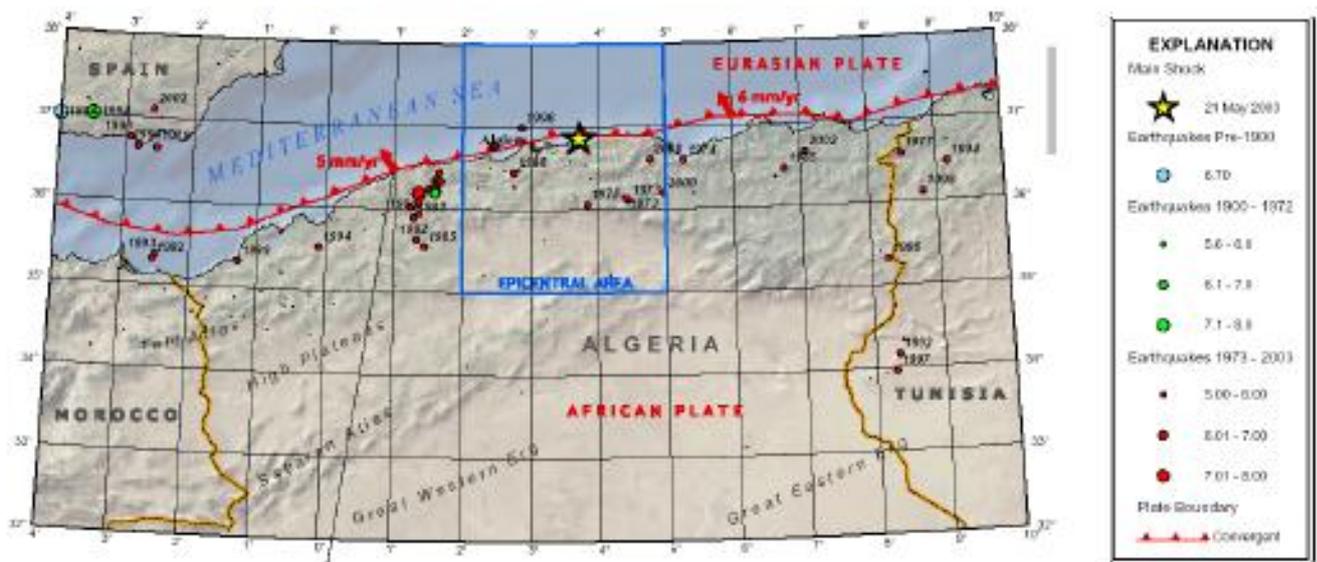
## **2. Caractéristiques de la sismicité algérienne :**

De par les informations fournies par la sismicité historique et par les études de sismotectonique, de sismologie, de paléosismologie, d'aléa sismique, nous possédons aujourd'hui des indications importantes sur l'activité sismique en Algérie du Nord.

L'Algérie se trouve sur la plaque africaine laquelle est en collision avec la plaque eurasienne (*voir la tectonique des plaques, Annexe 1, le séisme*). les deux plaques étant limitées par une longue zone sismique qui s'étend des Açores à la Turquie en passant par Gibraltar, le Maghreb , l'Italie , la Yougoslavie , la Grèce ...(CRAAG)

Le mouvement de la confrontation entre la plaque eurasienne et la plaque africaine a donné naissance à de gigantesques fracturations sous formes de failles géologiques dont la conséquence la naissance du relief important de l'Algérie du nord. Les vitesses de rapprochement entre la plaque africaine et eurasienne varient de **0.5 à 1 cm/an** en méditerranée occidentale, à **2.5 cm/an** en méditerranée orientale (BADDARI .K ; DJEDDI.M 2002)<sup>14</sup>. Ces vitesses sont déduites des vecteurs déplacements obtenus à partir de l'expansion océanique dans l'atlantique.

Carte 5 : Carte sismotectonique de l'Algérie du Nord .



Source : SEISME DE Boumerdes du 21 Mai 2003, synthèse de rapport de la mission AFPS.

Les principales structures compressives récentes dans la chaîne tellienne sont :

- Le pli-faille d'el Asnam
- Le pli-faille de Bou Kadir
- Le pli-faille de Dahra
- Le pli-faille de Ténès-Abou el -Hassan
- Le pli-faille de Sahel D'Alger
- Le pli-faille de Murdjadjo.

Les séismes qui se produisent en Algérie s'expliquent par une accumulation des contraintes autour des failles actives qui au-delà d'un seuil relâche l'énergie emmagasinée sous forme d'ondes sismiques. C'est donc ces ondes que les personnes ressentent, lorsque le séisme qui se produit est

important (CRAAG 2006)<sup>15</sup>. Les failles actives de l'Atlas tellien sont : la faille D'el Asnam, la faille du Dahra, la faille de Ténès Abou el -Hassan (Ouled Abdallah), la faille du Sahel d'Alger, la faille Murdjadjo, la faille de Chott El hammam et la Faille de Kherrata. Les autres régions sismoactives d'Algérie sont : la région de Mascara, la région de l'Atlas de Blida-Médéa, la région de Jijel, la région de Guelma et la région de Constantine (BADDARI.K ; DJEDDI.M 2002)<sup>16</sup>.

Nous pouvons ainsi dire que cette activité se concentre essentiellement dans la région Nord du pays, quoique de façon très épisodique, quelques micro secousses sont enregistrées dans la partie saharienne. Dans la région Nord, la région tellienne est la plus active. Le zonage effectué indique que les régions d'El Asnam, Oran et Alger sont les régions les plus menacées puisque dans ces zones, les séismes les plus importants se sont produits.

L'analyse de la carte de sismicité de la région maghrébine montre que la sismicité est localisée principalement dans les zones côtières, en mer d'Alboran au Nord d'Oran et sur l'ensemble de la marge méditerranéenne. Cette sismicité est liée aux mouvements tectoniques complexes de convergence de la plaque africaine au Sud et de la plaque européenne au Nord. Elle est essentiellement marquée par des séismes superficiels (*voir annexe 1 , le séisme, classification des séismes*) -profondeur inférieure à 20 km- qui causent des dégâts considérables dans les zones épicentrales.

Jusqu'au 21 mai 2003, cette activité était localisée dans les régions de l'Ouest algérien, d'Ech Cheliff et de la Mitidja à l'Ouest d'Alger. La région de l'Est algérois, reconnue sismotectoniquement active depuis 1988 (M.H.A.T 2004)<sup>17</sup> a été sérieusement affectée le 21 mai 2003 par un tremblement de terre de Magnitude  $M_I = 6,8$  causant d'importants dégâts humains et matériels.

Les autres régions du pays sont caractérisées par une sismicité diffuse localisée dans les zones tectoniques et bassins quaternaires des régions des Babors, du Hodna et du Constantinois.

Une importante activité sismique se trouve localisée dans les zones côtières et en mer Méditerranée. Dans cette région de la Méditerranée occidentale, le contact entre les plaques africaine et eurasiennne, a souvent été simplifié et souvent associé à la direction linéaire Est-Ouest que décrit la sismicité depuis l'arc de Gibraltar à l'Ouest jusqu'à l'arc Calabro-sicilien à l'Est. Cependant, «*ce contact est beaucoup plus complexe et correspond à une juxtaposition de blocs continentaux et océaniques, plus ou moins mobiles et déformables*» (BADDARI.K ; DJEDDI.M 2002)<sup>18</sup>. Cette situation est marquée par la confrontation des deux domaines stables et rigides formés par les plates-formes européenne et africaine. L'étude des séismes récents a permis de préciser considérablement les caractéristiques des séismes qui se produisent en Algérie. C'est ainsi, que nous pouvons affirmer que

les séismes qui se produisent dans notre région sont en général faibles à modérés atteignant parfois la magnitude 6.0(P.C.A 2007)<sup>19</sup>.

Dans certains cas, ils peuvent être violents comme ce fut le cas à El Asnam ; ce séisme est d'ailleurs considéré comme le plus important qu'ait connu la Méditerranée Occidentale. Toutefois, les séismes algériens sont d'autre part superficiels (P.C.A 2007)<sup>20</sup> ne dépassant pas en profondeur les 15 km, ce qui les rend plus perceptibles par la population et donc plus dangereux.

Tous les séismes récents ont souvent mis en relief des structures actives non connues précédemment, indiquant la complexité de l'identification des structures actives profondes. Il est donc important de noter que des efforts importants doivent être réalisés pour localiser de nouvelles structures actives.

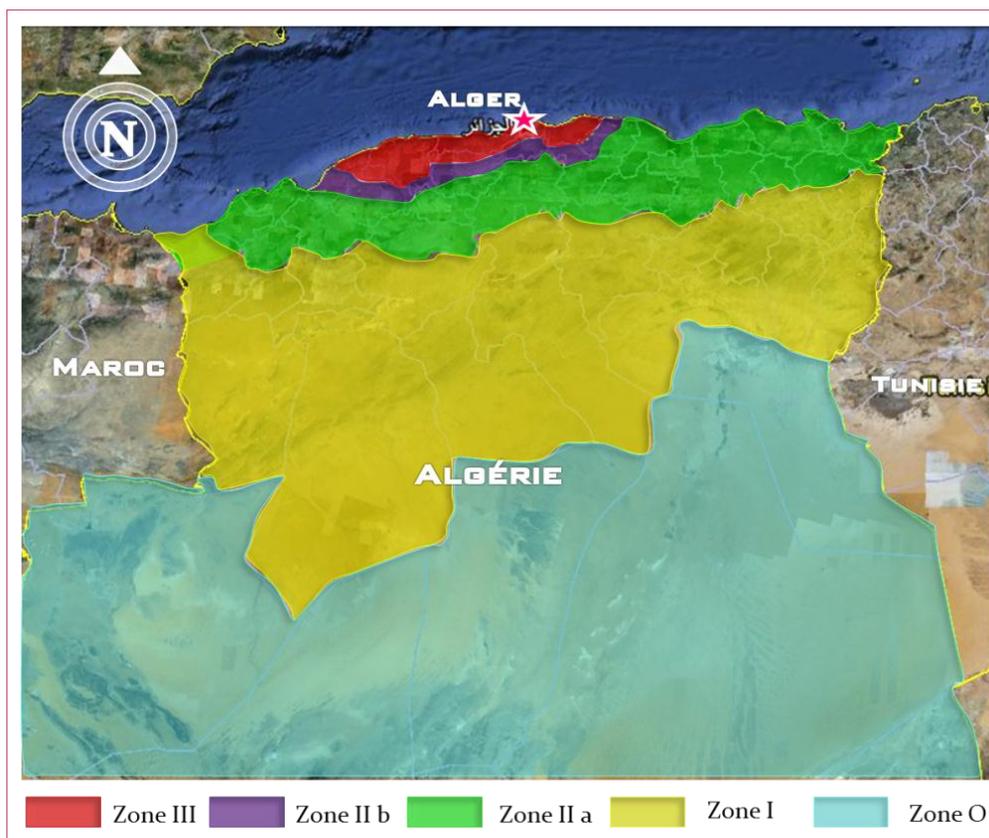
### **2.1. Zones sismiques en Algérie:**

**Référence :** le zonage sismique 2003 (arrêté du 11 Janvier 2004 portant approbation du document technique réglementaire relatif aux « règles parasismiques algériennes RPA 99/ version 2003 ») et les catalogues des séismes en Algérie (1994 et 2002).

Le zonage sismique du territoire algérien montre que la bande tellienne notamment dans sa frange littorale est soumise au degré d'aléas sismique le plus élevé. Le territoire national est divisé en cinq (5) zones de sismicité croissante, définies :

- **Zone 0 : sismicité négligeable**
- **Zone I : sismicité faible**
- **Zone IIa et IIb : sismicité moyenne**
- **Zone III : sismicité élevée**

Carte 6 : zonage sismique du territoire national.



Source : Auteur en référence du RPA99 version (2003)/ APRES ADDENDA

## 2.2. Classification sismique des wilayas d'Algérie :

La classification sismique effectuée pour chaque wilaya de l'Algérie est faite selon les manifestations sismiques historiques. Cependant, il existe des zones en collision directes avec les deux plaques 'africaine et eurasiennne' et ils n'ont pas connu jusqu'à présent un séisme important mais susceptible d'être des foyers sismiques potentiels, tels que la région orientale. Bref, c'est toute la côte Algérienne qui est soumise à une éventuelle catastrophe sismique qui est désormais ignorée.

Tableau 5 : Classification sismique des wilayas d'Algérie

Wilaya	ZONE O	ZONE I	ZONE II		ZONE III
			ZONE II a	ZONE II b	
1. ADRAR	X				
2. CHLEF					X
3. LAGHOAT		X			
4. OUM EL BOUAGHI		X			
5. BATNA		X			
6. BEJAIA			X		
7. BISKRA		X			
8. BECHAR	X				
9. BLIDA					X
10. BOUIRA			X		
11. TAMENRASSET	X				
12. TEBESSA		X			
13. TLEMCEN		X			
14. TIARET		X			
15. TIZI OUZOU			X		
16. ALGER					X
17. DJELFA		X			
18. JIJEL			X		
19. SETIF			X		
20. SAIDA		X			
21. SIKKDA			X		
22. SIDI BEL ABBES		X			
23. ANNABA			X		
24. GUELMA			X		
25. CONSTANTINE			X		
26. MEDEA				X	
27. MOTAGANEM			X		
28. M'SILA			X		
29. MASCARA			X		
30. OUARGLA	X				
31. ORAN			X		
32. EL BAYADH		X			
33. ILLIZI	X				
34. BORDJ BOU ARRERIDJ			X		

35. BOUMERDES					X
36. EL TAREF			X		
37. TINDOUF	X				
38. TISSEMSILT			X		
39. EL OUED	X				
40. KHENCHELA		X			
41. SOUK AHRAS		X			
42. TIPAZA					X
43. MILA			X		
44. AIN DEFLA			X		
45. NAAMA		X			
46. AIN TEMOUCHENT			X		
47. GHARDAÏA	X				
48. RELIZANE					X

Source : auteur en référence des données recueillis de la protection civile d'Alger

On peut conclure qu'à travers l'ensemble des informations recueillies jusqu'à présent, l'activité sismique en Algérie commence à être connue puisqu'aujourd'hui nous en connaissons la cause majeure, la localisation et la répartition sur le territoire national, ainsi que l'ampleur. Mais beaucoup d'efforts restent à déployer pour parvenir à comprendre l'ensemble des failles liées à cette sismicité, sa récurrence...

Aujourd'hui, il faut poursuivre les efforts qui ont été déployés jusqu'à présent en améliorant les performances de la surveillance sismique du territoire par la densification du réseau et l'utilisation des nouvelles technologies de communication, en multipliant les investigations de terrain (sismotectonique, paléosismologie), mais également en formant le maximum de chercheurs. Toutes ces actions permettront ainsi de lever peu à peu le voile sur l'existence de zones à faible sismicité (Hauts Plateaux), sur l'occurrence des séismes violents dans la région Ouest et peu dans la région Est, la réorientation du champ de contrainte entre l'Est et l'Ouest.

Ces efforts doivent servir non seulement à améliorer nos connaissances scientifiques mais aussi et avant tout, à améliorer la prévention et de façon générale la réduction du risque sismique. Il faut espérer ainsi qu'un jour la conjugaison de tous les efforts déployés puissent permettre d'atténuer considérablement les effets désastreux de certains séismes et qu'enfin, le séisme puisse être considéré comme un phénomène naturel et non pas comme une catastrophe.

### **3. Le risque sismique et l'omniprésence de l'aléa sismique :**

L'activité sismique en Algérie du Nord est continue puisqu'elle se produit tout le long de l'année. Il faut aussi noter que chaque mois, il se produit environ une trentaine de micro secousses en général non ressenties par la population. Tous les deux mois environ se produit un séisme de magnitude supérieur à 3,5<sup>21</sup> sur l'échelle de Richter . On remarque également que l'activité sismique du dernier siècle est plus intense dans la région Ouest du pays que dans les régions Centre ou Est. Mais cela est juste des statistiques puisque les secousses frappent soudainement et souvent à des endroits non encore supposés.

Du point de vue géodynamique<sup>i</sup> et grâce aux concepts de la tectonique des plaques, on sait maintenant que les séismes qui se produisent en Algérie du nord sont causés par l'affrontement des plaques tectoniques africaine et eurasiatique.

Cette confrontation, qui est d'environ 0,4 à 0,6 mm/ an (BADDARI.K ; DJEDDI.M 2002)<sup>22</sup>, entraîne la déformation des bordures septentrionale et méridionale des deux plaques majeures suscitées, conduisant à la formation des chaînes de montagnes atlasique et alpine. (BADDARI.K ; DJEDDI.M 2002)<sup>23</sup>

Cette déformation génère de nombreuses failles actives qui jalonnent les régions atlasiques du pays. Le jeu de ces failles provoque donc les séismes qui se produisent lorsque le seuil de rupture de ces failles est atteint.

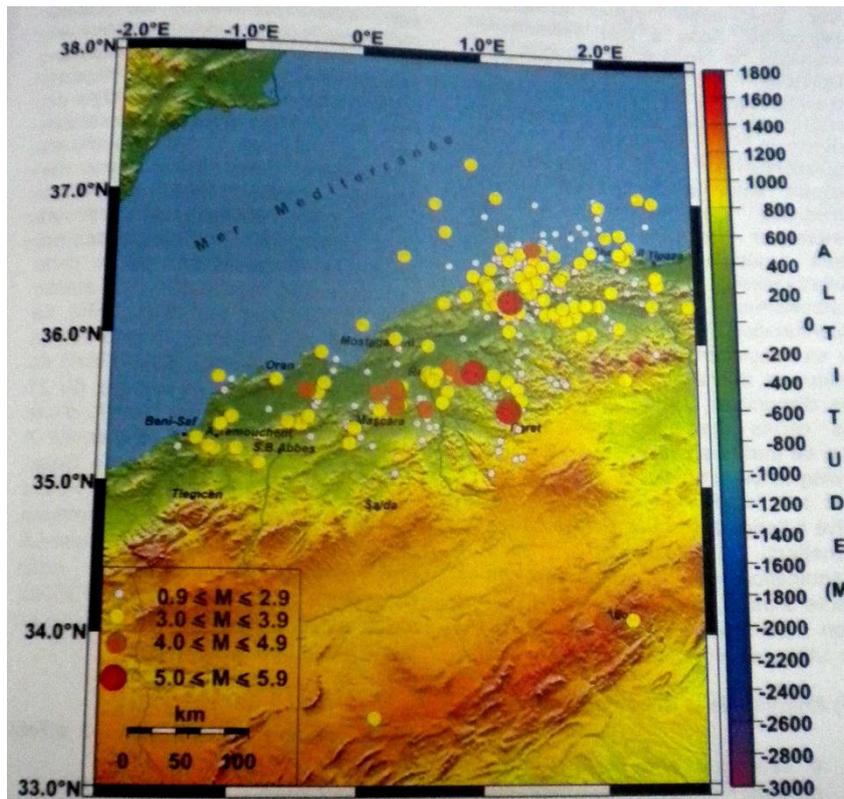
#### **3.1. Degré d'aléa sismique des territoires de l'Algérie :**

Dépassement de 10% de l'accélération du sol pour une période de 50 ans qui correspond à une période de retour de 475 années(CGS)<sup>24</sup>. Cette carte est le résultat de données récentes obtenues à partir des accélérations de sols. Elle montre que les régions d'El Asnam et Alger restent les plus exposées. Le séisme du 21 Mai 2003 a montré des accélérations de 0.6 g qu'il s'agit d'introduire aujourd'hui dans cette carte.

---

<sup>i</sup> **Géodynamique** : Étude de la dynamique du globe et de ses différentes enveloppes constitutives (asthénosphère et lithosphère [géodynamique interne] ou hydrosphère et atmosphère [géodynamique externe]).

Carte 7 : les épicentres instrumentaux de l'ouest de l'Algérie 2002-2006



Source : CRAAG , les séismes en Algérie de 2002-2006.

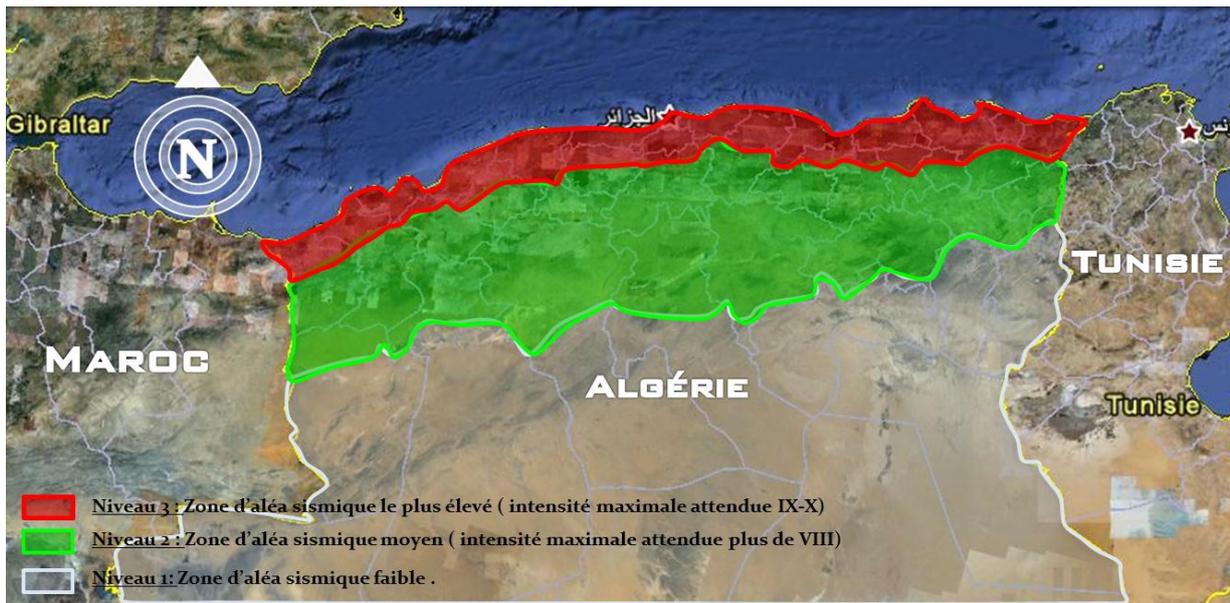
Ce constat ne doit pas occulter le fait que beaucoup de zones restent encore inexplorées du point de vue sismique. L'on s'aperçoit aujourd'hui que les séismes les plus importants se sont produits dans des zones dont le potentiel sismique a été souvent sous-évalué comme ce fut le cas du séisme de **Boumerdès 2003** « classée zone II auparavant ».

Ainsi, un inventaire complet des failles actives et sismogènes, accompagné d'une réévaluation du potentiel sismique par des études de paléosismologie doit être envisagée dans le futur, modifiant les cartes déjà établies.

On peut finalement affirmer que pour le futur, il faudra considérer trois zones :

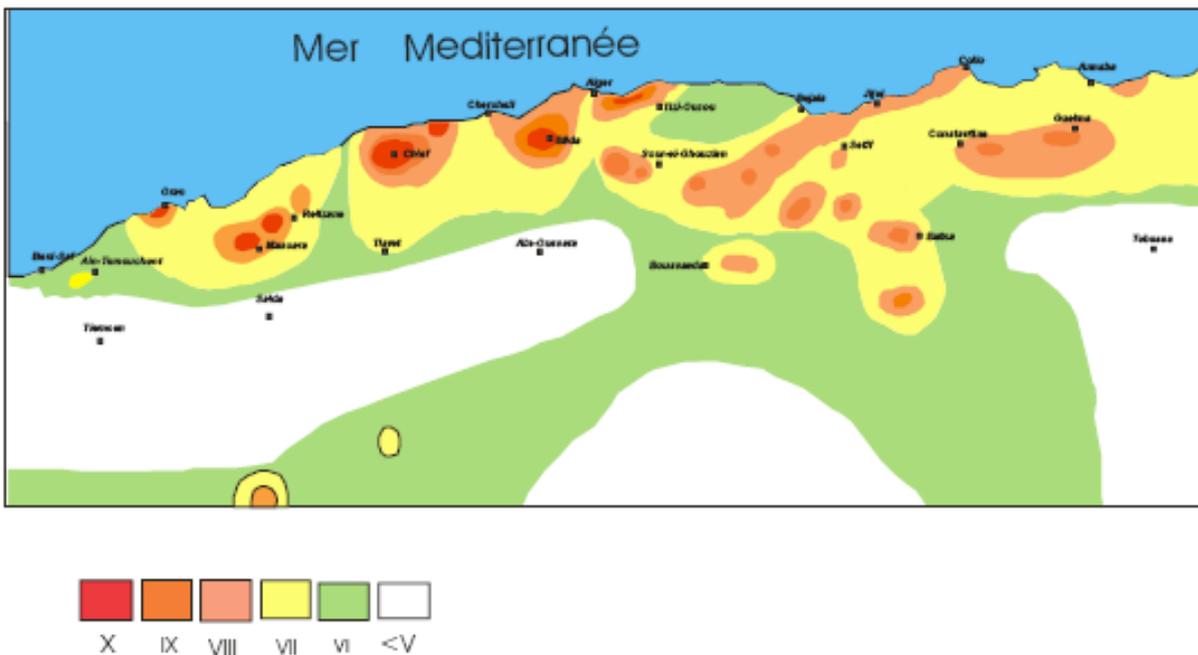
- La région Tellienne est la plus exposée (Zone III) ;
- La région des Hauts Plateaux et la région de l'Atlas Saharien sont également sujettes à une faible sismicité (Zone II) ;
- La région saharienne présente une faible sismicité (avec une probabilité négligeable d'occurrence d'un séisme destructeur sur quelques siècles).

Carte 8 : Niveaux d'aléa sismique en Algérie



Source : Auteur en référence du zonage fourni par RPA

Carte 9 : Les intensités maximales observées de 1716-2003



Source : Protection Civil de la ville d'Alger, Hydra , Parado.

### 3.2. La vulnérabilité des territoires du Nord :

Le zonage sismique du territoire algérien montre comme vu auparavant, que la bande tellienne notamment dans sa frange littorale est soumise au degré d'aléa sismique le plus élevé. La carte proposée par le CRAAG la classe en niveau 3, alors que les Hauts Plateaux et le Sud sont positionnés respectivement en niveau 2 et 1.

Comme l'occupation de notre territoire est très déséquilibrée, la vulnérabilité<sup>ii</sup> de la frange tellienne par rapport aux effets des risques majeurs et notamment sismique, est évidemment accrue pour les zones fortement urbanisées où se concentrent également les complexes industriels, des infrastructures et équipements structurants, les activités de commandement économique (tertiaire supérieur).

C'est à partir de la conjugaison du niveau d'exposition à l'aléa sismique et de la concentration démographique et économique ainsi exposée à l'aléa qu'a été élaborée la carte relative au niveau de vulnérabilité des différents ensembles de notre territoire par rapport aux effets des événements sismiques.

Cette carte individualise ainsi, les grandes concentrations humaines et économiques de la zone tellienne liées au plus haut niveau de vulnérabilité et, quelques ensembles des Hauts Plateaux, où l'occurrence d'événements sismiques associée à des concentrations urbaines crée un second niveau de vulnérabilité.

La situation extrême en termes de vulnérabilité est évidemment offerte par **l'aire métropolitaine d'Alger**, qui outre sa charge démographique particulière (plus de 12% de la population algérienne) (RGPH 2008)<sup>25</sup> concentre un potentiel économique et infrastructurel considérable, ainsi que tous les centres de pouvoir et de commandement du pays.

### **3.2.1. L'urbanisation et le risque sismique :**

#### **3.2.1.1. La littoralisation du peuplement :**

La colonisation a fondé les disparités territoriales de l'Algérie en ayant préférentiellement mis en valeur les zones de peuplement européen (plaines littorales et bassins intérieurs telliens) et développé les villes portuaires, alors que les régions intérieures ont été exploitées de façon minière (céréaliculture extensive, exploitation et exportation de matières premières) et donc bien moins équipées.

Cette distorsion va être pérennisée et même accentuée depuis l'indépendance, car les infrastructures déjà installées ont orienté la localisation des grands complexes industriels vers les villes telliennes et notamment côtières.

C'est ce que traduit l'évolution du peuplement de notre territoire : à travers les cinq recensements effectués depuis l'indépendance (1966, 1977, 1987, 1998 et 2008), il apparaît que la zone tellienne a

---

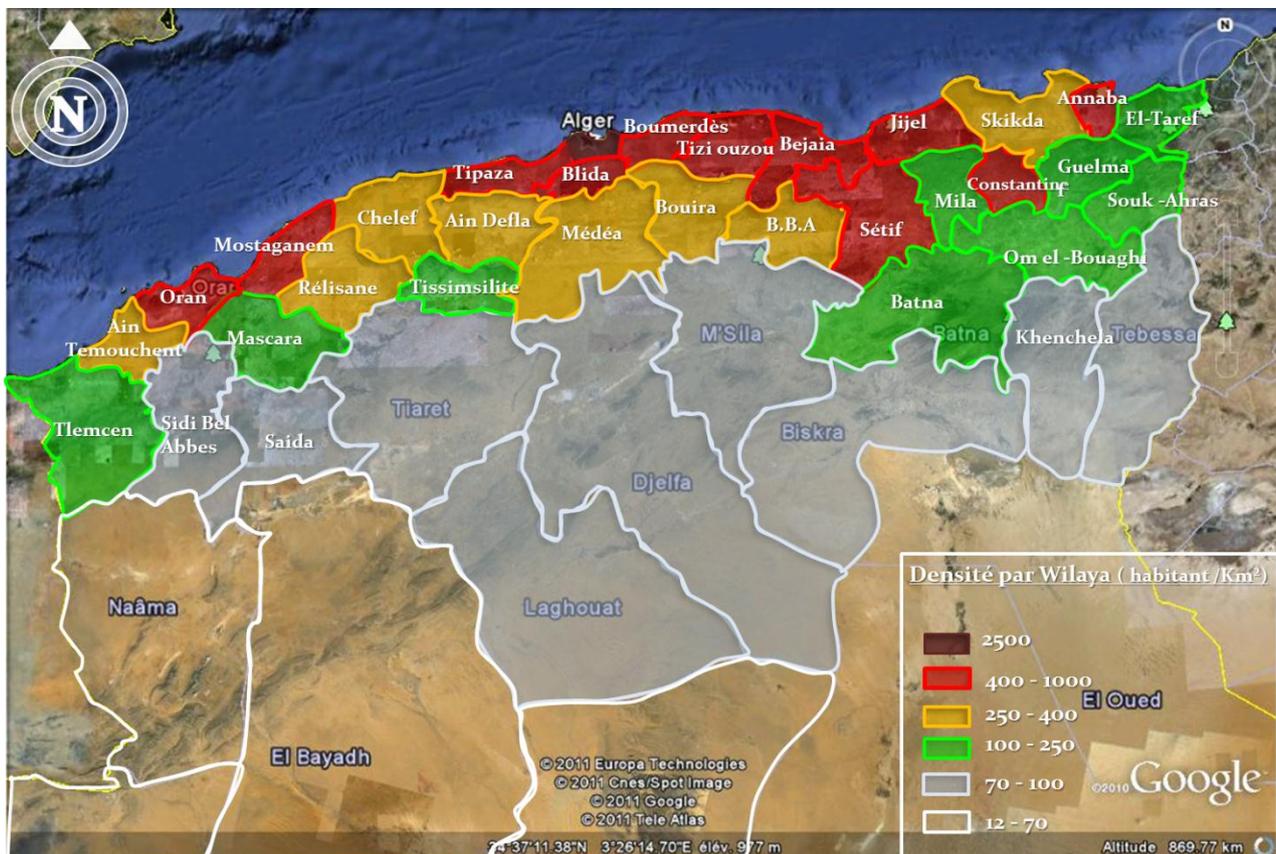
<sup>ii</sup> **Vulnérabilité** : d'origine latine qui veut dire initialement être blessé.

maintenu la concentration de près des deux tiers de la population nationale, alors qu'elle ne représente que 4% du territoire national, contre 9% pour les Hauts Plateaux qui ne regroupent qu'environ le quart (25 %) de la même population totale et 87 % du territoire national pour le Sud où ne résident que 10 % des Algériens (M.H.A.T 2004)<sup>26</sup>.

La carte « Densité de la population par wilaya en 2008 » illustre cette réalité en soulignant le net contraste qui oppose la densité d'occupation de la zone tellienne et notamment littorale par rapport aux régions intérieures.

Il faut ajouter pour compléter ce tableau que malgré la relative stabilité des proportions relatives de la population totale revenant à chaque ensemble 65 % pour la zone tellienne, 25 % pour les Hauts Plateaux et 10 % pour le Sud (M.H.A.T 2004)<sup>27</sup>.

Carte 10 : Densité de la population par wilaya (RGPH 2008).



Source : Auteur en Référence des données du RGPH 2008 .

Le **surpeuplement réel de la zone tellienne n'a pas en fait cessé de s'alourdir**, par rapport aux deux autres ensembles. En valeurs absolues, les écarts de peuplement entre le Tell, les Hauts Plateaux et le Sud ont en effet évolué comme suit, en millions d'habitants :

- **Ecart Tell / Hauts Plateaux :**

Tableau 6 : Ecart entre le tell et les hauts plateaux :

1977	1987	1998	2008
+ 7,5	+ 9,7	+ 11,1	+ 4,71

Source : Auteur en référence du M.H.A.T (2004) ; (rapport Risque sismique et redéploiement des activités et de l'urbanisation) et le RGPH 2008

- **Ecart Tell / Sud :**

Tableau 7 : Ecart entre le tell et sud

1977	1987	1998	2008
+ 10,1	+ 13,3	+ 16,2	+ 13

Source : Auteur en référence du M.H.A.T (2004) ; (rapport Risque sismique et Redéploiement des activités et de l'urbanisation) et le RGPH 2008

C'est ainsi qu'entre 1966 et 2008 l'écart démographique entre le Tell et les Hauts Plateaux est passé de 7,5 millions en 1977 , 11,1 millions d'habitants en 1998 ( l'écart maximal) à 4.7 millions d'habitants en 2008 , alors que l'écart Tell/Sud est passé de 10,1 en 1977 , 16 millions d'habitants en 1998 à 13 millions d'habitants en 2008 (RGPH) <sup>28</sup> . Exprimée en densité du peuplement, la projection tendancielle de cette évolution souligne que face au risque sismique et à la vulnérabilité des populations concernées, la **situation sera de plus en plus préoccupante pour l'avenir.**

- **Evolution des densités du peuplement par zones (habitants/km<sup>2</sup>) :**

Tableau 8 : densité du peuplement par zones

Zones	1990	2000	2010	2020
Tell	172,9	213,7	251,5	283,5
Hauts plateaux	28,6	37,6	45,9	57,7
Sud	1,08	1,4	1,8	1,94

Source : M.H.A.T ; rapport Risque sismique et redéploiement des activités et de l'urbanisation

La zone tellienne passera ainsi de 172,9 habitants /km<sup>2</sup> en 1990 à 251habitants /km<sup>2</sup> en 2010 et 283 habitants / Km<sup>2</sup> en 2020.Ce résultat est plus significatif et d'autant plus préoccupant lorsque l'on défalque les espaces montagneux non habitables, car on constate que l'on passera pour les densités d'occupation réelle des espaces habitables du Tell à des moyennes de 592 habitants / km<sup>2</sup> en 2010 et

687 habitants/km<sup>2</sup> en 2020 : Cela suppose qu'il faut s'attendre à des densités encore plus fortes et quasiment urbaines dans les vastes conurbations qui ne manqueront pas de se constituer sur toutes les plaines littorales où sont installées de grandes villes ; la carte des densités de population en 1998 montre d'ailleurs que la wilaya d'Alger atteint déjà aujourd'hui 2160 habitants/km<sup>2</sup> (ONS)<sup>29</sup>.

En effet, la concentration septentrionale des deux tiers de la population algérienne s'accompagne d'une surconcentration de cette même population dans la frange littorale, qui pour 1,6 % de la superficie du pays regroupe 40 % de sa population, soit 12 millions des quelques 20 millions d'habitants que totalise actuellement la zone tellienne.

La littoralisation accentuée du peuplement de notre territoire se double par ailleurs, notamment autour des grandes villes et métropoles telliennes, d'une **urbanisation rapide et anarchique**, qui outre **l'occupation exagérée de terres à hautes potentialités agricoles**, **accroît la vulnérabilité des populations face aux risques naturels** et en particulier **sismique**.

On note d'abord pour évaluer globalement l'exposition au risque, que sur les 579 villes que compte actuellement le pays, **361, soit plus de 60% reviennent à la zone tellienne** et **plus de 100**, dont trois des quatre grandes métropoles (Alger, Oran, Annaba), reviennent à la **seule zone littorale**.

La vulnérabilité au risque lié à la densité d'occupation du Tell est évidemment, accentuée par l'urbanisation anarchique qui caractérise la périphérie de toutes ces villes et plus particulièrement les aires métropolitaines.

Cette **urbanisation anarchique** implique en effet **l'occupation de terrains non appropriés** (sols meubles ou instables) qui accroissent les effets destructeurs des séismes, de même qu'elle peut entraîner également le **non-respect des normes parasismiques** de construction, autre cause de la maximisation des dégâts.



### 3.2.1.2. Les enjeux économiques du risque sismique :

Le déséquilibre du peuplement du pays est évidemment lié aux distorsions territoriales qui caractérisent la distribution des activités et des moyens de création de richesse, entre les différents ensembles du territoire algérien.

Avantagée par les conditions naturelles et notamment climatiques, la zone tellienne dispose du meilleur potentiel agricole du pays, avec naturellement la plupart des grands périmètres irrigués. A cet avantage qui a été à l'origine des migrations Sud-Nord de la main d'œuvre agricole pendant la période coloniale, s'est ajoutée depuis l'indépendance la concentration des activités industrielles vers la zone tellienne et particulièrement les villes littorales.

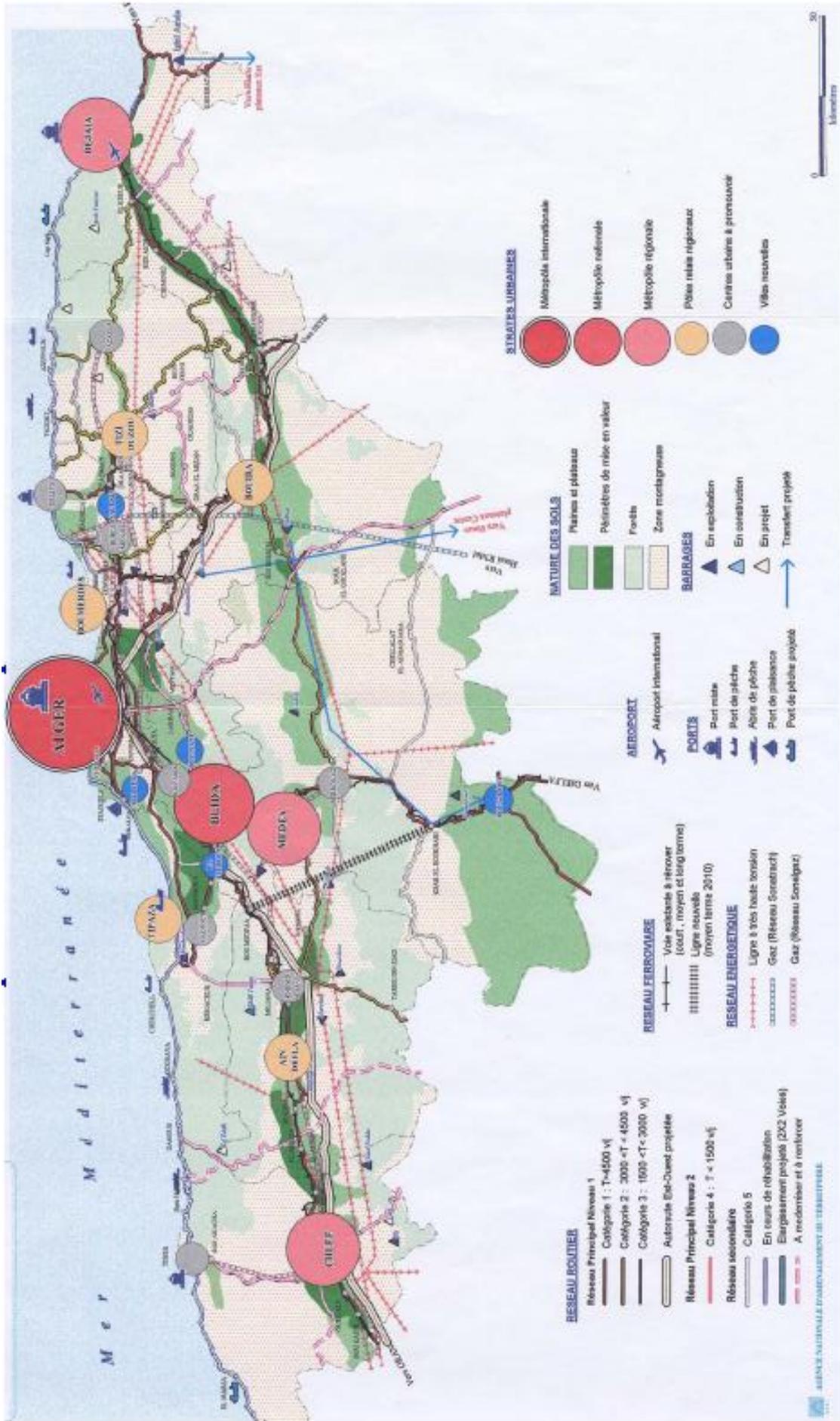
La **zone tellienne** regroupe ainsi près des **deux tiers des unités industrielles du pays**, alors que la **zone littorale** qui compte à elle seule **51 % de ces mêmes unités** industrielles, concentre aussi l'essentiel des grands complexes industriels du pays, notamment à Oran et Arzew, à Alger, à Skikda et à Annaba.

Ces activités industrielles ont polarisé également vers les grandes villes telliennes, les activités de service induites dont les activités du tertiaire dit supérieur (sièges des grandes sociétés, grands établissements financiers et bancaires, activités d'étude...), alors que malgré les efforts consacrés par l'Etat au renforcement des équipements de base des régions intérieures, les Hauts Plateaux et le Sud (sauf pour l'exploitation des hydrocarbures) n'arrivent toujours pas à attirer l'investissement productif industriel et à fortiori les activités du tertiaire supérieur.

Cette **répulsivité des Hauts Plateaux et du Sud** vis à vis des investissements productifs qui continuent à se concentrer préférentiellement sur la frange Nord du pays, est due évidemment à **l'indigence de ces régions en moyens de création de richesse**, à savoir en grandes infrastructures et équipements structurants également concentrés, pour l'essentiel et pour les plus performants, sur la frange tellienne.

Pour les raisons climatiques connues de tous (95 % des eaux de ruissellement liées à la pluviométrie reviennent à la seule zone tellienne), le Tell regroupe la **presque totalité des grands barrages hydrauliques** réalisés, comme il concentre la presque totalité des sites de barrages en cours de réalisation ou envisagés.

Carte 12 : l'essentiel du Potentiel économique localisé dans le Nord du Pays



Source : M.H.A.T. ; Rapport Risque sismique et redéploiement des activités et de l'urbanisation

A ce potentiel hydraulique s'ajoutent toujours au plan des grandes infrastructures concentrées sur la zone tellienne, du fait de son meilleur dynamisme économique :

- le **maillage le plus important** et les **axes routiers essentiels** et les plus sollicités du pays, avec notamment la totalité des tronçons autoroutiers en fonction ;
- **l'essentiel du réseau ferroviaire du pays**, avec la voie ferrée Est-Ouest qui aboutit au Maroc et à la Tunisie et également un maillage que ne connaissent pas les autres régions ;
- les **aéroports internationaux les plus nombreux** et les plus importants ;
- **l'essentiel du réseau de communication et de télécommunication**, même si ce dernier est loin d'être du niveau requis y compris pour la zone tellienne.

A ces éléments s'ajoutent les **concentrations** que l'on note pour les grandes villes et métropoles telliennes, en matière **d'équipements structurants** avec notamment les **plus grandes universités** et la quasi-totalité des **centres de recherche**, les principaux **centres hospitalo-universitaires**, l'essentiel des **établissements de formation professionnelle...**

En prenant en compte toutes les concentrations qui se polarisent sur la zone tellienne et plus particulièrement sa partie littorale, qui regroupe à elle seule, rappelons-le, 40 % de la population totale du pays, il est facile de constater que cette frange septentrionale du pays, regroupe sur 4 % de sa superficie non seulement l'essentiel des 30 millions d'habitants que compte le pays, mais aussi la majeure partie de son potentiel économique et infrastructurel, alors qu'il s'agit de la zone la plus exposée au risque sismique et à d'autres risques naturels ou accidentels (risque industriel, pollutions marines accidentelles).

**Des dispositions urgentes et particulières s'imposent donc pour la zone tellienne, tant au plan du renforcement des moyens de prévention des effets des catastrophes naturelles, qu'au plan de la déconcentration démographique et du potentiel économique et infrastructurel à engager dans les plus brefs délais au profit des régions intérieures.**

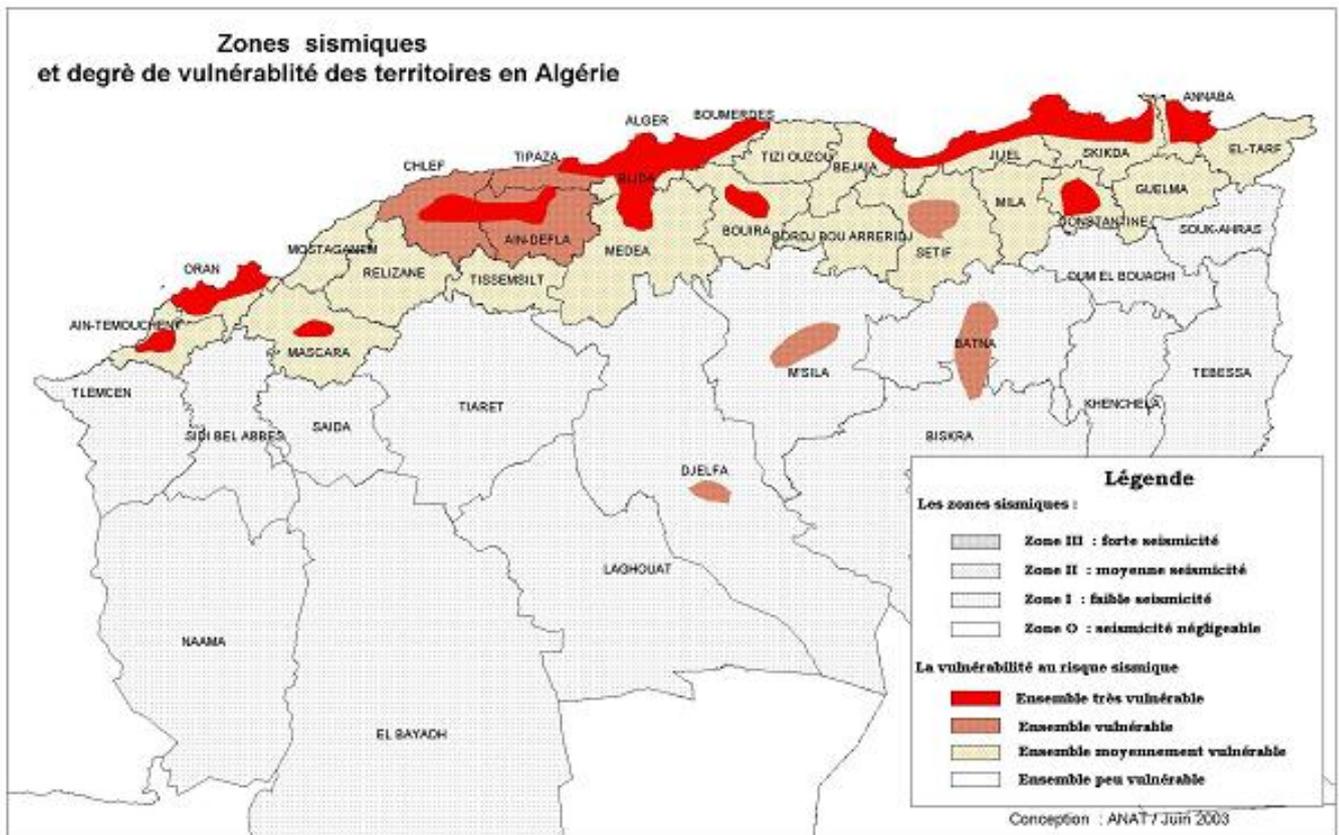
En effet, le scénario catastrophe est toujours possible, notamment à la suite d'un séisme et ce pourrait être alors, les capacités de reconstruction et de développement du pays qui seraient remises en cause, pour un temps plus ou moins long.

La situation extrême offerte par Alger, en termes de vulnérabilité aux effets du risque sismique, illustre éloquemment les enjeux économiques de l'aléa sismique, dans le cas d'un séisme violent

(comme celui du 21 mai dernier) concernant directement comme imaginé plus loin dans le scénario catastrophe, la ville d'Alger.

Cet enjeu n'est cependant pas exclusif de l'agglomération algéroise, il concerne malheureusement d'autres ensembles très vulnérables de la zone tellienne et littorale (Oran, Constantine, Annaba, Béjaïa, Skikda, ...) où l'occurrence d'un séisme majeur implique également, le risque de dommages économiques graves outre les pertes en vies humaines.

Carte 13 : Zones sismiques et degré de vulnérabilité des territoires en Algérie.



Source : M.H.A.T. rapport Risque sismique et redéploiement des activités et de l'urbanisation

Dans tous les ensembles très vulnérables de la zone tellienne, le risque d'un séisme violent entraînant des effets collatéraux (accidents industriels, raz de marée, ...) est évidemment d'impliquer des pertes économiques graves, mettant en cause aussi bien nos capacités de reconstruction que les performances de notre appareil économique et nos capacités de développement pour un temps plus ou moins long.

## Conclusion :

Nous ne pouvons pas, en l'an 2012, parler de réduction du risque sismique sans nous référer à une zone de 1100 km de long, jusqu'à l'heure inconnue : la marge algérienne. D'ailleurs, les séismes en mer, très dévastateurs, décrits dans le passé (Alger, 1365-1716; Oran, 1790 ; Djidjel, 1856) et les récents séismes de Tipasa en 1989; de Ain Benian en 1996 et de Zemmouri en 2003 nous appellent à plus de vigilance.

Cependant, des études géophysiques modernes d'investigation de cette marge doivent être réalisées dans les plus brefs délais, afin de localiser précisément les principales structures géologiques actives et leurs potentiels effets induits, tels que les glissements sous-marins, pouvant à leur tour également, déclencher des tsunamis. **De plus, il ne faut pas cesser de le rappeler que dans cette zone, sont concentrés les principaux investissements économiques vitaux** (Arzew, Skikda) et les villes **les plus importantes du pays** (Oran, Alger, Annaba, Skikda, Bejaïa, Mostaganem).

La littoralisation de l'urbanisation qui caractérise notre territoire est particulièrement spectaculaire et néfaste au niveau des grandes villes littorales, dans la mesure où l'hypertrophie qui caractérise les villes elles-mêmes, déborde maintenant de manière anarchique sur les terres agricoles des plaines littorales. Au risque que courent ces concentrations humaines face aux catastrophes sismiques, s'ajoutent donc les pertes économiques liées au grignotage des meilleures terres agricoles du pays et aux dégâts écologiques divers.

L'étude de la sismicité historique montre enfin que les séismes importants ont souvent occasionné des dégâts importants et entraîné la perte de milliers de personnes. Cela s'explique aujourd'hui par l'inadéquation du type de construction, non adapté aux normes requises pour des régions concernées par les séismes. Il faut cependant signaler que ce n'est qu'au vingtième siècle que sont apparus les premiers édifices répondant à des normes techniques scientifiques dites parasismiques, permettant aujourd'hui de vivre dans certains pays développés sans risquer trop de dommages.

## Références

- <sup>1</sup> **BOUNOUAR. D (1994)**. Catalogues de séismes pour la région du Maghreb 20°-38° N – 10 °W – 12° E, pour la période 1900-1990.
- <sup>2</sup> **ABDESSEMED-FOUFA. A (2007)**. Contribution pour la redécouverte des techniques constructives traditionnelles sismo-résistantes adoptées dans les grandes villes du Maghreb (Alger, Fès et Tunis) durant le XVIII<sup>ème</sup> siècle. Thèse de doctorat en Architecture, spécialité architecture et environnement. E.P.A.U d'Alger.
- <sup>3</sup> **HAHOU (2005)**. Sismicité du Maroc, Apport de l'étude des séismes d'el Hociema et de Rissani et évaluation de l'aléa sismique. Thèse de doctorat en géologie appliquée, spécialité géophysique. Faculté des sciences, université de Rabat, Maroc.
- <sup>4</sup> **MEGHRAOUI, M. (1988)**, Géologie des zones sismiques du nord de l'Algérie, tectonique active, paléoséismologie et synthèse sismotectonique, Ph.D. thèse, 356 pp., Univ. de Paris-sud Orsay, Paris.
- <sup>5</sup> **M.H.A.T (2004)** : Rapport Risque sismique et redéploiement des activités et de l'urbanisation.
- <sup>6</sup> **Groupe de Recherche Néotectonique de l'Arc de Gibraltar (1977)** : Structure actuelle et évolution depuis le miocène de la chaîne Rifaine ( partie de l'Arc de Gibraltar). Bull.Soc .Géol. France, p : 789-786
- <sup>7</sup> **AMBRASEYS, N.N. and J. VOGT (1988)**: Material for the investigation of the seismicity of the region of Algiers, Eur. Earthquake Eng., 3, 16-29.
- <sup>8</sup> **CRAAG** , les séismes en Algérie de 2002 à 2006.
- <sup>9</sup> Idem
- <sup>10</sup> Synthèse du règlement parasismique Algérien version 2003.
- <sup>11</sup> **Centre de recherche en Géni-parasismique** (l'année d'édition n'est mentionnée sur l'ouvrage) : le risque sismique en Algérie, p 15 .
- <sup>12</sup> Idem
- <sup>13</sup> **ABDESSEMED-FOUFA.A (2007)**: contribution pour la redécouverte des techniques constructives traditionnelles sismo-résistantes adoptées dans les grandes villes du Maghreb (Alger, Fès et Tunis) durant le XVII<sup>ème</sup> siècle. Thèse de Doctorat, soutenue le 12 Juin 2007 à l'EPAU. Alger
- <sup>14</sup> **BADDARI .K ; DJEDDI.M (2002)** : Les séismes et leur prévision .Ed : OPU. Alger, p : 255, pp : 42-44.
- <sup>15</sup> **CRAAG** : les séismes en Algérie de 2002 à 2006
- <sup>16</sup> **BADDARI.K ; DJEDDI.M (2002)** : Op.Cit. p : 42-44
- <sup>17</sup> **M.H.A.T (2004)** : Rapport Risque sismique et redéploiement des activités et de l'urbanisation.
- <sup>18</sup> **BADDARI.K ; DJEDDI.M (2002)** : Op.Cit. pp : 35-45

---

<sup>19</sup> **Service des Risques Naturels, Protection civile d'Alger** « Hydra, Parado » (2007) : Les séismes en Algérie

<sup>20</sup> Idem

<sup>21</sup> Voir l'activité sismique quotidienne en Algérie : [www.CRAAG.dz](http://www.CRAAG.dz)

<sup>22</sup> **BADDARI.K ; DJEDDI.M** (2002) : Op.cit. Pp : 42

<sup>23</sup> Idem

<sup>24</sup> **CGC** : Les séismes en Algérie

<sup>25</sup> **RGPH 2008**

<sup>26</sup> **Ministère de l'habitat et de l'aménagement du territoire** (2004) : Rapport Risque sismique et redéploiement des activités et de l'urbanisation.

<sup>27</sup> Idem

<sup>28</sup> **RGPH 1977, 1987, 1998 et 2008**

<sup>29</sup> [www.ons.org](http://www.ons.org)

## **CHAPITRE II : LE RISQUE SISMIQUE À ALGER**

### **Introduction :**

Le dernier séisme du Japon vient à juste titre nous rappeler la nécessité de la prise en charge des risques sismiques et trouver des solutions idoines pour détecter, étudier, et prévoir, ... ces risques et surtout construire de manière appropriée en veillant à respecter les normes de construction. L'Algérie est traversée par des failles qui font de notre pays un territoire à risque. Dans le passé, déjà des villes entières ont été complètement détruites, à titre d'exemple : Chleff à deux reprises lors des deux séismes de 1954 et 1980 ainsi qu'Alger : en 1365 et 1716.

Depuis 2003, Alger est désormais considérée parmi les zones les plus affectées par ce phénomène (classée en zone III) . Elle est aussi la plus vulnérable ville du pays notant que la région d'Alger concentre plus de 17% de la population nationale et la majorité du potentiel économique du pays. C'est la raison pour laquelle une étude de l'aléa sismique à Alger demeure indispensable. Dans un premier temps, nous revenons sur les séismes historiques qui ont affecté la ville d'Alger avec une étude géotectonique de toute la région.

Dans un deuxième temps, repasser sur les défaillances observées à tous les niveaux lors du séisme de Boumerdès – Alger en 2003 . En effet, ce séisme a surtout levé le voile sur des malfaçons dans les constructions, et a été le déclic pour la révision de la réglementation relative à la construction.

Le respect des normes parasismiques et leur inclusion dans les cahiers de charges jusque-là bafoué, ont été préconisés par décret suite à ce séisme. Il a fallu donc des milliers de morts et des milliards de Dinars de pertes pour que l'Etat réagisse et instaure une réglementation rigoureuse pour le secteur de la construction.

## 1. Sismicité d'Alger :

### 1.1. Les séismes historiques d'Alger :

A la fin du 1<sup>er</sup> millénaire avant notre ère, le nord de l'Afrique a été secoué par des tremblements de terre ; **alors Alger fut-elle détruite par un grand tremblement de terre à la fin de l'antiquité ? Mais ne Dit-on pas que là où la terre à trembler, elle tremblera encore ? Le site d'Alger fut abandonné et déserté jusqu'à la conquête des vandales vers V<sup>ème</sup> siècle, le fait que ce territoire soit abandonné ne nous laisse-t-il pas supposer que c'est à cause de son instabilité géologique ?**

Il a été difficile de traiter Alger antique car les sources qui avaient pu l'illustrer sont quasi inexistantes.

#### 1.1.1. Avant le X<sup>e</sup> siècle :

Alger a sans doute été bien avant sa fondation par Bouloughine au XX<sup>ème</sup> siècle secouée par les tremblements de terre. Ibn al Athir (1160-1233) fait référence à un grand tremblement de terre qui a secoué tout le nord de l'Afrique depuis la Mésopotamie jusqu'en Andalousie passant par l'Égypte et l'Afrique du nord et cela en 267 de l'hégire soit en l'an 880-881 (BALLORE De 1905)<sup>1</sup>. La situation de cet événement qualifié d'important n'est pas précise.

D'autres sources datant de l'époque des Zirides témoignent qu'Alger était peu peuplée avant leur installation. Ses habitants ayant renoncé au site suite aux secousses des tremblements de terres qui ont survenues autour des années 800-900. A ce propos, le fils du Mufti Ibn Radjeb dit qu'*"à l'arrivée des turcs, Alger était occupée par une fraction d'une tribu voisine, les Béni Mezghena venus s'installer au milieu des ruines d'Icosium où ils trouvent encore quelques vestiges ..... vivants misérablement sous la menace constante des fléaux naturels, l'inondation dont le sous-sol sableux et les constructions ensevelies nous conservent le témoignage de tremblement de terre, d'orage, de froid..."* (ABDESSEMED-FOUFA. A 2007)<sup>2</sup>

#### 1.1.2. Les tremblements de terre d'Al Djazair Béni Mezghena (1364-1516):

Les premières sources décrivant les séismes ayant affecté Alger se situent au XIV<sup>ème</sup> siècle, en 1365 date à laquelle fut mentionné un tremblement de terre assez fortement ressenti (Ambraseys 1988). S'intéressant à la sismicité historique pré instrumentale, l'investigation a été arrêtée à la date du dernier tremblement de terre recensé à Alger avant la mise en place d'un réseau instrumental soit à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle.

Il s'est avéré qu'au cours de cette recherche , un tremblement de terre a frappé Alger bien avant celui de 1365. Al Djilali dans son livre « Histoire générale en Algérie », décrit un séisme en date du 1359, qui ne cite pas ses sources. Ce séisme a été aussi référé par Harbi (2005) pour la première fois de la sismicité du SAHEL.

#### **Le 04 mars 1359 ( 03 Rabi el-thani 760)**

Source : Al Djilali (1981 et 1995)

Catalogue : Harbi ( 2005)

Al Djilali raconte qu'à l'époque des Zianides, Alger a été détruite par un grand tremblement de terre et ceci au troisième jour du mois de rabie al-thani 760 (Al DJILALI 1981-1995)<sup>3</sup>.

"ثم إنه ليس عندنا ما نسجته من حوا هذه السنة من حوادث مما يستحق الذكر سوى ذلك الزلزال الهائل الذي حطم مدينة الجزائر في اليوم الثالث من شهر ربيع الثاني 760 هـ, 4 مارس 1359 م." (Al Djilali 1982)

Il semble que ce tremblement de terre a été destructeur. Il n'y a aucune information sur l'étendue du désastre ni de la reconstruction qui a eu lieu par la suite.

Le séisme du 4 janvier 1365 a complètement détruit la ville d'Alger et a été suivi par un important raz-de-marée ayant inondé la ville. Plusieurs personnes périrent noyées (Ambraseys and Vogt, 1988). Le raz-de-marée qui a suivi le choc principal de ce séisme suggère que l'épicentre est localisé en mer, non loin de la baie d'Alger.

Devoulx (1866) et Delphin ( 1929-1925) rapportent l'ampleur des dégâts occasionnés par ce séisme grâce aux informations fournies par un manuscrit d'un taleb de la ville de Breschk qui se trouvait à Alger pendant ce tremblement de terre.

Ce Taleb de Breschk fut témoin et sans doute victime de la catastrophe dont il parle. Voilà comment il s'exprime à ce sujet : « *je me trouvais la nuit du tremblement de terre dans une maison sise à hârat al-djanân du côté de la porte de Bab el wâd ; je fus témoin de choses effrayantes que nul n'a relaté avant moi. J'entendis une femme qu'un habitant interrogeait sur les dangers qu'elle avait courus . Elle lui répondit j'étais en compagnie de ma sœur, et je portais ma fille dans mes bras . Je courais dans la maison de place en place , jusqu'au moment où une partie s'écroula sur moi . Ma sœur fut ensevelie et j'échappais puis une autre partie tomba sans m'attendre. Je jetais ma fille par terre pour être plus légère et je me sauvais sans elle, cherchant le salut dans la fuite. Ainsi quand je me vis sur le point de succomber, j'abandonnais ma fille au milieu des décombres.* » (DEVOULX.A 1866) <sup>4</sup>

Al Djilali décrit ce tremblement de terre par *Hāil* c'est-à-dire très important :

"وفي ربيع الثاني سنة 766 هـ ، جانفي 1365 م كان حادث الزلزال الهائل بمدينة الجزائر فسقط من وقعه كثير من دور المدينة وقصورها، ووقع من جرائه خراب عظيم ورض وتحطيم، مات تحته عدد وافر من الناس." <sup>5</sup> (Al Djilali 1982)

C'est un tremblement de terre dévastateur qui affecta Alger après la prière du coucher de soleil dont une plus grande partie de la ville fut démolie et inondée. Durant cette nuit, on affirme avoir compté quatre cent quatre-vingt-seize secousses (496) et l'intensité  $I_0$  du désastre était égale à IX.

Ce séisme est considéré comme le plus important de la période médiévale. Durant quelques années, ces tremblements de terre se succédèrent mais sans occasionner de dégâts.

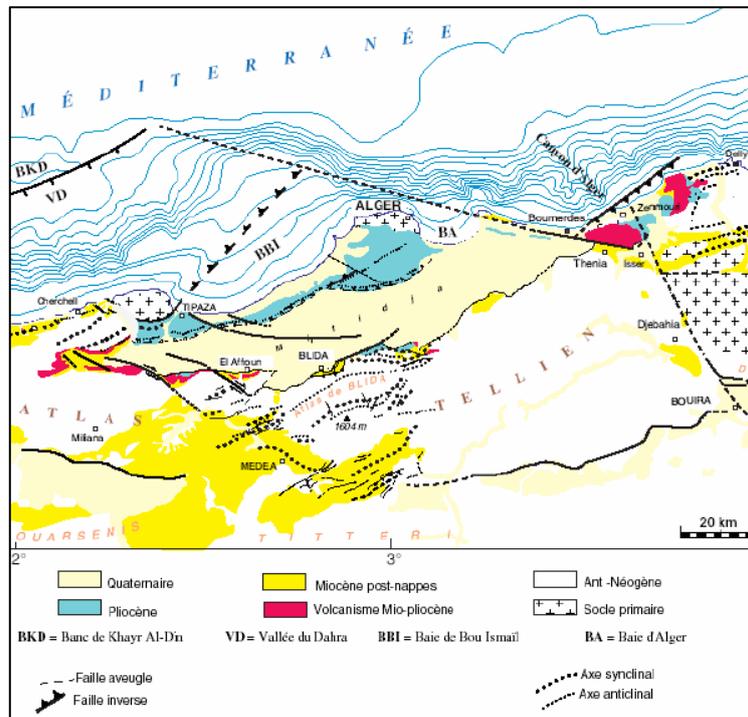
### **1.1.3. Les tremblements de terre d'Al Djazair durant la période ottomane (1516-1830):**

Durant l'expédition qui a démarré à la fin de l'été 1541 contre Alger par Charles Quint, à la fin de l'automne, le 28 Octobre, un tremblement de terre fut ressenti à Alger. Il accompagna la violente tempête qui dissipa la flotte des espagnoles.

Durant la période ottomane , Alger fut détruite à deux reprises lors des deux séismes du 10 mars 1673 et 03 février 1716. Ambraseys & Vogt 1988 <sup>6</sup> placent l'épicentre de ces deux séismes destructeurs au niveau d'Alger mais sans préciser la source sismogène. D'après le CRAAG la magnitude du séisme de 1716 était estimée à  $M=7.5$  sur l'échelle de Richter dont on comptait plus de 71 répliques et une intensité  $I_0$  égale à X. Ce séisme a occasionné des dégâts irréversibles ; plus de 20000 victimes et presque toute la casbah se trouvait en ruine. C'est le plus important séisme qu'a connu Alger au cours de son histoire.

D'autres séismes ont été recensés durant cette époque mais sans répercussions sur Alger, répartis comme suit : 1585, 1601, 1632, 1639, 1665, 1715, 1724, 1735, 1755, 1756, 1760, 1802, 1807 et 1825 (ABDESSEMED-FOUFA. A 2007) <sup>7</sup>.

Figure 4 : carte néotectonique de la ville d'Alger



Source : M.H.A.T. (2004) rapport Risque sismique et redéploiement des activités et de l'urbanisation

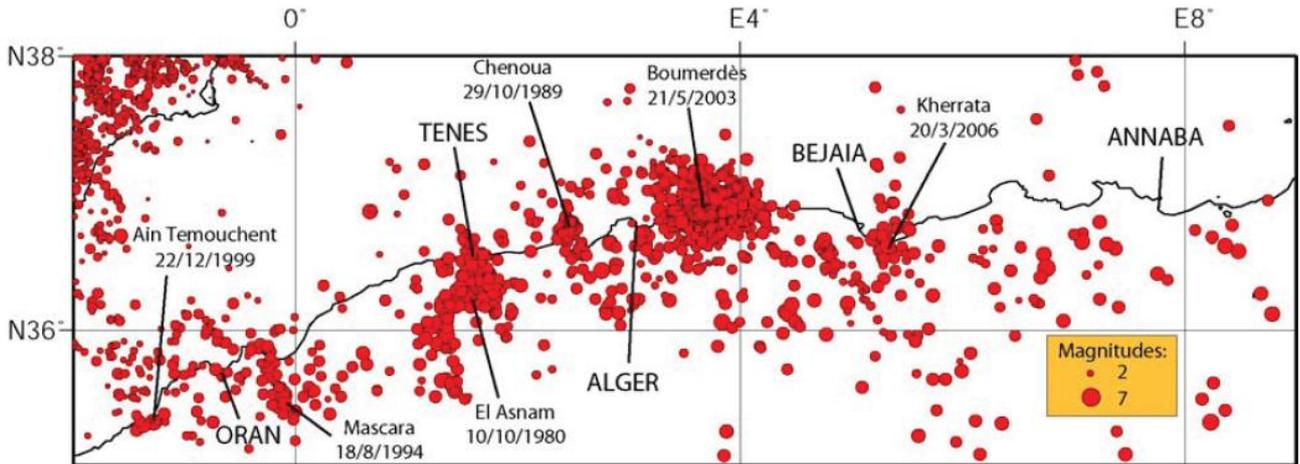
**1.1.4. Les tremblements de terre d'Alger durant la période coloniale (1830-1962):**

Durant le XIX<sup>ème</sup> siècle et pour la période prés-instrumentale de la période coloniale, Alger a subi seize séismes dont quatre ont causé des dommages modérés sur quelques bâtisses (ABDESSEMED-FOUFA. A 2007)<sup>8</sup>, ce qui rend les résultats du recensement négligeable (1842- 1850- 1852-1867...). Les autres séismes sont insignifiants car ils n'ont induit aucun dégât.

**1.1.5. Les tremblements de terre d'Alger après l'indépendance (1962- à nos jours):**

Le XX<sup>e</sup> siècle a connu l'avènement de l'instrumentation sismique : c'est-à-dire l'apparition des premières stations d'enregistrement sismique. De ce fait, le nombre de séismes enregistrés dans la région devint de plus en plus important (carte 14). De plus, l'augmentation du nombre de stations d'enregistrement sismique permet une localisation des épicentres bien meilleure qu'autrefois, permettant éventuellement de les relier à une structure connue, si elle est cartée. L'intérêt ici n'est pas de refaire un catalogue de la sismicité de la marge, donc nous allons seulement nous intéresser à certains séismes qui ont un intérêt particulier pour notre étude, certains ayant eu un fort impact sur les populations, vu leur forte magnitude.

Carte 14: les épicentres du nord de l'Algérie dep 1973 à 2006



Source : Anne DOMZIG (2006), Déformation active et récente, et structuration tectonosédimentaire de la marge sous-marine algérienne, THESE de doctorat de l'Université de Bretagne Occidentale

Près d'Alger, un séisme toucha le Mont Chenoua le 29/10/1989 à 19h09 ( $M_L=6.1 \pm 0.2$ , CRAAG,  $M_S=5.9$  USGS). Toute la région de Tipaza (**70 km d'Alger**) fut touchée et il y eut 22 morts et 300 blessés à Nador et dans les environs, zone la plus sévèrement touchée, où la plupart des bâtiments furent détruits. D'importants dégâts eurent lieu également dans les villes de Cherchell et Tipaza. Des mouvements verticaux furent ressentis et des glissements de terrain eurent lieu, mais pas de liquéfaction. Une vague anormale en mer fut aussi observée ainsi qu'un petit retrait de la mer (**1 m**) au port de Tipaza (CRAAG)<sup>9</sup>.

L'hypocentre fut précisément localisé à  $36^{\circ}36,9'N$   $2^{\circ}19,57'E$  et à une profondeur de 10 km (Meghraoui, 1991)<sup>10</sup>. Le séisme fut attribué à la faille aveugle à pendage NO sous l'anticlinal du Chenoua (Meghraoui, 1991)<sup>11</sup>, ce qui est en accord avec le mécanisme au foyer calculé (Carte 20) et la position de l'épicentre par rapport à la structure de l'anticlinal du Chenoua.

Plusieurs autres séismes ont ébranlé la région entre Alger et Chenoua. Le premier frappa la ville de Tipaza le 9/2/1990 avec une  $M_S=4.9$ , et le deuxième, localisé près d'Ain Benian eut lieu le 04/09/1996 ( $M_S=5.7$ ). Ces deux séismes ont d'abord été attribués à la faille aveugle de l'anticlinal du Sahel, mais la direction de l'essai des répliques n'est pas en accord avec la direction de cette structure (Harbi, 2000)<sup>12</sup>.

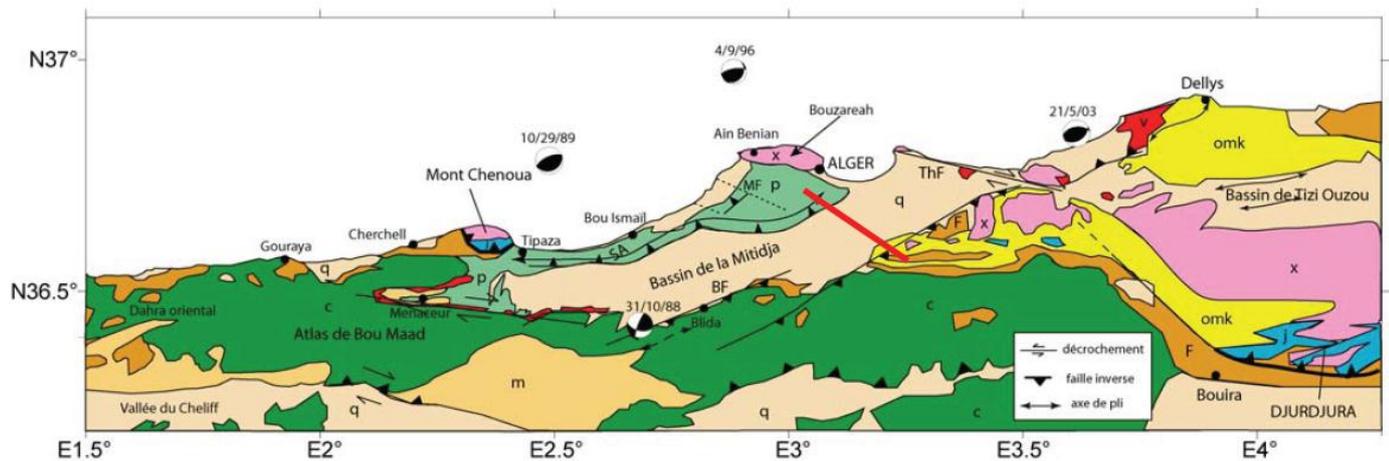
Suite à la catastrophe engendrée par le séisme de Boumerdès - Alger en 2003 (détaillé dans ce chapitre) et pour cause Alger est, depuis ce séisme du 21 mai 2003, classée zone III et passe ainsi de zone de sismicité moyenne à élevée - le territoire national est divisé en 5 zones de sismicité croissante (zone zéro, zone I, IIa et IIb et zone III). Aujourd'hui encore, beaucoup continuent à s'interroger sur les conséquences dramatiques de ce tremblement de terre.

## 1.2. Contexte géologique de l'Algérois :

L'histoire géologique des bassins sédimentaires algériens s'inscrit dans le processus de géodynamique globale de la tectonique des plaques qui a structuré l'Algérie en deux domaines : au Nord, l'Algérie alpine ; au Sud, la plate-forme saharienne.

L'algérois est intégré dans l'Algérie alpine et est essentiellement structuré par la plaine de la Mitidja qui est un bassin de type intra montagneux, bordé au sud par le domaine des nappes formant l'Atlas Tellien. La série sédimentaire du bassin de la Mitidja s'étend du Jurassique au Miocène. Au pliocène, la mer y dépose des marnes bleues à intercalations gréseuses d'une épaisseur pouvant atteindre 1000 m (MEDD/DPPR/SDPR2003)<sup>13</sup>. A l'est la Mitidja est bordée par des affleurements de socle de type granitoïde apparaissant à Boumerdès et le long de la faille de Thénia.

Carte 15 : Extrait de l'esquisse tectonique de l'Algérie.



Source : Anne DOMZIG, Déformation active et récente, et structuration tectonosédimentaire de la marge sous-marine algérienne, THESE de doctorat de l'Université de Bretagne Occidentale

Le remplissage sédimentaire quaternaire de la Mitidja représente localement une épaisseur de 120 m (MEDD/DPPR/SDPR2003)<sup>14</sup>. Proche des côtes se sont des sables rouges du Pliocène supérieur très compact qui affleurent et recouvrent les marnes plais anciennes. C'est sur ce type de terrain que s'est construit notamment la ville de Boumerdès.

### 1.2.1. Les failles actives dans l'Algérois :

Les études sismotectoniques et d'aléa sismique en Algérie du Nord n'ont sérieusement commencé que suite au séisme d'El-Asnam en 1980 (Ambraseys, 1982<sup>15</sup> ; Meghraoui, 1988<sup>16</sup> ; Ambraseys et Vogt, 1988<sup>17</sup>). Aujourd'hui les principales failles actives intra-plaques de l'Algérie du Nord sont identifiées à terre mais, le danger vient aussi des failles actives en mer. En effet, plusieurs séismes historiques et récents ont eu lieu au large. On peut citer les exemples suivants : le séisme de Chenoua ( $M_I=6.0$ ) en 1989 dont la faille, d'après la localisation des répliques (Sébaï, 1997 ; Maouche, 2002), s'étendrait à plusieurs kilomètres en mer, le séisme d'Alger connu sous le nom de Ain-Bénian ( $M_s=5.7$ ) en 1996 ou bien le dernier en date celui de Boumerdes ( $M_w=6.8$ ) en 2003. On retrouve aussi dans les archives (Rothé 1950)<sup>18</sup> qu'un fort séisme s'est produit en 1365 au large d'Alger détruisant une grande partie de la ville et inondant les parties basses de la ville suite au tsunami qu'il aurait causé. Ceci constitue une preuve de l'existence d'accidents sous-marins actifs jusqu'au pied de marge.

En revanche, le fort séisme qui s'est produit en 1716 à Alger, qui aurait fait 20000 victimes et aurait détruit une grande partie de la ville, n'aurait pas causé un tsunami, cela signifie qu'il a pu être causé par la faille du Sahel. Ainsi, mieux comprendre les failles actives de l'Algérois est une urgence à prendre en considération rapidement, spécialement parce que la ville d'Alger ne cesse de grandir.

Parmi les failles actives identifiées dans l'Algérois, la faille du Sahel revêt une très grande importance vu qu'elle se situe au-dessous de la capitale du pays où demeurent plus de trois millions d'habitants.

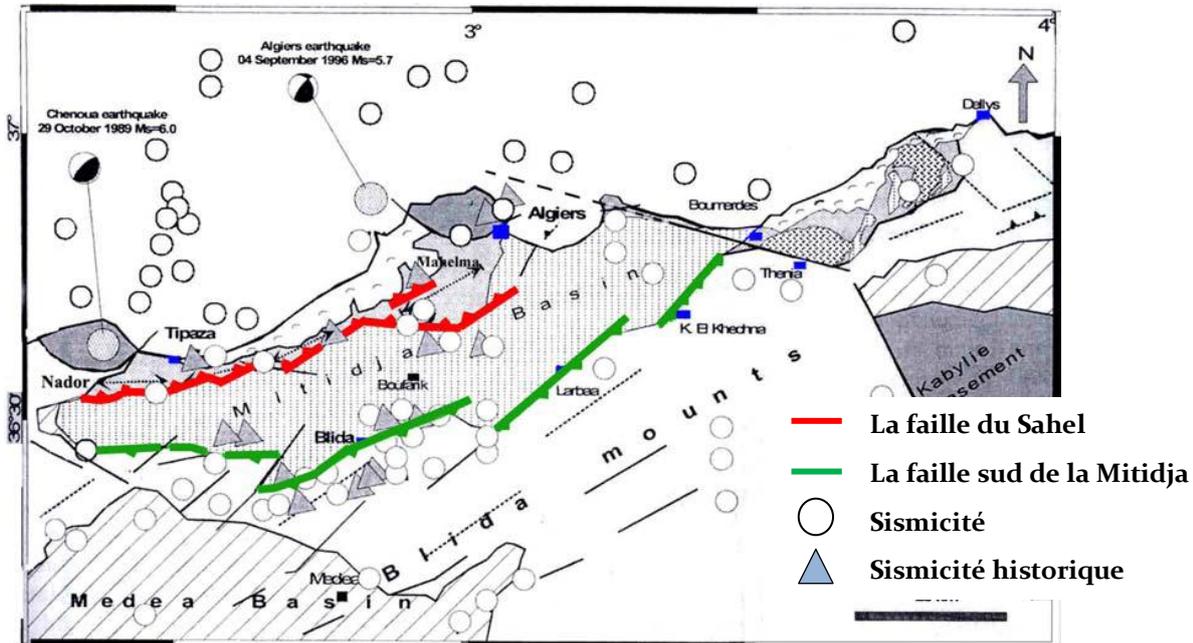
#### 1.2.1.1. La faille du Sahel :

Il s'agit du pli-faille du Sahel. Il délimite le bassin de la Mitidja au Nord et il s'étend de Tipaza à Boumerdes. La faille du Sahel constitue la continuation vers l'est de la faille de Ménaceur (à l'ouest du Nador). C'est une faille de chevauchement qui est à l'origine du soulèvement de la région côtière s'étendant de l'est du mont Chenoua entre Nador et Tipasa-ville jusqu'à la baie d'Alger (une distance d'environ 70 km). Selon les derniers travaux sismotectoniques, cette faille majeure est plus importante qu'on le pense.

À propos du système de faille associé à la partie sud de la structure du Sahel et le long de la partie Nord de la plaine de la Mitidja, *Glangeaud* (1955) pense que la Mitidja est associée à un système de failles plutôt extensif (failles normales plongeant vers le bassin). (Meghraoui 1988)<sup>19</sup>, qui a effectué plusieurs travaux sur le séisme d'El-Asnam, trouve que le pli-faille du Sahel et celui d'El-Asnam ont une signature sismotectonique identique. (Meghraoui 1991)<sup>20</sup> propose que l'anticlinal du Sahel soit

associé à un système de failles cachées majeures de type inverse. Ces failles plongent vers le Nord. Il note aussi la forte similarité dans le style de déformation entre l'anticlinal sur lequel se trouve la faille de Oued Fodda responsable du séisme d'El-Asnam en 1980 et la structure du Sahel.

Carte 16 : Les principales failles intra-plaque de l'Algérois



Source : M.H.A.T ; programme d'aménagement côtier, maîtrise de l'urbanisation et de l'artificialisation des sols

Le séisme de Chenoua en 1989 ( $M_I=6.0$ ) à Tipasa, se serait produit près de l'extrémité ouest de la faille du Sahel. Grâce à la répartition spatiale des répliques du séisme de Chenoua, Sebäi (1997), Maouche (2002) ont pu identifier un double plan de faille avec un prolongement vers le nord et nord-ouest. L'un des plans coïncide remarquablement avec l'extrémité ouest du pli actif du Sahel. Ainsi la faille de Chenoua pourrait appartenir au système de faille du Sahel. Ce tremblement de Terre (Chenoua 1989) pose le problème de l'occurrence d'un futur séisme sur l'un des segments du Sahel. En effet, ce séisme peut induire la réactivation des autres segments de faille. Il existe plusieurs exemples de séismes qui ont chargé (ou déchargé) d'autres failles voisines ou même lointaines.

Il existe plusieurs exemples de séismes qui ont chargé (ou déchargé) d'autres failles voisines ou même lointaines. Par exemple le séisme de Hector Mine ( $M_w=7.1$ ) en 1999 en Californie s'est produit sur une faille distante d'une trentaine de km seulement de l'endroit où s'est produit le séisme de Landers ( $M_w=7.3$ ) presque sept ans plutôt (1992). Si une rupture venait à se déclencher sur un type de faille (par exemple inverse) une propagation de la rupture à travers un autre type (par exemple décrochement) est possible

L'autre faille de l'Algérois probablement active et très controversée, est la faille de Thénia . (Boudiaf et al., 1998)<sup>21</sup> se sont ainsi demandés si des changements "récents" dans le système de drainage proche de la faille de Thénia ne seraient pas liés à l'activité de celle-ci et donc à sa capacité de produire de violents séismes.

#### 1.2.1.2. La faille Thénia :

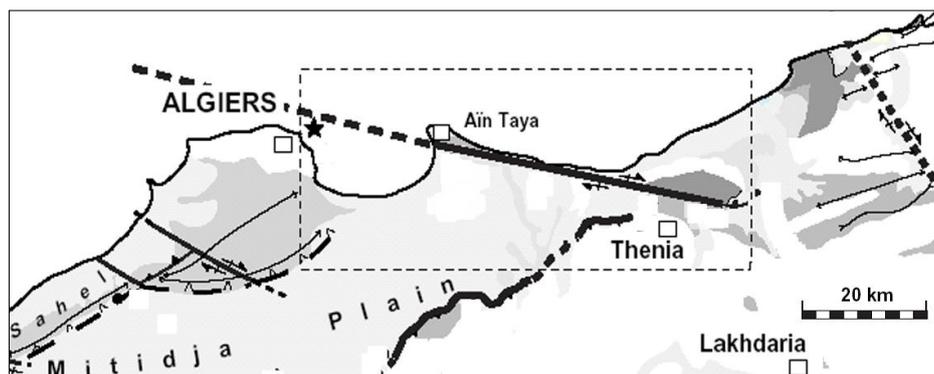
La faille de Thénia constituant la bordure NE du bassin de Mitidja s'étend des Issers au sud-est jusqu'à quelques kilomètres off-shore au Nord du massif de Bouzaréah dans la direction nord-ouest. Sa partie sud-est est la mieux cartographiée avec une direction N120°E (Boudiaf et al., 1998)

La longueur de cette faille (des Isser jusqu'au Nord de Bouzaréah en Méditerranée) serait alors de **140 km** dont seulement une trentaine de km est bien évidente au SE de la faille. Cette faille est verticale et d'orientation N75°W dans sa partie nord (M.H.A.T 2004)<sup>22</sup>.

Les catalogues de sismicité historique (Mezcua, 1983<sup>23</sup>; Benhallou, 1985<sup>24</sup>; Bennouar; 1994<sup>25</sup>; CRAAG, 2001) montrent qu'antérieurement au 21 mai 2003, la région de Thenia est affectée par une sismicité modérée. Seuls les événements les plus importants et les plus récents ont fait l'objet d'une enquête macrosismique. Avec une magnitude **Ms=5,2**, le séisme de Thenia du 16 septembre 1987 est le plus important tremblement de terre connu dans l'Est algérois.

Historiquement donc, aucun séisme catastrophique n'a été directement associé à cette région. Mais (Boudiaf et al. 1998)<sup>26</sup> pensent que le séisme historique de 1365 qui a été à l'origine d'un tsunami (Rothé 1950)<sup>27</sup> qui a immergé la partie basse d'Alger, se serait produit sur l'extrémité nord-ouest de cette faille de Thénia (cela reste à vérifier).

**Figure 5 : Localisation de l'événement historique de 1365 (étoile à l'est de la ville d'Alger) (d'après Boudiaf et al., (1998))**



Source : M.H.A.T ; programme d'aménagement côtier, maîtrise de L'urbanisation et de l'artificialisation des sols

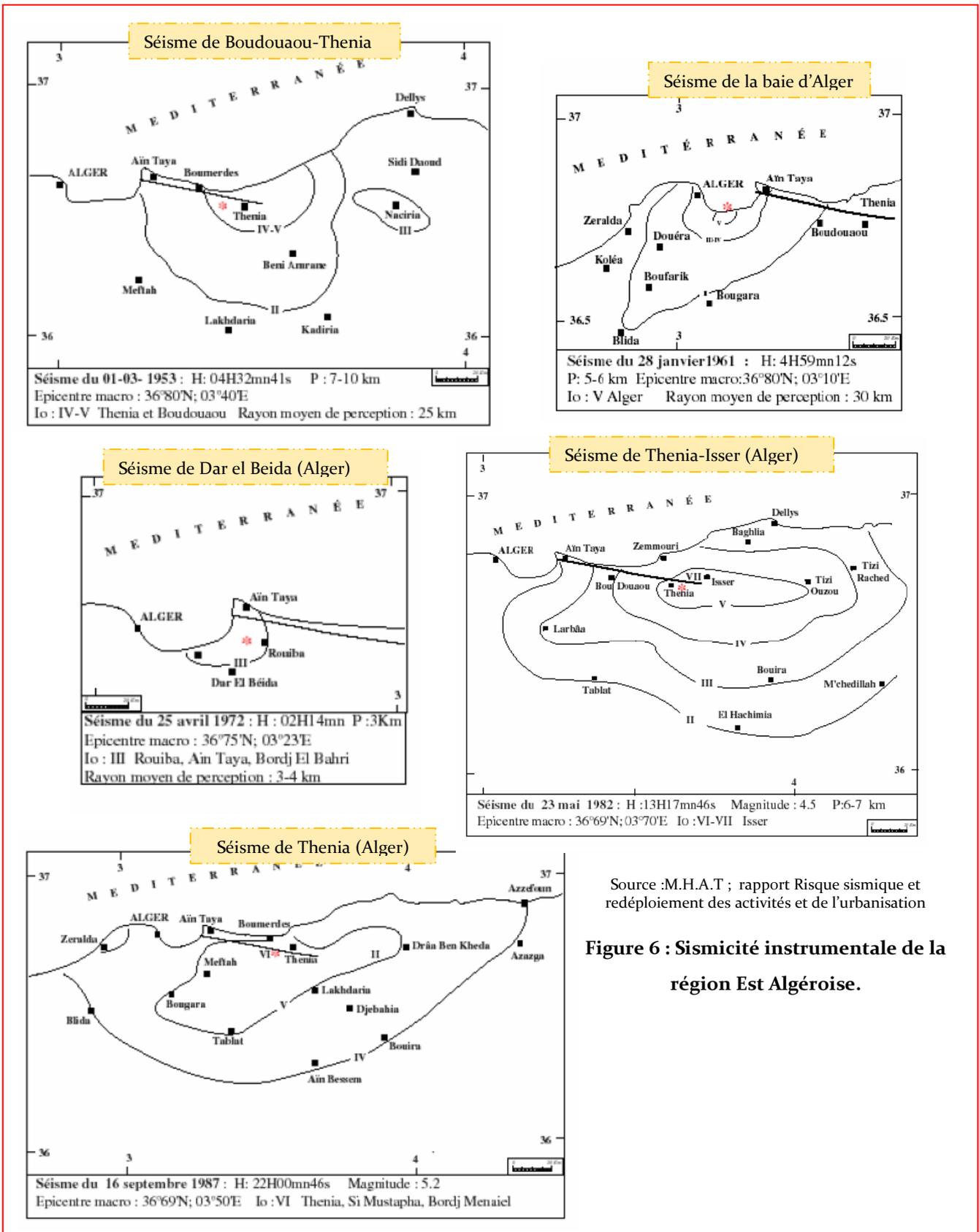


Figure 6 : Sismicité instrumentale de la région Est Algéroise.

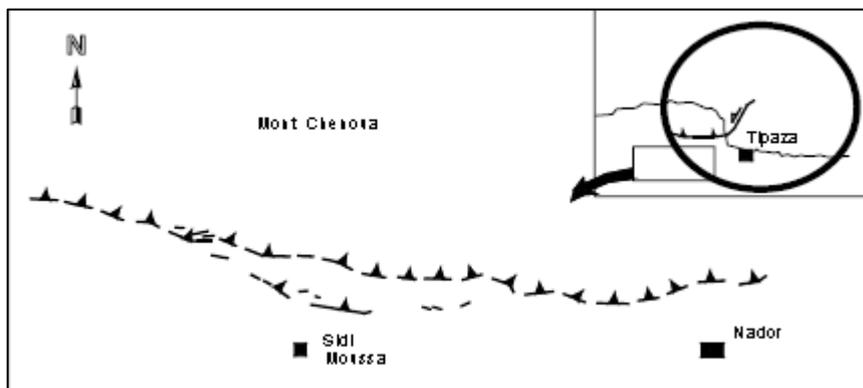
### 1.2.1.3. La faille de la Mitidja :

Il existe enfin d'autres failles actives proches de la capitale algérienne comme la faille sud de la Mitidja. L'analyse du bassin de la Mitidja laisse croire qu'une faille au sud du bassin, miroir de la faille du Sahel, continuerait jusqu'à Boudouaou au SW de Boumerdes. D'après Meghraoui et al., (2004)<sup>28</sup>, la faille qui a joué le 21 mai 2003 au large de Boumerdes, pourrait être une continuation de la faille sud de la Mitidja.

### 1.2.1.4. 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 sub-méridienne en mer.

Figure 7 : Ruptures de surface suite au séisme du Chenoua de 1989. Interprétation Meghraoui 1991

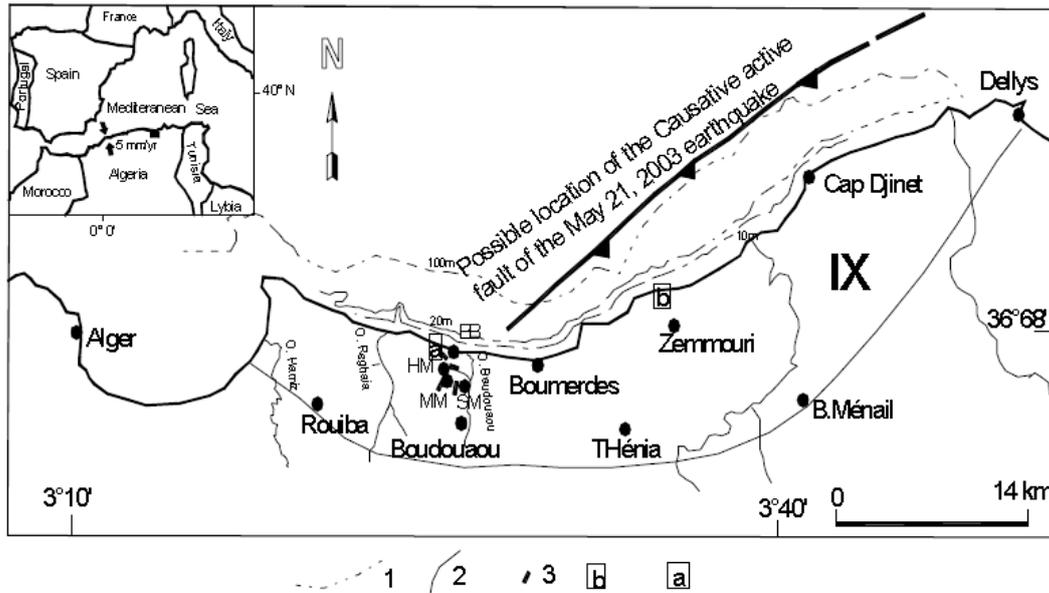


Source : M.H.A.T ; programme d'aménagement côtier, maîtrise de l'urbanisation et de l'artificialisation des sols

### 1.2.1.5. 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 (figures 8). Elle présenterait une direction N 65° (USGS) 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; Bouhadad et al., 2003). Le séisme du 21 mai 2003 a engendré des dégâts considérables dans la région Boumerdes et Alger. La faille de Zemmouri présente un pendage vers le SE dont le mouvement a causé un soulèvement de la côte d'environ 70 cm.

Figure 8 : localisation de la faille de Zemmouri et la zone d'intensité maximale du séisme du 21 mai 2003



Source : M.H.A.T ; programme d'aménagement côtier, maîtrise de l'urbanisation et de l'artificialisation des sols

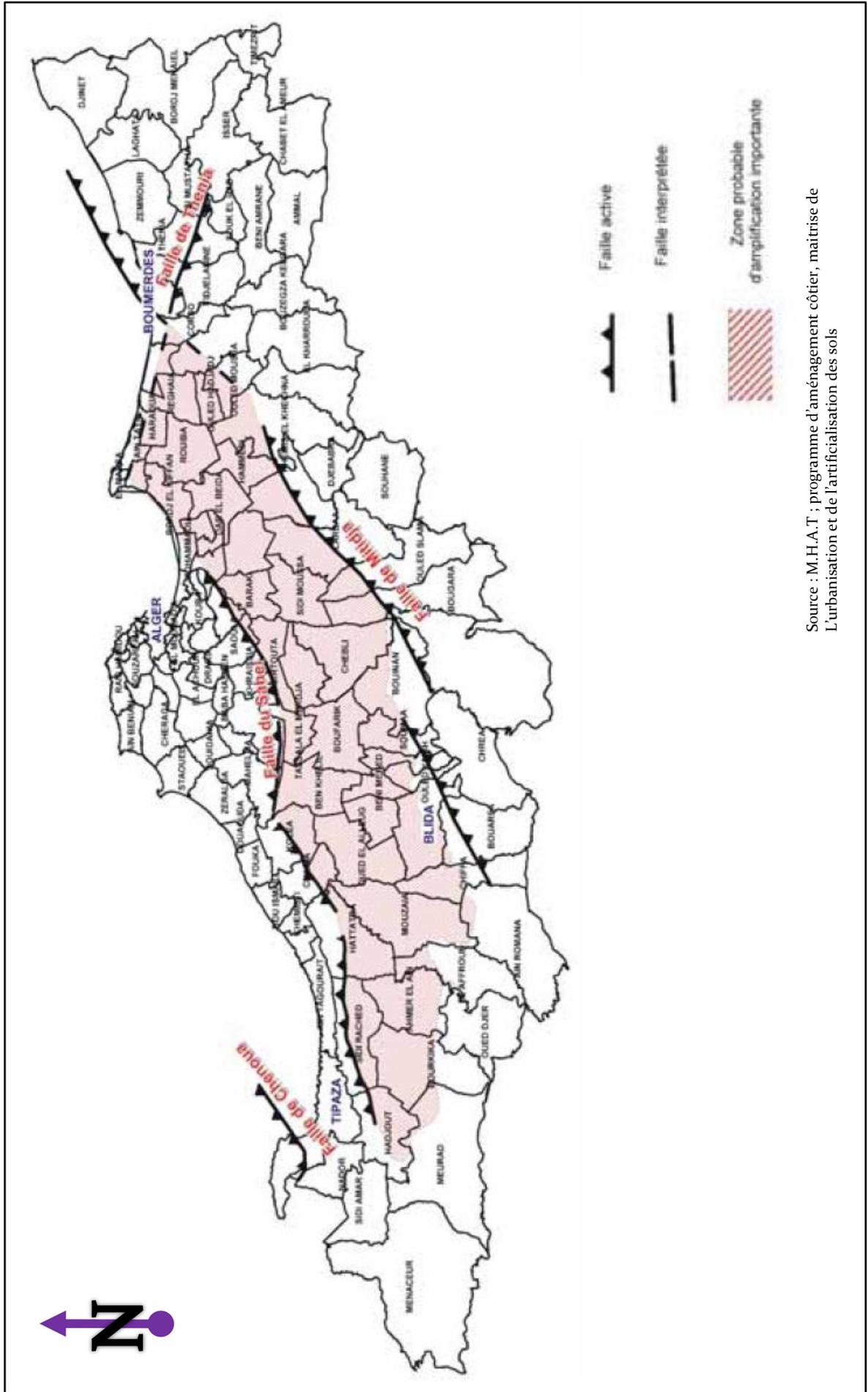
#### 1.2.1.6. La faille supposée en mer « faille de Kheir -Eddine »:

Un certain nombre d'indices plaident en faveur de l'existence de faille potentiellement active en mer, notamment les séismes de Chenoua (89), Aïn Benian (96), Boumerdès (2003) et surtout celui d'Alger en 1365 qui a engendré un tsunami et inondé la partie basse de la ville. Par ailleurs, l'historique de la sismicité en Algérie nous renseigne sur la fréquence de ce phénomène dans la zone d'Alger. En effet, plusieurs séismes majeurs y ont été enregistrés ou décrits. Les plus destructeurs sont ceux d'Alger en 1365, de Blida en 1825 et d'Alger en 1716.

Ceci n'exclue pas les parties Est et Ouest de cette zone, Boumerdès et Tipaza, d'urbanisation relativement récente, durement affectées par les séismes de 2003 et 1989 entraînant la mort de milliers de personnes et des blessés.

Ce-sont là autant de faits qui font que le risque sismique dans le Nord du Pays et particulièrement dans la zone d'Alger, est permanent et menaçant. Le maintien des tendances actuelles dans l'occupation du territoire va se traduire par le renforcement du poids démographique de la zone et par des incidences lourdes de conséquence par rapport au risque sismique.

Carte 17 : les failles sismiques de la zone d'Alger et ses environs



### **1.3. Des évidences d'activités tectoniques flagrantes dans l'Algérois :**

#### **1.3.1. Preuves photogéologiques et hydrographiques :**

L'analyse des photos aériennes montre l'existence d'une faille appelée faille de Thenia. Cette faille est rectiligne et se suit sur 8 km environ. Elle affecte le flanc sud du massif de Thenia.

Au contact de cette faille, le réseau hydrographique est marqué par de petits cours d'eau perpendiculaires à la faille. Au contact de celle-ci, certains de ces cours, sont également déviés vers le SE.

Ces anomalies du réseau hydrographique suggèrent que la faille de Thenia, orientée N120°, présente des mouvements récents en décro-chevauchement dextre.

Plus au NW, dans la région de Boumerdès (anciennement Rocher noir), la faille est moins marquée et se prolonge en direction NW vers Boumerdès. À l'Ouest de Boumerdès, elle affecte des niveaux de sables rouges d'âge probable Villafranchien (M.H.A.T 2004)<sup>29</sup>.

#### **1.3.2. Aspects morphologiques :**

##### **1.3.2.1. L'escarpement d'Aïn Taya-Boumerdes :**

Plus à l'Ouest, au-delà de Boumerdes, les cartes géologiques et topographiques montrent que les niveaux géologiques récents (Pliocène marneux et les terrasses marines Quaternaires qui le surmonte) sont affectés par un escarpement topographique orienté N120°, de 50 m d'altitude moyenne. Cet escarpement est bien marqué sur la route entre Rouiba et Aïn Taya, au niveau d'Ouled Mâamar et Heuraoua (M.H.A.T 2004)<sup>30</sup>.

##### **1.3.2.2. La paléovallée abandonnée de l'oued Isser et le canyon d'Alger :**

Pour mettre en évidence la topographie de l'environnement de cette faille, un MNT (onshore et offshore) a été réalisé. Ce MNT et la carte du réseau hydrographique montrent que l'oued Isser forme le trait dominant de la morphologie de cette région. Cet oued qui s'écoule en direction S-N de Beni Amrane à Sidi Ali Messaoud est dévié vers l'Est en direction de Si Mustapha et Isser.

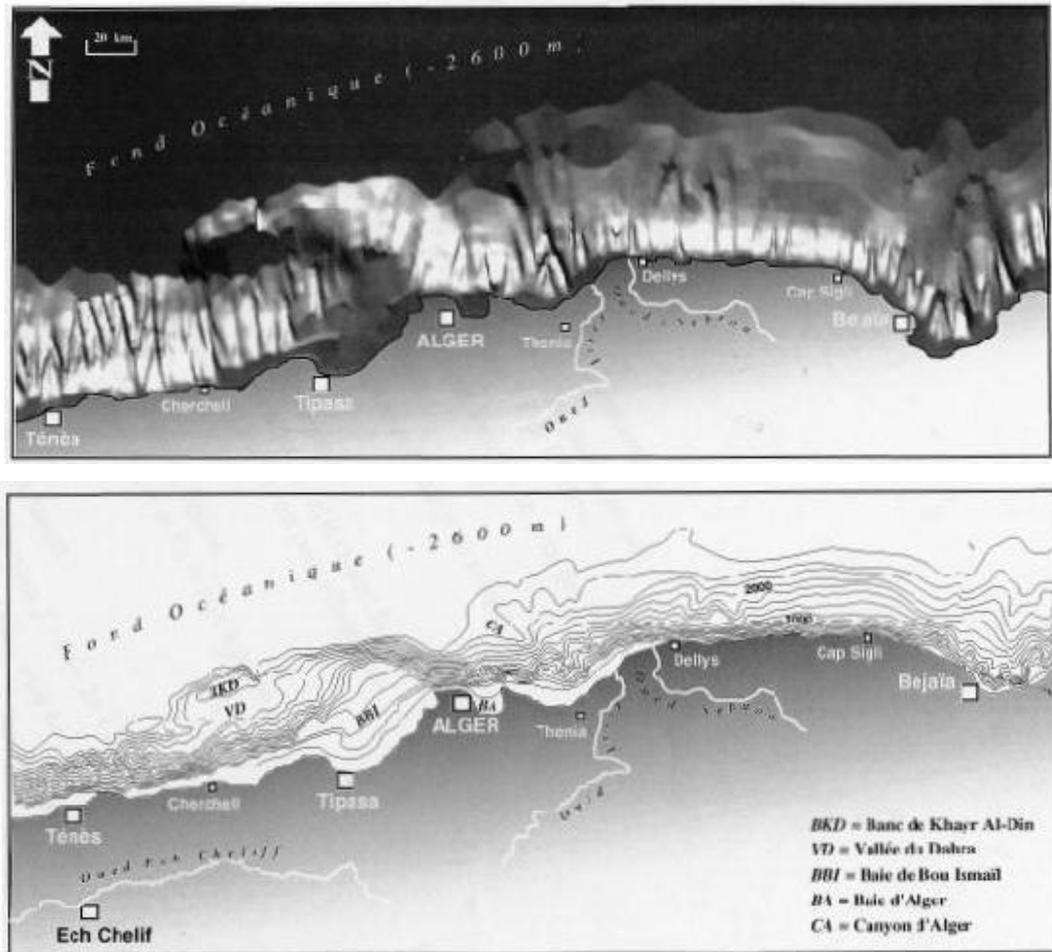
Au Nord de Sidi Ali Messaoud, en direction de Zemmouri, une importante vallée perchée à 120 m orientée N-S, de 10 km de long et de 500 m de large, marque également cette région. Le lit actuel de cet oued qui s'encaisse dans cette large vallée montre un faible débit. Au nord de cette embouchure, la carte bathymétrique internationale de la Méditerranée (Commission Océanographique Intergouvernementale, 1981) a permis de mettre en évidence un important canyon sous-marin appelé canyon d'Alger.

### 1.3.2.3. Les terrasses marines et les terrasses alluviales de l'oued Isser :

La carte géologique (Ficheur, 1890) et les travaux de Chemlal (1983) mentionnent l'existence de :

- de sept terrasses alluviales (T<sub>1</sub> à T<sub>7</sub>) de l'oued Isser. (M.H.A.T 2004)<sup>31</sup>

Figure 9 : Bathymétrie<sup>i</sup> de la région d'Alger



Source : M.H.A.T (2003) : rapport Risque sismique et redéploiement des activités et de l'urbanisation

- La terrasse alluviale (ancien lit de l'oued Isser) la plus ancienne forme le plateau de Ouled El Borr. Elle est, actuellement, soulevée à plus de 200 m d'altitude. La terrasse la plus récente serait l'actuel lit de l'oued Isser.
- de quatre niveaux de terrasses marines le long de la côte. La plage actuelle et la plus ancienne plage actuellement soulevée (105 m d'altitude). Il faut noter que lors du séisme du 21 mai 2003 la terrasse marine actuelle (plage) s'est soulevée de 50 cm environ.

Toutes les observations montrent que l'activité tectonique de la faille de Thenia et celle de Zemmouri (en mer) a été à l'origine de la morphologie actuelle de cette région. Cette morphologie a été acquise selon un processus tectonique qui a évolué rapidement pendant le Quaternaire et qui continue plus lentement à l'heure actuelle.

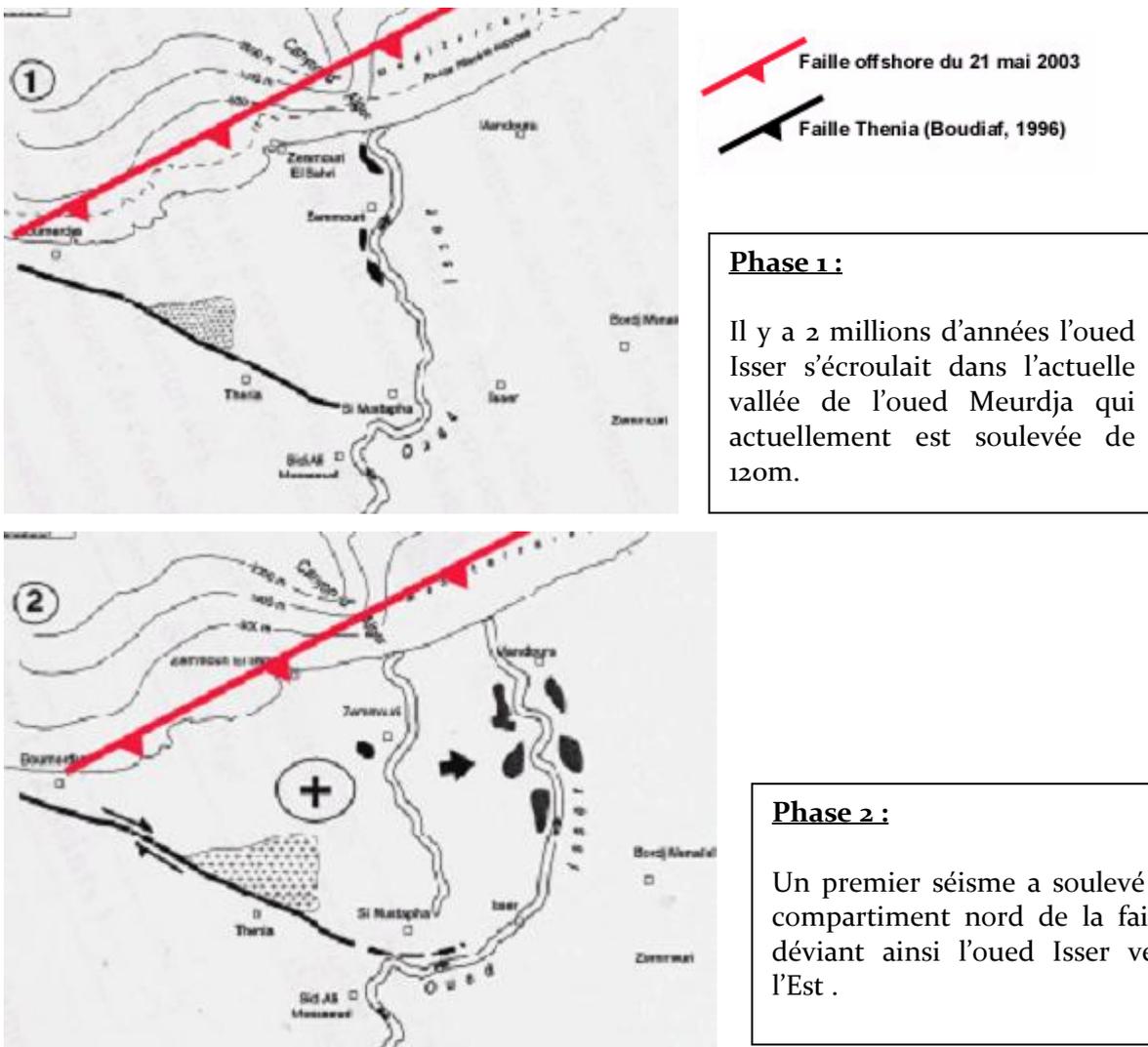
<sup>i</sup> **Bathymétrie** : Mesure, par sondage, des profondeurs d'eau et traitement des données correspondantes

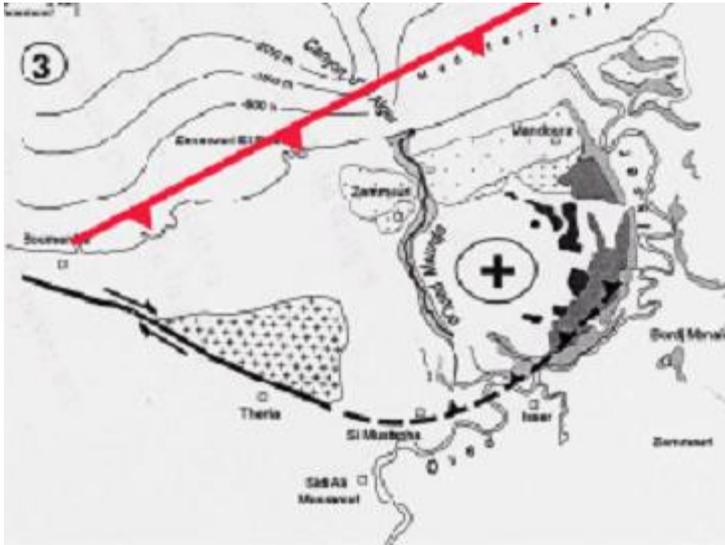
**Phase 1 :** L'oued Isser, qui s'écoulait dans son cours supérieur, depuis Souk El Had jusqu'à Zemmouri, selon une direction NS se jetait à la mer au niveau de l'actuelle embouchure de l'oued Meurdja (Est de Zemmouri). La terrasse T1 de Ouled Borr ne serait qu'un lambeau conservé de l'ancien lit de cet oued.

**Phase 2 :** Suite à un soulèvement rapide et brusque et à une croissance de la faille vers le SE, l'oued Isser subit une déviation vers l'Est en direction de Si Mustapha. Il abandonne, son ancien cours et reprend une direction qui correspond à l'actuel alignement des terrasses T2.

**Phase 3 :** Suite à un autre mouvement de soulèvement, l'oued abandonne de nouveau son ancien lit correspondant aux terrasses T2. Il creuse à nouveau un autre lit et l'on assiste au dépôt de la terrasse T3. Ces mouvements de soulèvements et de déviations vers l'Est du lit de l'oued, se sont répétés autant de fois que l'on a de terrasses.

Figure 10 : Evolution de la faille de thenia (Boudiaf, 1996) et mise en évidence de la faille offshore (séisme du 21/05/2003) de Zemmouri





### Phase 3 :

Depuis deux millions d'années, au moins, six évènements sismiques majeurs ont façonné la morphologie de la région est Algéroise .

Source : Ministère de l'habitat et l'aménagement du territoire (2004)  
rapport Risque sismique et redéploiement des activités et de l'urbanisation

La faille de Thenia, qui se poursuit sur 8 km au niveau du massif de Thenia voit ses extrémités SE et NW moins marquées dans la morphologie. Son prolongement au Nord-Ouest de Thenia, en direction de Bordj El Bahri se caractérise par un escarpement orienté  $N120^\circ$ . Ce dernier montre des reliefs plio-quadernaires de 50 m d'altitude en moyenne, dominant la plaine de la Mitidja dont ils forment avec la faille de Thenia la terminaison orientale.

Au SE de Thenia, la défluviation de l'oued Isser au niveau de l'extrémité orientale de la faille et l'existence de la paléovallée de l'oued Meurdja, montre que cette faille a été à l'origine d'un soulèvement. Le canyon sous-marin appelé "canyon d'Alger" qui existe au-delà de l'embouchure de l'actuel oued Meurdja est disproportionné par rapport au bassin versant et au débit actuel de cette rivière et doit correspondre à un canyon qui aurait fonctionné, alors que l'oued Isser se jetait à la mer dans cette embouchure. Plus à l'Est du coude de déviation, l'existence de terrasses alluviales étagées suggère que cette faille a continué sa croissance vers l'Est. Les serrages N-S qui affectent les terrasses marines et alluviales, sont cohérents avec le champ de contrainte actuel orienté NNW-SSE (reconnu par Philip et Thomas, 1977; Philip et Meghraoui, 1983<sup>32</sup>). Nous avons alors, à partir des terrasses T<sub>2</sub>, estimé les taux de soulèvement qui sont de l'ordre de 0,15 mm/an.

Le séisme du 21 mai 2003 a démontré que la faille de Thenia était, en fait la branche secondaire, d'une faille majeure offshore, d'orientation  $N20^\circ$  et dont la longueur totale serait de 30 km. Cette faille affecterait profondément le socle et aurait une profondeur de 10 km environ. Dans la région de Thenia, bien que les conditions géologiques et tectoniques soient différentes de celles de Chlef, nous pensons que le processus de croissance de la faille, s'est fait selon le même schéma. C'est à dire, une

croissance de faille consécutive à de forts séismes ( $M_s \geq 6.0$ ) et ce, depuis au moins 2 millions d'années.

a. Estimation de la magnitude :

L'estimation de la magnitude (voir annexe 1 : le séisme, la magnitude sismique) maximale que peut générer cette faille peut être estimée si l'on connaît les paramètres géométriques de la faille tels que la longueur totale de la faille et sa largeur.

La longueur totale de 35 km et la profondeur moyenne de 15 km environ ont permis d'estimer la magnitude maximale probable que pourrait générer la faille de Thenia-Boumerdes. Elle serait de  $6.45 < M < 7.35$  (M.H.A.T 2004)<sup>33</sup>.

Quel a été le rôle de cette faille dans l'histoire sismique de la région d'Alger? Le séisme du 02 janvier 1365, qui avait été suivi par un important raz de marée pourrait être mis en relation avec cette faille. D'ailleurs, le séisme de la baie Alger de 1961, laisse supposer que la faille se prolonge en mer et qu'elle serait à l'origine de la sismicité en mer au Nord d'Alger.

**1.3.3. Etat des connaissances actuelles :**

Les travaux tectoniques et géophysiques concernant la marge algérienne ont, en général, été intégrés dans des études régionales ou mondiales portant sur l'ensemble de la Méditerranée (Bayer, 1974; Bousquet et Philip, 1975; Auzende, 1978 ; UNESCO, 1981). Sur la base de travaux géophysiques et bathymétriques, El Robrini (1986)<sup>34</sup> a montré que les accidents NE-SW et NW-SE observés sur le continent se prolongeaient en mer. Il a posé également le problème des glissements sous-marins induits par les séismes d'El Asnam en 1954 et en 1980 (El Robrini et al., 1985)<sup>35</sup>. Il décrit un escarpement  $N120^\circ$  au large de Cherchell-Tipasa (banc de Khayr Al-Din) et ne le rattache à aucun accident actif connu sur le continent.

Pour rappel, les séismes localisés en mer depuis les années 1960 par le réseau sismologique du CRAAG n'ont jamais été associés à un accident sous-marin connu. Le séisme d'Alger de 1365 a été suivi par un important raz-de-marée, ce qui laisse supposer l'existence d'une importante activité tectonique et sismique associée à la marge. D'autres épïcêtres ont été localisés en mer au nord de Cherchell-Tipasa, Alger, Dellys et Azzefoun.

En 1989, le séisme de Tipasa a été associé à une faille inverse orientée NE-SW présentant un pendage de  $45$  à  $60^\circ$  vers le NW. Cette faille a été localisée essentiellement en mer, au nord de Tipasa. Le 21 mai 2003, la faille de Thenia-Zemmouri, nouvelle source sismogène sous-marine, vient encore

endeuiller une nouvelle fois le pays. Sur la base de toutes ces constatations, il se pose alors la question suivante :

- **les glissements de terrain sous-marins observés dans la baie d'Alger lors du séisme d'El Asnam du 10 octobre 1980 et du séisme de Thenia-Zemmouri du 21 mai 2003 ont-ils été induits par le mouvement vibratoire sismique ou bien sont-ils liés à la réactivation d'une faille sous-marine au nord d'Alger?**

### 1.3.3.1. Morphologie de la marge méditerranéenne :

En général la marge continentale algérienne est orientée E-W à NE-SW et se caractérise par (CRAAG 2006)<sup>36</sup> :

- une plate-forme étroite de 10 à 13 km,
- un talus continental très redressé (10 à 13%), affecté par des canyons orientés NW-SE (Canyon d'Alger) ou NE-SW (Canyon de Khadra situé au NE de Mostaganem);
- un glacis continental;
- une plaine bathyale, vers 2600 m de profondeur.

### 1.3.3.2. Le canyon d'Alger :

Comme le montre la figure, le canyon d'Alger de direction NW-SE et entaille profondément la pente au large de Zemmouri (nord de Thenia). Il se présente comme un cirque large d'environ 10 km dans lequel plusieurs ravines viennent confluer pour former une importante vallée sous-marine.

En contrebas de cette vallée s'est développé un important cône turbiditique de l'ancien cours de l'oued Isser qui se jetait encore dans ce canyon. Cet oued a été à l'origine du dépôt de ce cône sous-marin. El Robrini (1986)<sup>37</sup> précise que "dans la plupart des cas, les canyons sont situés à l'emplacement de fractures".

### 1.3.3.3. La baie d'Alger :

La baie d'Alger forme un plateau de 12 km de large, présentant une déclivité faible de 1,8%. Ce plateau est délimité à l'Est par de Bordj El Bahri et à l'Ouest par le massif d'Alger. La pente est beaucoup plus importante au droit du prolongement NW de la faille de Thenia.

La sismicité dans cette région est surtout marquée par les séismes du 28 janvier 1961 et celui de Zemmouri du 21 mai 2003. Lors du séisme d'El Asnam d'octobre 1980 le câble téléphonique reliant Alger et Palma de Mallorca (Iles Baléares), s'est rompu dans la baie d'Alger (El Robrini et al., 1985)<sup>38</sup>.

Les câbles reliant Alger-Marseille et Alger-Pise n'ont subi aucun dégât. El Robrini attribue ces endommagements à des courants de turbidité induits par le choc principal du séisme. La vitesse d'écoulement de ce courant localisé uniquement à l'Ouest de la baie, a été estimée à 44 km/h; valeur considérée comme cohérente avec les données moyennes en Méditerranée (Heezen et Ewing, 1955<sup>39</sup>; Genessaux et al., 1980<sup>40</sup>) .

#### **1.3.3.4. L'escarpement de Kheir -Eddine :**

Au Nord de Cherchell le plateau continental est rétréci et les escarpements du talus sont localisés à moins de 2 km de la côte. La pente est plus abrupte et peut atteindre 8%. El Robrini note que dans cette région des falaises sous-marines dominant la plaine ou vallée abyssale du Dahra. Cette vallée orientée E-W est localisée à 2000 m de profondeur.

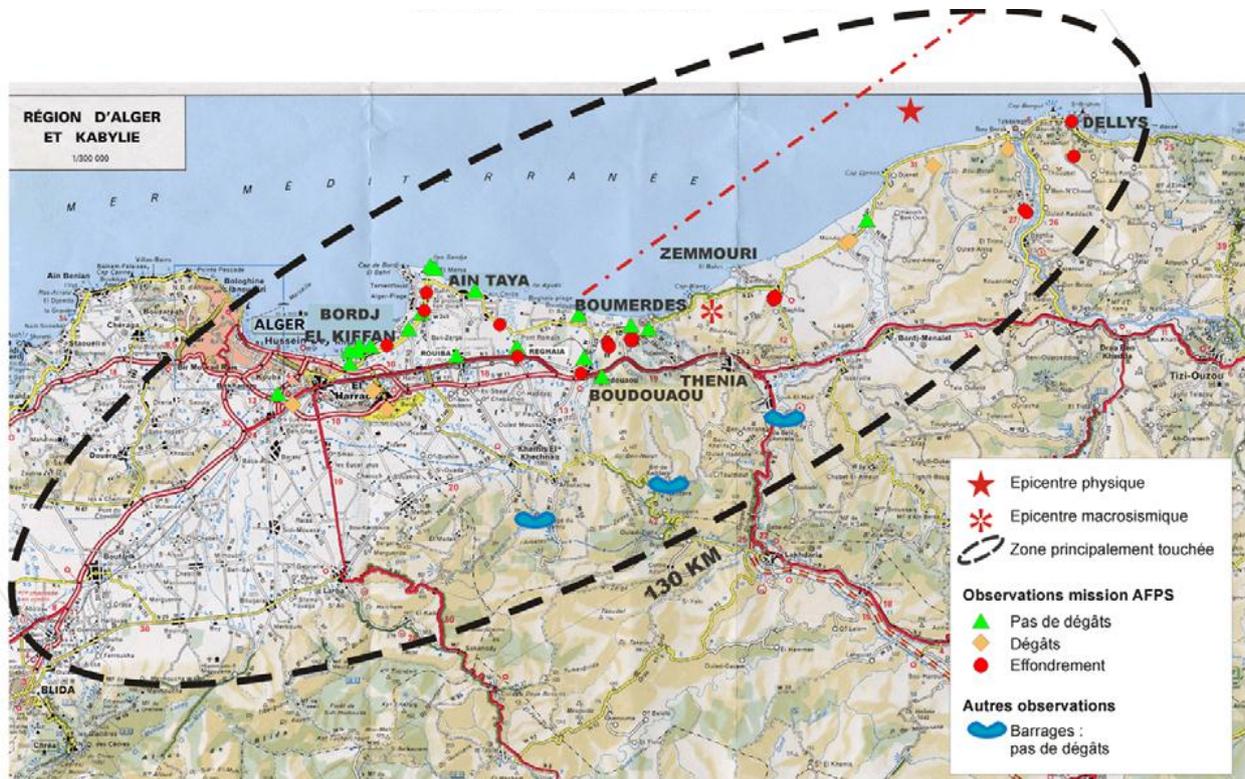
Elle est ouverte vers l'Ouest et présente une longueur estimée à 50 km, alors que sa largeur n'excède pas 20 km. La limite nord de cette vallée est marquée par le banc de Khayr Al-din qui forme un important escarpement de 9.3 % (M.H.A.T. 2004) <sup>41</sup> de déclivité. Ce banc fait partie d'une zone haute qui prolonge vers l'Ouest le massif d'Alger (El Robrini, 1986)<sup>42</sup>.

## 2. Analyse et compréhension du séisme Boumerdes-Alger du 21 mai 2003 :

Chaque évènement a une explication logique et rationnelle, chaque tournant de l'histoire est dû à des causes et des facteurs. L'homme a trop agressé la nature, il l'a trop exploitée à son intérêt égoïste sans la respecter, alors le moment est venu pour quelle reprennent ses droits.

Les enseignements des séismes successifs qu'a connus l'Algérie depuis 1980 et du séisme du 21 mai 2003 à Alger et Boumerdes montrent malheureusement que les prescriptions du cadre réglementaire qui découle du cadre législatif précédent, en matière de construction et de règles para-sismiques, sont fréquemment mal appliquées voir ignorées.

Figure 11 : séisme du 21 mai 2003 Mw= 6.8 Alger -Boumerdes - Dallys



Source : SEISME DE Boumerdes du 21 Mai 2003, synthèse de rapport de la mission AFPS.

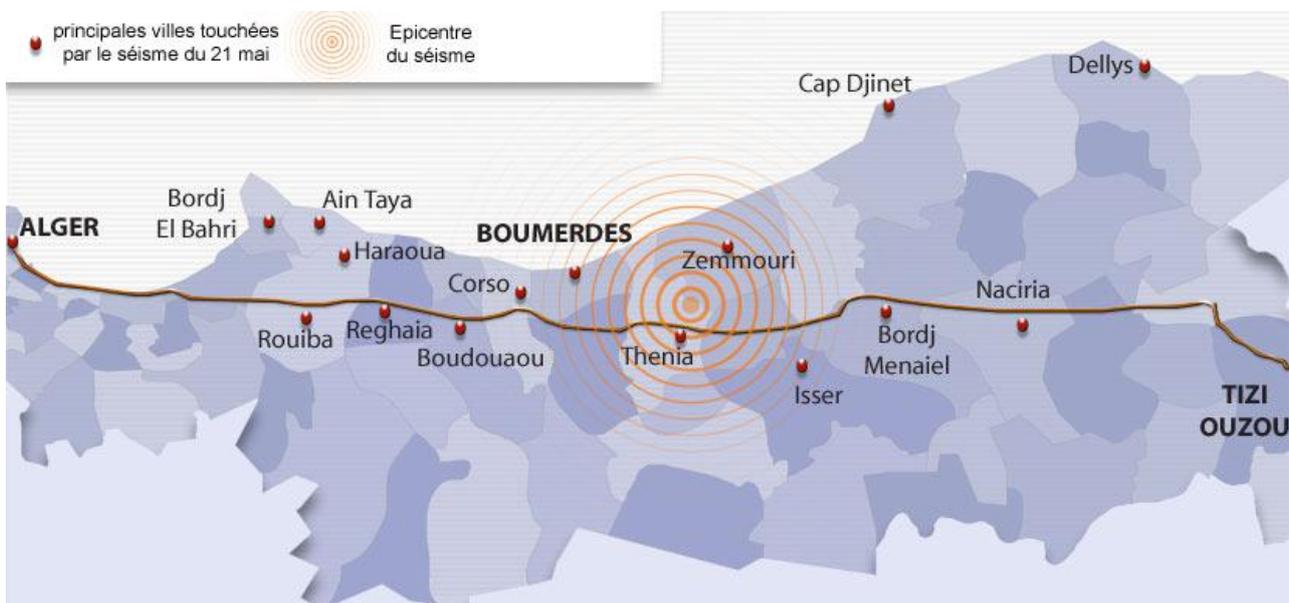
### 2.1. Généralités sur le séisme d'Alger-Boumerdes:

Le Mercredi 21 mai 2003, à 19h 44m 2s (18h 44m 2s, UTC), un tremblement de terre destructif s'est produit dans la région de Boumerdes-Alger affectant une région plutôt peuplée avec une grande densité et industrialisée d'environ 3.500.000 personnes. Il est l'un des événements sismiques

enregistrés les plus forts en Afrique du nord. La profondeur du foyer était environ 10 kilomètres. La magnitude du tremblement de terre a été calculée à  $M = 6.8$ .

L'accélération maximum du sol a été enregistrée à  $0.58g$  à environ 20 kilomètres et  $0.34g$  à environ 60 kilomètres de l'épicentre. L'intensité maximum atteinte a été évaluée à  $I=X$  (MSK) à Zemmouri, Boumerdes, Bordj-EL-Bahri et Dellys. Le Wilaya de Boumerdes, y compris la ville côtière de Boumerdes et la partie orientale de la ville d'Alger (Capitale de l'Algérie) étaient les plus affectées par le tremblement de terre. On a observé des dommages dans la plupart des villes et villages le long de la côte d'Alger à Dellys, une distance d'environ 150 kilomètres long et de 40 kilomètres de large. L'épicentre a été situé à  $36.89N-3.78E$ , environ 10km en mer de la localité de Zemmouri dans le Wilaya de Boumerdes qui est à environ 50 kilomètres à l'est de la ville d'Alger (AFPS 2003) <sup>43</sup>.

Figure 12 : Les principales villes touchées par le séisme du 21 Mai 2003



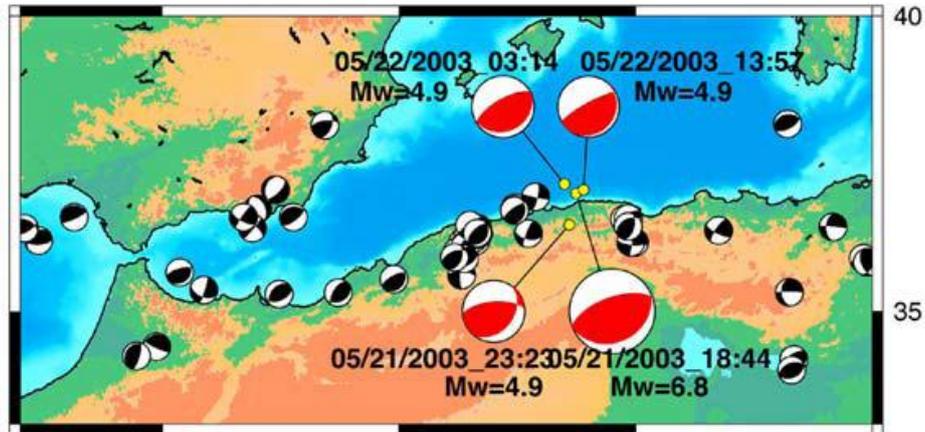
Source : <http://www.algeria-interface.com/new/rubriques/french/seisme.htm>

Ce tremblement de terre a eu de grands impacts socio-économique et psychologique sur la région. La liquéfaction, les chutes répandues de roches, éboulements de terrain, fissures à la surface de la terre et écartant latéral ont été rapportés dans la région de Zemmouri. Le tremblement de terre a déclenché un petit tsunami, qui a été observé sur les côtes sud des îles Baléares (Espagne). Il a été reporté une retraite des eaux de la mer dans des zones côtières d'Alger et de Boumerdes d'environ 200 mètres. Les pêcheurs dans le port de Zemmouri-EL-Bahri dans la région épicentrale ont reporté que la profondeur de l'eau dans le port a chuté à moins d'un mètre et plusieurs bateaux de pêche ont fini au fond de la mer avant que l'eau soit revenue à sa position originale.

### 2.1.1. Les répliques du séisme:

Le séisme du 21 mai 2003 a été suivi durant le premier mois de plus de 240 répliques, la plus forte atteignant une magnitude de **5.8**. Les mécanismes au foyer de ces répliques sont cohérentes avec celui déterminé pour le choc principal : faille de type inverse d'orientation NNE-SSW (AFPS 2003) <sup>44</sup>.

Carte 18 : Localisation des premières répliques du séisme du 21 mai 2003



Source : SEISME DE Boumerdes du 21 Mai 2003, synthèse de rapport de la mission AFPS.

Selon le CRAAG, 5 répliques de magnitude supérieure à **5,0** ont été ressenties dans l'Algérois dans la semaine qui a suivi le choc principal. Ces répliques ont maintenu un état de panique parmi la population et ont provoqué la destruction de bâtiments, notamment à Rouiba. Ces bâtiments, fragilisés par le séisme du 21 mai 2003 ont fait des victimes supplémentaire.

### 2.1.2. Les victimes et les dommages causés par le séisme :

Le choc principal -qui a duré environ **40** sec et les deux plus grandes répliques sismiques (tous les deux ayant atteint une magnitude **M 5.8** les 27 et 29 mai 2003) ont causé la perte de **2 278** vies humaines, blessant plus de **11 450**, faisant approximativement **1 240** disparus et **182 000** sans-abris ; ils ont détruit ou ont sérieusement endommagé au moins **200 000** unités d'habitation et environ **6 000** bâtiments publics dans cinq provinces (wilayas). L'ampleur de l'impact socio-économique de cet événement a confirmé que les bâtiments algériens sont fortement vulnérables à la répétition des tremblements de terre destructifs. L'évaluation du coût économique du tremblement de terre a officiellement atteint U.S. \$ **5 milliards**. Le tremblement de terre a arrêté le fonctionnement de 400 à 500 usines industrielles dans la zone épiscopentrale qui a causé la perte de **30.000 à 40.000** postes d'emploi (BENOUAR. D. 2005) <sup>45</sup>.

Le bilan officiel, des victimes est le suivant (au 17 juin 2003) (AFPS 2003) <sup>46</sup> :

Tableau 9 : Victimes par ville

Villes	Personnes décédées	Personnes blessées
Boumerdès	1381	3442
Alger	883	6787
Tizi-Ouzou	7	261
Bouira	2	127
Bejaia	2	3
Blida	2	709
Médea	0	121
Total	2277	11450

Source : SEISME DE Boumerdes du 21 Mai 2003, synthèse de rapport de la mission AFPS.

## **2.2. Conséquences du séisme :**

Ces événements sismiques ont détruit ou sérieusement endommagé au moins 128.000 unités d'habitation distribuées comme suit : Alger (78 000), Boumerdes (34 000), Tizo Ouzou (7 000), Bouira (4 300), Blida (2 500), Tipaza (1 700), Béjaia (850) et Médéa (150) dans huit provinces. L'ampleur des impacts socio-économiques de ces événements a confirmé que les constructions algériennes sont très vulnérables à la répétition des tremblements de terre destructifs. L'intensité maximale atteinte est évaluée à  $I_0 = X$  (Echelle MSK) à Zemmouri, Boumerdes, Corso, Thenia, Reghaia, Boudouaou, Bordj-EL-Bahri et à BordjEL-Kiffan.

### **2.2.1. Effets de site et effets induits :**

Les effets de sites sont des effets directs souvent responsables de dégâts majeurs lors de tremblement de Terre. Ceux-ci sont de deux types. On distingue les effets géologiques, liés à la nature des sols, des effets topographiques, liés à la géométrie de la géographie locale.

Au-delà des effets directs, les séismes peuvent induire des mouvements de terrain et des phénomènes de liquéfaction, dont les conséquences peuvent s'avérer particulièrement dommageables. Ces effets induits ont été relativement limités lors du séisme de Boumerdès du 21 mai 2003. En effet, aucun dommage particulier n'a pu être directement mis en relation avec ce type d'effet.

### 2.2.1.1. La liquéfaction des sols :

Lors de tremblement de terre majeur, des dommages importants sont liés au phénomène de liquéfaction des sols sableux, de faible cohésion et saturés en eau. Les glissements latéraux de sols légèrement inclinés entraînant des déplacements horizontaux pouvant atteindre plusieurs mètres, sont un phénomène courant.

**Photo 2 : Phénomène de liquéfaction observé lors du séisme Zemmouri 2003.**



Source : CGS(2003) / le séisme de Zemmouri de 2003

Des preuves de liquéfaction ont été observées. Elles se localisent dans les oueds et affectent principalement les abords de l'oued Isser, situé à une cinquantaine de kilomètres à l'est d'Alger (CGS 2003)<sup>47</sup>. Il s'agit pour la plupart de phénomènes de glissement latéral. Ce phénomène se traduit par un déplacement horizontal des terrains avec apparition de larges fractures émissives, plurimétriques et parallèles au cours d'eau. Ces fractures affectent une zone large de plusieurs dizaines de mètres et le déplacement total a atteint plus de 3 mètres. On observe au fond des ouvertures de la boue. Des éjections de matière au travers de fissuration ont également été observées dans un champ en labour au voisinage immédiat de l'oued(CGS 2003)<sup>48</sup>.

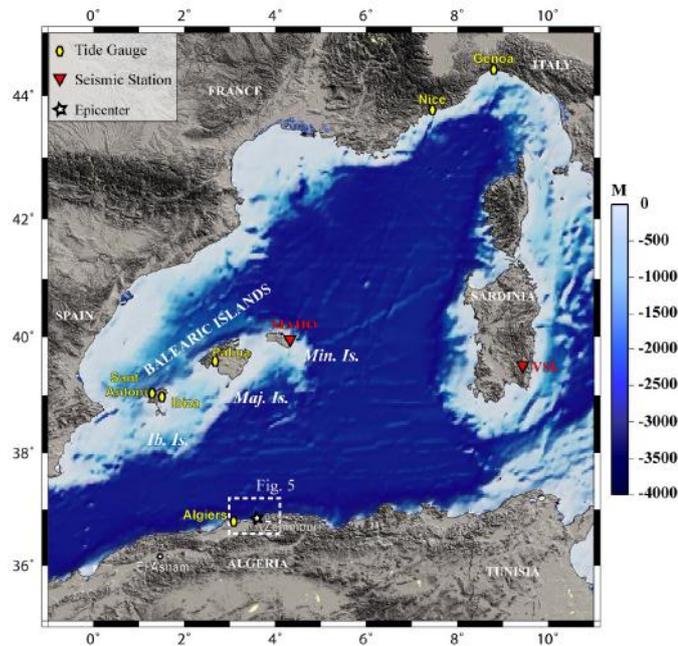
### 2.2.1.2. Soulèvement visible du littoral et tsunami :

De nombreux témoignages rapportent un soulèvement de la côte se traduisant par le retrait de la mer sur près de 200 m simultanément au séisme. Le retour de la mer se serait fait progressivement pendant près de 5 heures. Cependant, le niveau de la mer n'aurait pas retrouvé son niveau initial laissant des rochers hors de l'eau.

D'autre part un tsunami a affecté les ports situés au sud des îles des Baléares, à **200 km** au Nord de l'Algérie (ALASSET. P.J 2005)<sup>49</sup>, coulant des navires de pêches modestes et quelques yacht de plus grande envergure. Des témoins ont rapporté avoir vu des vagues de près de **2 m** déferlées dans les ports de Majorque, Minorque et Ibiza. La période de ces vagues serait de l'ordre d'une dizaine de

minutes. Des données de marégraphe sont disponibles à Palma de Majorque (H. Hébert, CEA/LDG) montrant une amplitude maximale de **1.2 m** (H. Hébert, CEA/LDG).

**Carte 19: région ouest de la méditerranée avec la localisation de l'épicentre**



Source : Pierre-Jean ALASSET(2005) : Sismotectonique et identification des sources sismiques en domaine à déformation lente , THÈSE de doctorat , l'Université Louis Pasteur - Strasbourg I

Cet évènement a directement suivi le choc principal et pourrait être lié à un glissement de terrain de grande ampleur mobilisant des dépôts sédimentaires très récents de la marge algérienne. Ce glissement aurait pu ainsi sectionner les câbles de télécommunication reliant l'Afrique du nord à l'Europe (AFPS 2003)<sup>50</sup>.

**Photo 3 : Bandes blanches visible sur les roches due à la montée des eaux lors du séisme de Boumerdes**



Source : Pierre-Jean ALASSET(2005) : Sismotectonique et identification des sources sismiques en domaine à déformation lente , THÈSE de doctorat , l'Université Louis Pasteur - Strasbourg I

### **2.2.2. Les effets du séisme sur les constructions :**

Un séisme destructeur est souvent celui qui affecte une zone fortement urbanisée causant d'énormes dégâts affectant en 1<sup>er</sup> lieu les constructions. Les conséquences du séisme d'Alger-Boumerdès sur les constructions étaient surprenante, c'est la première fois que des bâtiments de quatre voir cinq niveaux se sont effondrés en mille-feuilles.

**Photo 4 : Effondrement total d'un bâtiment de 6 étages.**

L'effondrement en millefeuilles des immeubles a prouvé que les normes para-sismiques étaient une notion totalement étrange. Ni les particuliers et encore moins les pouvoirs publics n'ont construit de manière à ce que les bâtisses résistent aux séismes. Même si les spécialistes ont fini par reconnaître que la législation de l'époque n'était pas parfaite, cependant des textes existaient, réglementant l'acte de bâtir.



Source : protection civile d'Alger

**Photo 5 : Détail d'un mille feuilles à Boumerdès**



Source : Photo : Guy Besacier,

**Photo 6 : Autres dégâts à Boumerdès**



Source : Photo : Guy Besacier,

### **2.2.3. L'impact psychologique du séisme sur la population :**

« On est content de vous voir parmi nous ! » (El WATAN 2003)<sup>51</sup> Voilà la réaction de la population lors de l'arrivée des équipes de soutien psychologique. Une population touchée par plusieurs traumatismes consécutifs. « *Le traumatisme subi par le séisme avait libéré, chez de nombreuses personnes venues en consultation la parole sur un autre traumatisme, celui du terrorisme. Beaucoup d'entre elles avaient ressenti la secousse du 21 mai comme l'explosion d'une bombe.* » (TIGZIRI .M 2005)<sup>52</sup>

Pour le professeur Tidjiza, psychiatre et chef à l'hôpital Drid Hocine, à Alger : l'apocalypse vécue par de nombreux individus, ce jour-là, a provoqué un sentiment d'insécurité, de peur et un manque de confiance. Les comportements psycho-émotionnels observés chez les individus se manifestent par des réactions émotionnelles éphémères, sans séquelles (état de stupeur, agitation désordonnée, conduite suicidaire), réaction névrotiques durables (syndrome de répétition, état hystérique, état anxieux), réaction psychotique grave (réactions confusionnelles, bouffées délirantes) et enfin les comportements collectifs représentés par les réactions de panique et d'exode.

Certainement toutes ces réactions et symptômes sont le résultat de la non-préparation du pays à de telles catastrophes et la conséquence d'ignorance de la population aux dangers auquel est exposée. En effet seulement 15% des individus ont conservé leur sang-froid, alors que 15% autres présentaient des réactions pathologiques avérées et 70% restants présentaient un certain degré de sidération<sup>ii</sup> émotionnelle et de perte de l'initiative souligne le **professeur. Tidjiza**. Cependant, il est temps que la population prenne conscience des risques qu'il la menace et se penche vers une action préventive des risques.

### **2.3. Gestion de la crise :**

La rapidité d'intervention ou d'évolution dans un quartier sinistré paraît être une condition essentielle. Or, en examinant les problèmes qui se sont posés lors du séisme du 21/05/2003, on constate que ce facteur n'a pas joué un grand rôle. Les cités où ont eu lieu des écroulements d'immeubles étaient largement desservies.

Cette remarque n'est pas pour minimiser le problème de l'intervention rapide mais, pour la relativiser et attirer l'attention sur un fait qu'un quartier urbain se compose d'un ensemble d'espaces qui doivent s'équilibrer. Il faut concilier les espaces composant un tissu urbain de qualité : espaces piétonniers (cheminements, places, placettes, aires de jeux et de repos), verdure (espaces boisés, jardins publics) et circulation automobile (accès, parkings, axes d'intervention des services de protection civile ou autres).

#### **2.3.1. Gestion des secours :**

Plusieurs facteurs expliquent le type de gestion de crise mené. La minoration scientifique de la magnitude a conduit à la sous-estimation du séisme relève le **Capitaine Chergui**<sup>iii</sup>. Estimée à une magnitude de 5.2, le temps d'annonce officiel a été jugé trop long. Les cadres publics n'ont pas immédiatement pu prendre conscience de l'ampleur des dégâts et ne se sont que progressivement

<sup>ii</sup> **Sidération** : Anéantissement subit des forces vitales, se traduisant par un arrêt de la respiration et un état de mort apparente.

<sup>iii</sup> **Capitaine Chergui** : Responsable du service des risques sismiques majeurs à la protection civile d'Alger, Hydra Parado.

mobilisés dans la soirée. Une polémique sur la magnitude est apparue dans les jours qui ont suivi, du fait notamment de la diffusion d'informations scientifiques étrangères différentes facilitée par l'importance d'écoute des chaînes-satellite. Une autre conséquence négative de la sous-estimation du séisme est la lenteur du déclenchement du plan ORSEC qui, selon le responsable des risques sismiques majeur, serait mobilisable à partir d'une magnitude de 5.5. Le déploiement nocturne des secours a été difficile et le sous-équipement technique des services de protection civile s'est rajouté au fait que les services publics de zone épiscopale (Zemmouri) soient détruits (en état à Boumerdès).

L'action sur le terrain est montée en puissance avec la prise de conscience de l'étendue de la zone sinistrée, notamment grâce à la multiplication des secours venus du pays entier et, au bout de quelques jours, des secours internationaux. Ce n'est qu'au bout du troisième jour que des sites « isolés » ont pu être identifiés. De grandes difficultés à organiser l'acheminement de matériel de secours et des tentes ont été notées, du fait aussi de la non-disponibilité du matériel ou de son insuffisance numérique.

Une surveillance policière et militaire très stricte a été organisée contre les pillages. La convergence des secours vers les zones sinistrées a eu lieu immédiatement. La mobilisation de l'armée s'est faite le soir même. Elle a pris en charge les secours et l'aide aux sinistrés : installation d'hôpitaux, aménagement de camps. L'élan de solidarité populaire a concerné aussi bien des dons, que des actes de sauvetage ou l'implication dans le relogement des sinistrés.

### **2.3.2. La mobilisation sociale :**

La mobilisation au niveau local a été très forte, tant dans la première phase de secours que dans la phase de réorganisation sociale. L'étendue de la zone affectée n'a pas permis un déploiement immédiat efficace des services d'intervention d'urgence. Les sauvetages de proximité ont donc été pris en charge, comme cela s'observe classiquement, par les sinistrés eux-mêmes. Participant d'une volonté de solidarité, les déblaiements de personnes ensevelies ont parfois conduit à des drames. Un nombre important, non recensé par les services sanitaires, de rescapés est décédé par suite du crush syndrome dans les hôpitaux. L'absence de formation aux gestes de premiers secours est unanimement considérée comme un manque voir une défaillance.

Localement, les sinistrés se sont organisés pour prendre en charge le relogement de fortune. Dès le soir du séisme, dans les quartiers détruits, les personnes peu affectées ont mis à disposition des couvertures et des vivres. Une réorganisation spontanée, prenant l'allure d'une cellule de crise s'est mise en place, avec la prise en charge du sauvetage des personnes, la surveillance des enfants, la collecte de vêtements et nourriture. Très rapidement, dès le lendemain, les quartiers sinistrés ont vu

affluer des personnes venues aider leurs proches, se déplaçant spontanément pour offrir leur aide mais, aussi des associations proposant de coordonner et structurer la réorganisation des quartiers. Fédérant les forces, ces associations ont été bien accueillies, même si leur visée politique est identifiée. De fait, la réorganisation sociale informelle a bien fonctionné et s'est, d'une certaine manière, substituée à l'action des services de l'Etat, notamment grâce à la réactivité et l'énergie déployée par les sinistrés et leurs voisins. En revanche, il semble que cette prise en charge locale ait été favorisée par la mixité des dégâts. A Corso notamment, l'effondrement total d'immeuble contrastait avec des maisons qui n'avaient pratiquement pas souffert. Un dynamisme a pu ainsi être créé entre personnes sinistrées. Dans les zones totalement détruites, comme à Zemmouri, où ne subsistent ni habitat, ni petit commerce de proximité, la vie sociale apparaît comme paralysée. Les perspectives temporelles semblent être bloquées. Les premières actions de restauration, à savoir le déblaiement des décombres ne peuvent être assumées par les sinistrés ; ils ne peuvent non plus s'investir dans leur activité professionnelle, elle-même aussi atteinte par le séisme. Après les tentatives de sauvetage, les sinistrés sont dans l'expectative et leur énergie n'a plus d'exutoire. Ainsi, après un réflexe de solidarité spontanée, la mobilisation pour le maintien du bien public est parfois faible, par exemple lorsque des bénévoles japonais ramassent les détritiques pour éviter l'occlusion d'un fossé et que cinquante personnes les regardent sans comprendre l'importance de leur geste.

### **2.3.3. Relogement des sinistrés après la catastrophe :**

#### **2.3.3.1. Première phase : « les tentes »**

Au lendemain du séisme une bonne partie des rescapés de la catastrophe ont perdu leurs maisons et devenu du jour au lendemain des sans-abris. Les autorités ont planifié et installé les premiers camps des sinistrés, composés de tentes en toile. Mais malheureusement un manque de ces derniers est à indiquer. Il a fallu attendre l'arrivée des secours de la Croix Rouge et autres, pour combler ce vide dont le processus de ces dernières a commencé

D'établir les "*camps de toiles*" officiels environ une semaine après le tremblement de terre.

Les conditions de vie dans ces lieux étaient comparables à la demeure précaire avec un manque d'intimité et des conditions minimum d'hygiène. Cela est dû au manque d'approvisionnement en eau et l'absence des douches et un état d'hygiène des toilettes parfois déplorables pouvant induire à des épidémies. Ainsi une mauvaise planification du camps oubliant les approches sociologiques et pratiques préalables à l'installation de ces camps (choix des sites, drainage du terrain en cas de pluies, distances de vis-à-vis entre les tentes afin de préserver un minimum d'intimité, proximité des sanitaires et séparation de ces derniers par sexe ...)

On remarque un déséquilibre dans le rapport entre le nombre des personnes vivantes dans la tente et la capacité d'accueil de celle-là ! Les hommes passent leurs nuits dehors à la belle étoile pour des raisons spatiales et sécuritaires. Les tentes étaient essentiellement occupées par les femmes et les enfants. Mais le côté positif qui procure un meilleur confort c'est celui de la sécurité vu que les camps sont fermés par une clôture métallique et surveillés par des gardiens.

#### **2.3.3.2. Deuxième phase : « les chalets » :**

Avec l'arrivée de l'hiver et les dures conditions auxquelles la population doit faire face, le gouvernement et les autorités compétentes ont entrepris une grande opération de relogement dans des chalets, ceci procure un meilleur confort pour les sinistrés et l'impression d'être dans un chez-soi, ainsi qu'un sentiment d'abri contre le froid et les pluies d'hiver dont ils devront se protéger. Ces chalets redonnent une dignité et une intimité à ces familles dont l'espace familial a été brisé et leur permet de reprendre une vie plus normale en attendant que des logements leur soient attribués.

Ces constructions d'urgence, qui sont équipées d'un espace cuisine (kitchenette) avec un ballon d'eau chaude et des sanitaires qui permettent l'entretien d'une bonne hygiène. On a aussi un espace de séjour polyvalent et une chambre.

Pour ce qui concerne les espaces extérieurs, les chalets sont entourés d'un petit espace jardin, ce qui est très important parce qu'il permet aux habitants de s'approprier un espace extérieur en l'aménageant et en entreprenant dans celui-ci des activités qui peuvent les aider à réapprendre à vivre.

#### **2.4. Les multiples causes de la catastrophe :**

Le mot « lieux » est affecté à des espaces caractérisés par le « vécu » des personnes qui s'approprient ce dernier. Or le séisme vient parfois bouleverser ce vécu prospère en un vécu dramatique ce qui transforme pratiquement le lieu en un simple site parfois vierge, sans vie. C'est ce qu'on a eu à ressentir quelques semaines après le séisme. Une ville morte, déserte, où l'on aperçoit un enfant seul sur un reste de trottoir jouant avec les morceaux de maçonnerie qui traînent sur les rues. On aurait dit que le pays était en guerre par l'image des bâtiments inclinés, détruits, affaissés, l'odeur de la mort et les quelques bulldozers qui déblaient ainsi que le dégoût de la population ressentie par une expression sur les visages assombri de tristesse.

- **Comment et pourquoi en sommes-nous arrivés à cette situation apocalyptique et dramatique ?**

- Comment un pays situé sur une ligne à risques sismiques n'a-t-il pas encore acquis les grands moyens afin d'éviter les pertes humaines et matérielles qui à leurs tours ne font que régresser le pays socialement et économiquement ?
- Pourquoi après tant de catastrophes, l'Algérie n'assimile pas les leçons du passé ? L'Algérie est-elle amnésique !

#### 2.4.1. Les causes principales :

##### 2.4.1.1. L'imperfection des études préalables et les défauts de construction et le choix de terrains:

Les bâtiments constitués par une structure en portiques (poteaux et poutres) en béton armé avec des remplissages en maçonnerie représentent entre 80% à 90% (M.H.A.T 2003)<sup>53</sup> des constructions réalisées dans la zone sinistrée par le séisme du 21 mai 2003.

Les différents constats établis par l'Expertise de Monsieur Victor Davidovici. Ingénieur général des ponts et chaussées – Expert en génie parasismique- quant aux causes probables ayant provoqué ces ruines peuvent être répertoriées comme suit :

- Non-respect des normes de conception para-sismique.
- Sous dimensionnement des structures (absence de calculs de structures par un ingénieur en dynamique des structures).
- Non-respect des règles élémentaires de bonne construction.
- Non-respect des dispositions constructives en zones sismiques.
- Utilisation de matériaux non conformes.
- Très faible résistance mécanique du béton (béton non vibré, présence de nombreuses ségrégations, friable au toucher,...).
- Constructions sur des sites fortement instables (absence d'études de stabilité).
- Présence de niveaux transparents « *soft storey* ».
- Distribution dissymétrique des murs en maçonnerie.
- Effet de poteaux courts.

Il est très important de noter que la gamme d'erreurs techniques, de conception, de malfaçons, de mise en œuvre est identique pour tous les séismes successifs. En effet, il est scientifiquement démontré que la majorité des bâtiments endommagés ne vérifie pas une intégrité structurale vis-à-vis des séismes.

a. Négligence des Règles de construction parasismique :

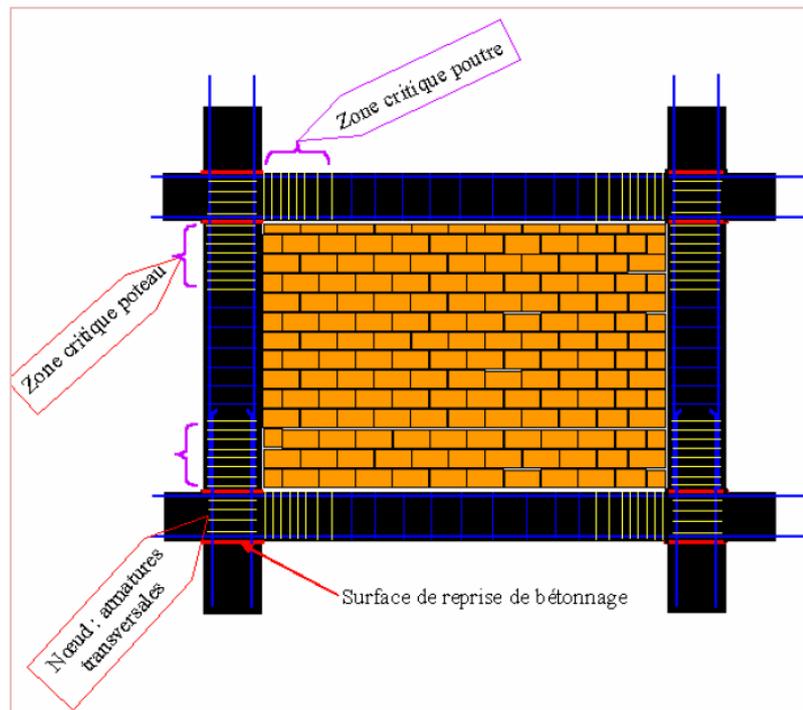
L'intégration des critères para-sismiques dans l'avant-projet et dans le projet d'exécution doit permettre d'atteindre deux objectifs essentiels : **procurer un degré** de sécurité supérieure aux exigences réglementaires et **réduire**, voire même supprimer le surcoût para-sismique. Les choix structuraux faits par les concepteurs définissent les mécanismes de résistance qui seront mis en place.

Le degré d'efficacité du futur ouvrage vis-à-vis des tremblements de terre est souvent fixé dès la phase avant-projet en choisissant judicieusement : la forme, l'organisation des éléments de la construction ainsi que la distribution des masses et des rigidités.

**Le calcul au séisme ne permet pas de transformer une construction mal conçue en un système performant.**

Le règlement para-sismique basé sur une approche statistique et probabiliste, vise un résultat global sans prétendre protéger toutes les constructions de la destruction. Le règlement admet donc localement des échecs. L'expérience montre effectivement que dans la région épiscopentrale, les ouvrages subissent généralement, lors d'un tremblement de terre majeur, des forces beaucoup plus importantes que les forces de calcul déterminées selon les règles para-sismiques.

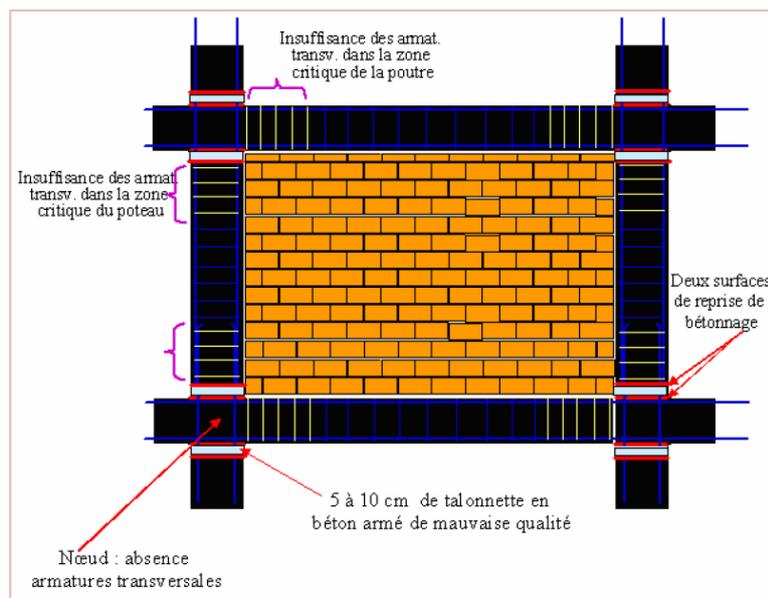
Figure 13 : Dispositif conforme aux règles parasismique



Source : M.H.A.T (2004) ; rapport Risque sismique et redéploiement des activités et de l'urbanisation

- Armatures transversales dans les zones critiques d'extrémité des poteaux et des poutres, environ tous les 5 cm,
- Armatures transversales dans les nœuds au croisement poteau – poutre,
- Seulement deux surfaces de reprise de bétonnage en pied et en tête du poteau,
- Mise en œuvre très difficile ; exige des plans avec les détails des nœuds à l'échelle 1/1 et des ferrailleurs hautement spécialisés.

Figure 14 : Défaillances observées sur les constructions lors du séisme de Boumerdès-Alger



Source : M.H.A.T (2004) rapport Risque sismique et redéploiement des activités et de l'urbanisation

- Absence des armatures transversales dans les zones critiques d'extrémité des poteaux et des poutres,
- Absence des armatures transversales dans les nœuds au croisement poteau – poutre,
- Mise en place d'une talonnette en pied de poteau d'environ 5 à 10 cm en mortier de mauvaise qualité.
- Quatre surfaces de reprise de bétonnage en pied et en tête du poteau à cause de la présence des deux talonnettes,



**Structure sans résistance à l'action sismique.**

Nous allons procéder à une modeste analyse de quelques photos prises sur les lieux pour affiner notre recherche des causes de la catastrophe :

**Photo 7 : Arrêt du coulage du poteau à environ 5 cm sous la sous face de la poutre.  
Absence d'armatures transversales dans le nœud.**



Source : Ministère de l'habitat et l'aménagement du territoire (2004)  
rapport Risque sismique et redéploiement des activités et de l'urbanisation

**Photo 8 : Effondrement à cause de l'absence d'armatures transversales  
dans le nœud et dans la zone critique du poteau**



Source : Ministère de l'habitat et l'aménagement du territoire (2004)  
rapport Risque sismique et redéploiement des activités et de l'urbanisation

**Photo 9 : Insuffisance d'armatures transversales, béton de mauvaise qualité,  
rupture au droit de la surface de repris**

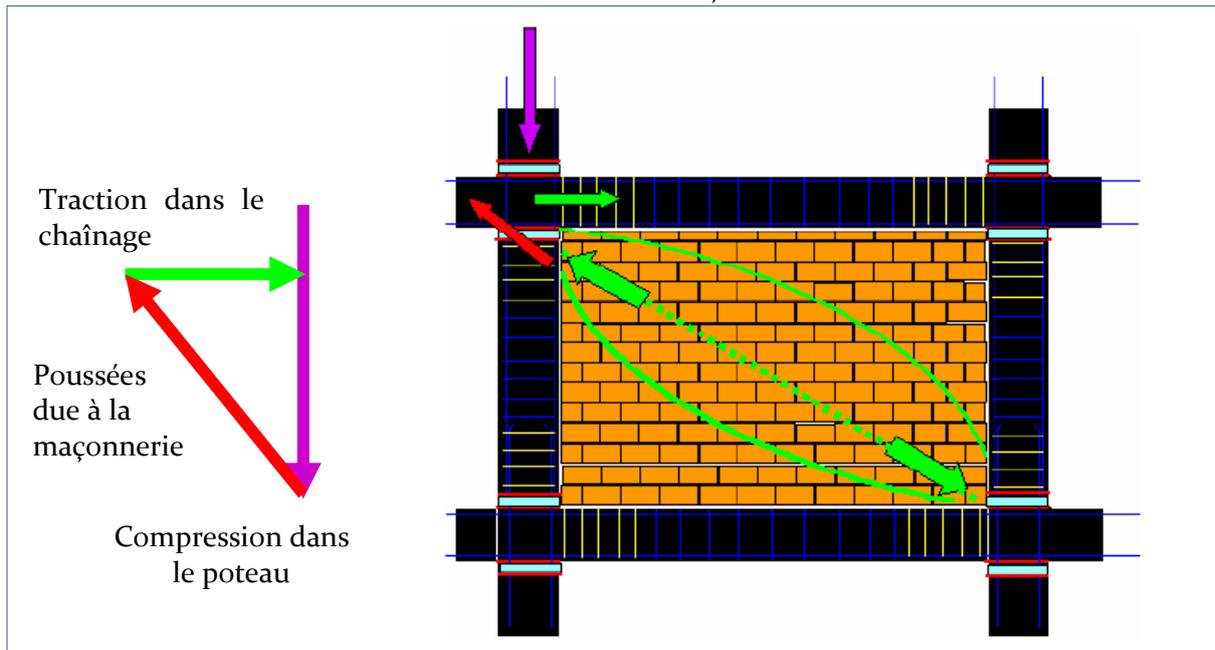


Source : Ministère de l'habitat et l'aménagement du territoire (2004)  
rapport Risque sismique et redéploiement des activités et de l'urbanisation

L'effondrement des bâtiments, dont la structure est réalisée par des portiques en béton armé avec remplissage en maçonnerie s'explique par le processus suivant : les bielles développent (figure 15) à leur extrémité supérieure une composante verticale ascendante qui tend à délester le poteau et une composante horizontale qui tend à le cisailier.

Si en outre le bâtiment est soumis à une accélération verticale ascendante, les poteaux peuvent se trouver délestés dans une proportion suffisante pour que leur résistance à l'effort tranchant se trouve diminuée de façon considérable : **ruine par rupture au cisaillement.**

**Figure 15 : Dispositions constructives NON CONFORMES aux règles PS + Interaction avec la maçonnerie**



Source : M.H.A.T (2004) ; Rapport Risque sismique et redéploiement des activités et de l'urbanisation

**Photo 10 : Destruction de l'extrémité du poteau du fait de l'absence d'armatures transversales dans la zone critique du poteau**



Source : M.H.A.T (2004) ; Rapport Risque sismique et redéploiement des activités et de l'urbanisation

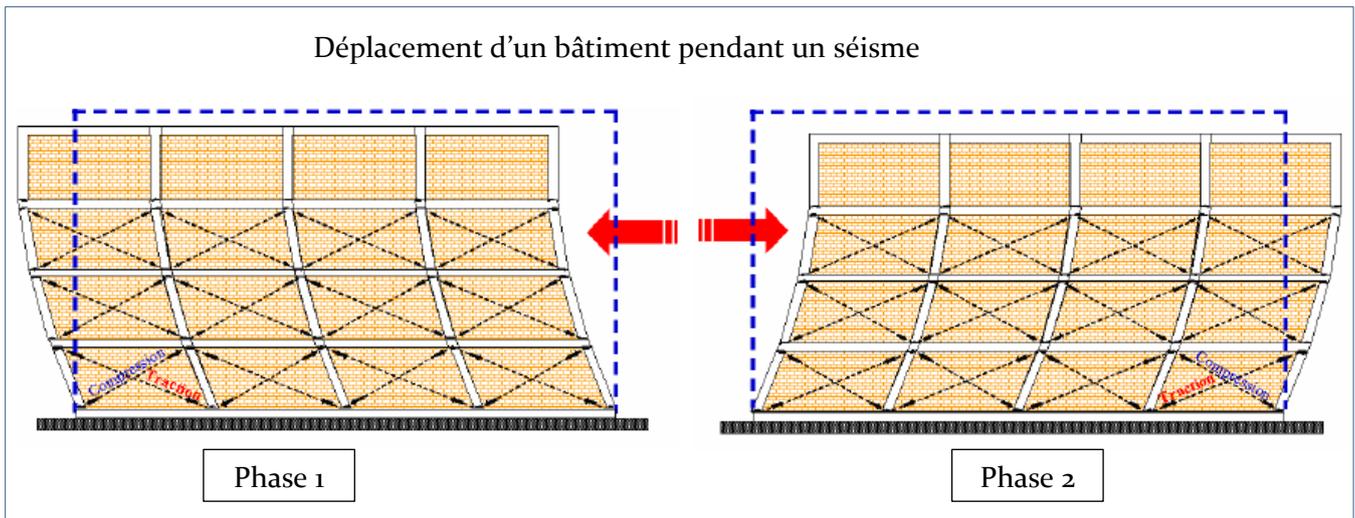
L'effondrement des bâtiments:

Sous l'action sismique et avec la conjugaison des paramètres suivant :

<p>Niveau d'agression sismique fort</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absence des murs de remplissage aux rez-de-chaussée, transparence au rez-de-chaussée ;</li> <li>• Insuffisance ou absence des dispositions constructives ;</li> <li>• Médiocre qualité du béton ;</li> <li>• Bâtiment isolé.</li> </ul>
---	---	--

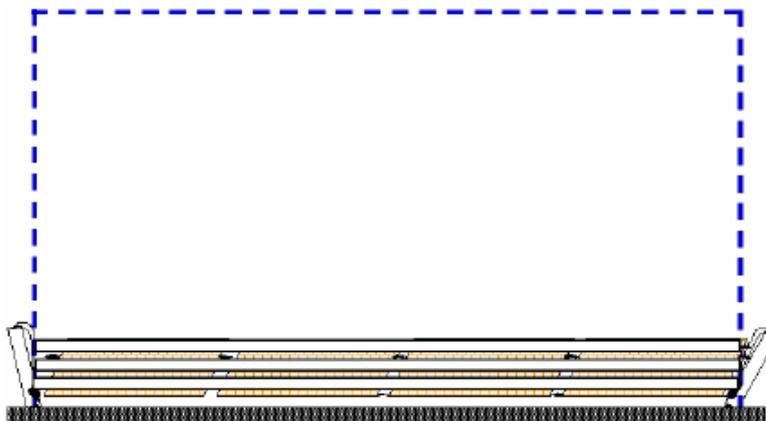
Le résultat est la : **Destruction des poteaux et des murs sur toute la hauteur**

**Figure 16 : Simulation des deux phases de déplacement sous l'action sismique**



Source : M.H.A.T (2004) ; Rapport Risque sismique et redéploiement des activités et de l'urbanisation

**Figure 17 : effondrement du bâtiment sur toute la hauteur.**



Source : M.H.A.T (2004) ; Rapport Risque sismique et redéploiement des activités et de l'urbanisation

**Photo 11 : Effondrement des bâtiments sur toute leur hauteur.**



Source : Protection civile d'Alger « Hydra, Parado » Photos prise lors du séisme.

Interrogations sur la conception des bâtiments :

Lors des diverses visites, nous nous sommes interrogés sur des choix qui, a priori ne sont pas compatibles avec la construction en zone sismique :

- Faire des « entailles » dans le bâtiment, à chaque niveau, droit de la cage d'escalier ne peut qu'affaiblir le bâtiment. La présence d'une poutre qui prolonge le plancher au droit du vide améliore le comportement d'ensemble, tout en restant insuffisant.

**Photo 12 : Entaille au centre du bâtiment effondré.**



Source : Protection civile d'Alger « Hydra, Parado » Photos prise lors du séisme

- D'après la réglementation parasismique, les joints doivent avoir une largeur minimale de 4 cm vide de tous matériaux. Aucun bâtiment existant ou en cours de construction ne respecte cette exigence ;

Photo 13 : Inexistence des joints.



Source : Protection civile d'Alger « Hydra, Parado » Photos prise lors du séisme.

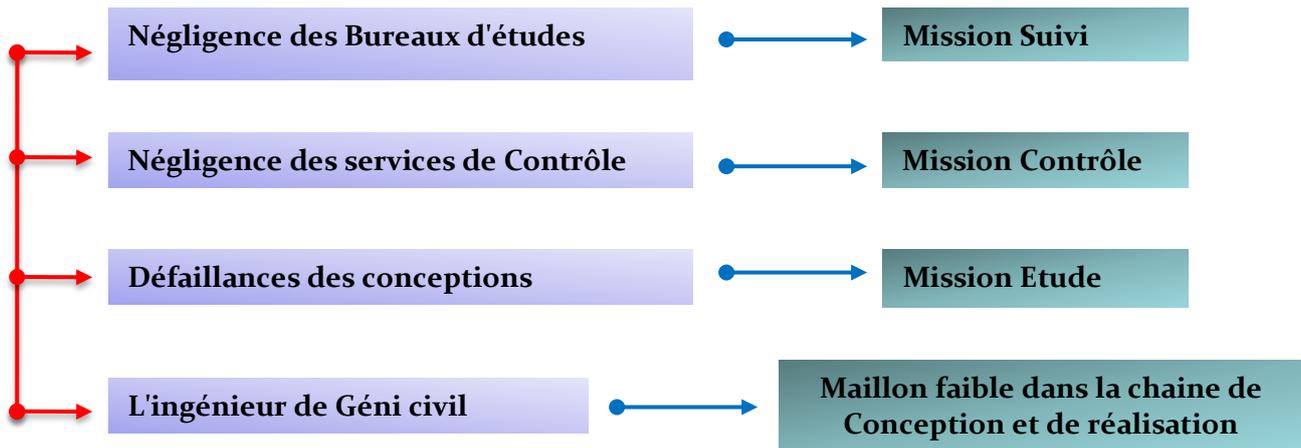
- Les porte-à-faux ne sont pas interdits en zone sismique. Cependant, nous nous interrogeons sur le bien-fondé de ce choix pour les bâtiments où la façade aurait pu descendre directement sur les fondations. Solution plus économique et plus sûre en cas d'action sismique.
- On a constaté une forte densité de constructions avec des rues très étroites qui ne peuvent que ralentir ou même empêcher l'arrivée de secours en situation de crise.

*b. Implication des bureaux d'études et des services de contrôle :*

Au-delà des pertes tragiques en vies humaines et des très importants dégâts causés sur les plans économique et social, le séisme du 21/05/03 a néanmoins eu le mérite de mettre, encore une fois, à nu **la responsabilité et l'amnésie** des institutions qui gèrent le domaine de la construction et aussi et surtout **les limites de la réglementation** se rapportant à ce domaine. En effet, l'administration publique placée dans l'obligation de faire face en toute urgence à une demande en logements sans cesse croissante a laissé s'installer une très grave anarchie dans ce domaine et notamment :

- Choix des terrains d'assiettes arbitraires et sans études préalables,
- Mauvaise qualité des études et des suivis de chantiers,
- Matériaux de mauvaise qualité ou ne répondant pas aux normes,
- Choix et qualifications des entreprises basés, surtout, sur des critères financiers et non pas techniques,
- Contrôle en amont et en aval pas toujours effectif.

De plus, cette situation délicate, est amplifiée par la défaillance de certains organismes de contrôle et une réglementation parasismique qui reste à parfaire au vu de l'expérience de ce dernier séisme.



Source: 01

Ministère de l'Habitat  
 Séisme de BOUMERDES – 21 mai 2003 / Rapport préliminaire  
 Victor DAVIDOVICI – Consultant – 8 juin 2003

*"Pendant la mission, j'ai rencontré beaucoup d'architectes et des représentants du bureau de contrôle C.T.C. et du C.G.S., mais aucun ingénieur de bureau d'études ou d'entreprise. J'ai gardé l'impression qu'entre la maîtrise d'oeuvre (architecte) et le bureau de contrôle, il manque dans le processus de construction, l'ingénieur d'études pour faire le projet et l'ingénieur d'entreprise pour réaliser le projet."*

Source: 02

"... Article du Journal : Le Soir d'Algérie du 21 Mai 2009 intitulé : 6 ans après le tremblement de terre de Boumerdès L'immobilisme plus fort que le séisme, Par : Abachi L

*" Six ans plus tard, qu'en est-il vraiment ? Architectes et ingénieurs sont affirmatifs : l'application des textes est difficile. La définition du rôle de chacun des intervenants est floue. Le contrôle n'est pas systématique et beaucoup de personnes contournent la réglementation allégrement, s'exposant à des dangers réels....."*

Source: 03

Commission d'enquêtes ministère de l'habitat  
 Les responsabilités occultées

*" ....Construction de bâtiments de plusieurs étages sur un sol inadéquat, trafic sur le ferrailage et le ciment pour atténuer le coût au détriment de la sécurité, absence d'études, de plans et même de permis de construire, violation des normes de construction, absence de contrôle étatique. Des marchands de volaille qui se sont érigés en entrepreneurs...."*

Source: o4 :

Par Badreddine Khris, Liberté, mardi 23 mars 2004.

*"L'aspect ayant trait au contrôle technique des constructions a été longuement évoqué dans le rapport de la commission. Le CTC qui, par vocation, disait les quatre vérités et touchait du doigt les erreurs commises par les bâtisseurs, a été déstructuré et démembré pour donner lieu à 5 directions régionales. Sur décision des pouvoirs publics, les activités de cet organisme sont devenues purement commerciales... Or, auparavant, le CTC constituait une veille en termes de contrôle... La réglementation qui régissait le secteur depuis 1980 est, de nos jours, inadaptée à la réalité du terrain. Le règlement parasismique algérien, (RPA) de 1999 dans sa version 2002 est, selon certaines sources, truffé d'irrégularités qui ont été ajoutées à la hâte. "On aurait dû tenir compte de celui de 1981...", souligneront ces sources."*

c. Responsabilité des entreprise de réalisation

Source: o1

Ministère de l'Habitat , Séisme de BOUMERDES – 21 mai 2003

Conclusion de la commission d'enquête sur le séisme de Boumerdès 4 000 entrepreneurs devant la justice Par Badreddine Khris, Liberté, 14 avril 2005

*".....Ces entrepreneurs qui ont construit les immeubles effondrés, suite au séisme du 21 mai 2003, doivent répondre de la conformité de leurs réalisations et expliquer les malfaçons constatées après la catastrophe. Quatre mille responsables d'entreprise ainsi que des responsables d'organisme, activant dans le domaine de la construction, sont auditionnés depuis six mois par le parquet de Boumerdès dans le cadre de l'enquête diligentée par le ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme (MHU) relative aux effondrements d'immeubles provoqués par le séisme du 21 mai 2003, a confié une source proche du parquet de Boumerdès. Suite au rapport élaboré par la commission d'enquête (administrative), nommée par le MHU, et au dépôt de plainte de ce dernier, une enquête a été ouverte depuis six mois. Les personnes convoquées (concernées par l'acte de bâtir) travaillent dans diverses entreprises....."*

**2.4.2. Les causes secondaires :**

**2.4.2.1. Les causes pédagogiques :**

« L'architecture parasismique, une formation ignorée durant le cursus universitaire »

Beaucoup de projet sont de qualité remarquables du point de vue « idée » mais utopiste et irréalisable et cela au niveau du cursus final de l'étudiant. On peut admettre que les projets durant les deux premières années de la formation soient utopiques par leur forme et leur aspect, dans le but de développer l'esprit artistique du nouvel étudiant, mais lorsqu'on arrive à un stade final de la

formation, l'étudiant doit pouvoir concevoir un projet réalisable à 100% et dans les normes du règlement parasismique du pays. Et être prêt à rentrer dans le monde professionnel où il doit faire face à des responsabilités draconiennes. Car le futur de la société réside dans le présent des écoles et l'avenir du pays appartient aux étudiants qui porteront le flambeau de la nouvelle génération d'ingénieurs et d'architectes.

#### 2.4.2.2. L'amnésie des institutions et des hommes :

Le séisme de Chleff en 1980 a déclenché une organisation des secours et une prise en charge qui ont été citées en exemple, à l'échelle internationale : les moyens financiers alors disponibles expliquent en partie cette réussite.

**Le séisme a également été un révélateur de nos insuffisances en matière de prévention du risque sismique et de réglementation parasismique.**

A ce titre, les autorités de l'époque ont décidé de se mobiliser pour la question, afin de définir une stratégie appropriée de prévention et de gestion du risque sismique.

Une commission intersectorielle, intégrant divers spécialistes, universitaires et chercheurs a élaboré un dossier, à partir duquel un Conseil des Ministres tenu en 1985, a arrêté la stratégie à développer pour la prévention et la gestion du risque sismique.

**Les résultats montrent aujourd'hui que toute cette stratégie est pour l'essentiel restée lettre morte.**

En effet, on a créé le Centre de Recherche en **Génie Parasismique** (CGS) qui depuis s'occupe du **règlement parasismique algérien** (RPA) et de ses actualisations successives et cela semble être le seul résultat tangible satisfaisant, car tout **l'accompagnement indispensable a été partiel ou non appliqué.**

Prévenir le risque sismique suppose évidemment l'existence d'un règlement parasismique approprié, mais encore faut-il en assurer la vulgarisation et l'application efficiente, grâce à :

- des plans d'urbanisme élaborés dans les règles de l'art et prenant en compte notamment, les cartes de risque et de micro-zonation ;
- une réglementation de la construction appropriée ;
- une rationalisation de l'acte de construire impliquant la délimitation sans équivoque des missions de chaque intervenant, ainsi que sa responsabilité civile et pénale;
- un contrôle total des réalisations et de la qualité des constructions, surtout en ce qui concerne la résistance des bâtiments à l'action sismique.

Tout cet accompagnement n'existe malheureusement que théoriquement ou partiellement comme le soulignent les expertises menées sur les zones affectées par le séisme du 21 Mai 2003.

### **Synthèse :**

Ce séisme a montré clairement que la plupart des destructions observées étaient très souvent dues à un manque de qualité chronique dans la réalisation des constructions, aussi bien dans le choix de matériaux, dans la confection des différents éléments (maçonnerie, béton armé, acier, bois), et dans le soin que tout entrepreneur et professionnel de la construction devrait apporter systématiquement dans la réalisation, en particulier lorsque la zone de construction est sismique. C'est ainsi que la pratique et l'obligation de la protection des bâtiments contre les tremblements de terre ont été à nouveau mis sur la sellette.

Le séisme de Boumerdès-Alger a clairement montré la vulnérabilité chronique des constructions en Algérie, à la fois à cause du caractère ancien du parc construit, mais aussi parce que la réglementation parasismique a été très mal appliquée depuis une vingtaine d'années, à tous les stades de la construction (choix du terrain, conception d'ensemble et de détail, modélisation, qualité des matériaux et de la réalisation).

Il a aussi montré le manque d'informations en direction de la population des zones particulièrement touchées par la catastrophe. Il concernait aussi bien la méconnaissance des phénomènes qui se sont produits pendant la secousse proprement dite que les répliques très fréquentes qui ont traumatisé la population dans son ensemble, mais aussi le manque de savoir-faire tout au long de ces événements dramatiques.

Seule une information permanente du grand public sur ces problèmes peut permettre des réactions efficaces, conduisant à des actions rationnelles permettant de sauver le maximum de vies humaines et de concevoir une organisation logique de l'après-crise, en relation avec toutes les autorités responsables des opérations, dans le cadre des différents Plans ORSEC.

## **Conclusion :**

A travers ce chapitre, nous avons pu identifier l'aléa sismique à Alger, l'historique de la sismicité et l'étude géotectonique, nous a révélé que l'activité sismique dans cette région est menaçante (la présence de cinq failles actives sur terre et une autre faille sous-marine) dont deux ou trois constituent un véritable risque dans la mesure où on ne peut pas empêcher leurs occurrences.

Les structures en faille observées sur la marge d'Alger, présentent une activité tectonique récente qui continue à l'heure actuelle. Elle est à l'origine de violents séismes qui secouent cette région.

Les séismes de Tipasa (1989) et celui de Thenia-Zemmouri (2003) en sont des preuves irréfutables. L'ensemble de la marge algérienne doit être analysée finement. Des campagnes de géophysique marine multifaisceaux ou autres nouvelles techniques d'auscultation sous-marines devraient impérativement être réalisées dans des délais relativement courts et permettre à la communauté scientifique de relier les failles onshore avec celles de la marge algérienne de la Méditerranée.

Depuis le séisme d'El Asnam en 1980 et de la catastrophe du 21 mai 2003, la population voit avec une angoisse croissante s'intensifier les effets destructeurs des catastrophes sismiques. De fait qu'elles frappent des zones de plus en plus peuplées et construites. En effet la croissance et l'expansion rapide de la population dans les zones menacées constitue une cause de préoccupation de plus en plus vive car elle contribue à accroître fortement le nombre de victimes et l'ampleur des dégâts.

Alger est menacée au même titre que les autres villes du pays sauf que c'est dans la capitale que sont concentrés les pouvoirs exécutif, législatif et judiciaire sans compter les grandes institutions, les télécommunications, la radio-télévision, le tissu économique et industriel... Un big one aurait pour conséquences de décapiter les principaux centres de décision et laisserait l'Algérie sans pouvoir et sans commandement. D'où la nécessité de conforter en urgence les immeubles existants et en même temps construire selon des règles parasismiques rigoureuses bref une autre capitale capable d'absorber un séisme de grande ampleur.

## Références :

- <sup>1</sup> **BALLORE De** (1905) : Les tremblements de terre, géographie séismologie, Ed A. Colin, Paris, p333-342.
- <sup>2</sup> **ABDESSEMED-FOUFA. A** (2007) : contribution pour la redécouverte des techniques constructives traditionnelles sismo-résistantes adoptées dans les grandes villes du maghreb (Alger, Fès et Tunis) durant le XVII<sup>ème</sup> siècle. Thèse de Doctorat, soutenue le 12 Juin 2007 à l'EPAU. Alger
- <sup>3</sup> **AI DJILALI** (1982) : Tâ'rîkh el-moudan eth-thalât: el-Djazâir, Lamdiya, Malyâna (Millénaire de trois villes: Alger, Médéa, Miliana) , Alger , p 181
- <sup>4</sup> **DEVOULX.A** (1866) : les édifices anciens de l'ancien Alger. Revue africaine n° 10, V10, p229, cette revue est également publiée sur internet : <http://www.algerie-ancienne.com/livres/Revue/revue.htm>
- <sup>5</sup> **AI DJILALI** (1982) : op.cit. , p 183
- <sup>6</sup> **CRAAG** : Séismes en Algérie entre 2002 à 2006
- <sup>7</sup>**ABDESSEMED-FOUFA. A** (2007) : Op.Cit.
- <sup>8</sup> Idem
- <sup>9</sup> **CRAAG** : catalogue des séismes en Algérie
- <sup>10</sup> **MEGHRAOUI, M.** (1991), Blind reverse faulting associated with the Mont Chenoua-Tipaza earthquake of 27/10/1989, Terra Nova, 3, 84- 93.
- <sup>11</sup> Idem
- <sup>12</sup> **HARBI, A.** (2000): Analyse de la sismicité et mise en évidence d'accidents actifs dans le Nord-Est Algérien, Thèse de Magister (IST-USTHB, Alger, Algérie).
- <sup>13</sup> **MEDD/DPPR/SDPRM**(2003) : Rapport préliminaire de la mission AFPS ; le séisme du 21 mai 2003 en Algérie, p : 18
- <sup>14</sup> **IDEM**
- <sup>15</sup> **AMBRASEYS, N.N.** (1982): The seismicity of North Africa: the earthquake of 1856 at Jijeli, Algeria, *Boll. Geofis. Teor.Appl.*, **XXIV**, 93, 31-37.
- <sup>16</sup> **MEGHRAOUI, M.**,(1988), Géologie des zones sismiques du nord de l'Algérie, tectonique active, paléo séismologie et synthèse sismotectonique, Ph.D. thèse, 356 pp., Univ. de Paris-sud Orsay, Paris.
- <sup>17</sup> **AMBRASEYS, N.N. and J. VOGT** (1988): *Material for the investigation of the seismicity of the region of Algiers*, *Eur. Earthquake Eng.*, 3, 16-29.
- <sup>18</sup> **ROTHÉ, J.P.** (1950): Les séismes de Kherrata et la sismicité de l'Algérie, *Bull. Serv. Cart. Geol. Algérie*, 4<sup>ème</sup> Sér., *Géophysique*, n. 3.
- <sup>19</sup> **MEGHRAOUI, M.**,(1988 a),op.cit
- <sup>20</sup>**MEGHRAOUI, M.** (1991), Blind reverse faulting associated with the Mont Chenoua-Tipaza earthquake of 27/10/1989, Terra Nova, 3, 84- 93.

- <sup>21</sup> BOUDIAF, A., J.-F. RITZ, AND H. PHILIP (1998) : Drainage diversions as evidence of propagating active faults: Example of the El Asnam and Thenia faults, Algeria, *Terra Nova*, 10, 236–244, doi:10.1046/j.1365-3121.1998.00197.x.
- <sup>22</sup> M.H.A.T (2004) : programme d'aménagement côtier, maîtrise de L'urbanisation et de l'artificialisation des sols ; Projet d'aménagement Rapport: Etude prospective de l'urbanisation – Phase 2 – p 12
- <sup>23</sup> MEZCUA, J., et J. M. MARTÍNEZ SOLARES (1983): *Seismicity of the Ibero- Maghrebian region*. Madrid: IGN Report (in Spanish).
- <sup>24</sup> BENHALLOU H.(1985). Les catastrophes sismiques de la région d'Echelif dans le contexte de la sismicité historique de l'Algérie. Thèse d'Etat. USTHB. Alger. 294 p.
- <sup>25</sup> BENOUAR, D. (1994): Materials for the investigations of the seismicity of Algeria and adjacent regions during the twentieth century, *Ann. Geofis.*, XXXVII (4), pp. 416.
- <sup>26</sup> BOUDIAF, A., J.-F. RITZ, et H. PHILIP (1998) : op.cit.
- <sup>27</sup> ROTHÉ, J.P. (1950): op.cit.
- <sup>28</sup> MEGHRAOUI, M., MAUCHE, S., CHEMAA, B., CAKIR, Z., AOUDIA, A., HARBI, A., ALASSET, P.J., AYADI, A., BOUHADAD, Y. & BENHAMOUDA, F. (2004). Coastal uplift and thrust faulting associated with the Mw = 6.8 Zemmouri (Algeria) earthquake of 21 May, 2003. *Geophysical Research Letters*, 31, L19605, doi:10.1029/2004GL020466.
- <sup>29</sup> Ministère d'Habitat et d'Aménagement du Territoire (2004) : op.cit. p 47-52
- <sup>30</sup> Idem
- <sup>31</sup> Idem
- <sup>32</sup> PHILIP.H, MEGHRAOUI.M (1983): Structural-analysis And Interpretation Of The Surface Deformations Of The El-asnam Earthquake Of October 10, 1980, *Tectonics*, 2, p: 17-49.
- <sup>33</sup> Ministère de l'habitat et l'aménagement du territoire (2004) : op.cit. p : 47-52
- <sup>34</sup> EL-ROBRINI.M (1986): évolution morphostructurel DE LA MARGE Algérienne occidentale (méditerranée occidentale): influence de la néotectonique et de la sédimentation. Thèse en Phd, université paris 6, 164 p
- <sup>35</sup> EL-ROBRINI.M, GENNESSEAU.M et MAUFFRET .A (1985) : Consequences of the El-Asnam earthquake: turbidity currents and slumps on the Algerian margin (Western Mediterranean): *Geo-Marine Letters*, v. 5, p. 171–176.
- <sup>36</sup> CRAAG : Catalogue des séismes en Algérie
- <sup>37</sup> EL ROBRINI, M (1986): Op.Cit.
- <sup>38</sup> EL-ROBRINI, M., GENNESSEAU, M., AND MAUFFRET, A. (1985) : op.cit.
- <sup>39</sup> HEEZEN, B. C. AND M. EWING, (1955): Orleans Ville earthquake and turbidity currents. *AAPG Bull.*, 39, 2505-2514.

- <sup>40</sup> **GENESSAUX M, MAUFRET A, PAUTOT G.** (1980) : Les glissements sous-marins de la pente continentale niçoise et la rupture de câbles en mer ligure (Méditerranée Occidentale), C.R. Acad. Sci. Paris, 290, série D, 1980, p. 959-962
- <sup>41</sup> **M.H.A.T.** (2004) : op.cit. p
- <sup>42</sup> **EL ROBRINI, M** (1986) : Op.Cit.
- <sup>43</sup> **Synthèse du rapport de la mission AFPS « MEDD de France »** (Juillet 2003) : Le séisme de Boumerdes (Algérie) du 21 Mai 2003.
- <sup>44</sup> **Synthèse du rapport de la mission AFPS « MEDD de France »** (Juillet 2003) : Le séisme de Boumerdes (Algérie) du 21 Mai 2003.
- <sup>45</sup> **BENOUAR. D** (Mars 2005) in risque de tremblement de terre en Afrique : un guide pour les chefs de communautés. (Ecrit pour le compte des Nations Unies/ Stratégie Internationale pour la Prévention des Catastrophes –UN/SIPC)
- <sup>46</sup> **Synthèse du rapport de la mission AFPS « MEDD de France »** (Juillet 2003) : Le séisme de Boumerdes (Algérie) du 21 Mai 2003
- <sup>47</sup> **CGS 2003** : SEISME DE ZEMOURI du 21 Mai 2003
- <sup>48</sup> Idem
- <sup>49</sup> **ALASSET. P.J** (2005) : Sismotectonique et identification des sources sismiques en domaine à déformation lente , THÈSE de doctorat , l'Université Louis Pasteur - Strasbourg I
- <sup>50</sup> **Synthèse du rapport de la mission AFPS « MEDD de France »** (Juillet 2003) : op.cit.
- <sup>51</sup> **EL WATAN** le 14 Juin 2003 article écrit par M.Z/article récupéré dans le site [www.sfap.asso.fr/Divers/seismealger.htm](http://www.sfap.asso.fr/Divers/seismealger.htm).
- <sup>52</sup> **TIGZIRI .M** (2005) : la prévention et gestion des catastrophes, mémoire d'E.A en Architecture et arts plastique, Université de Genève, institut d'architecture, p : 28.
- <sup>53</sup> **M.H.A.T.** (2004) : Op.cit. Pp : 75

## **CONCLUSION DE LA PREMIÈRE PARTIE :**

La connaissance approfondie des différentes caractéristiques du phénomène sismique sur le Pays et la capitale Alger, constitue au moins une base de données théorique à prendre en charge par toute personne pouvant contribuer à protéger une société entière contre une calamité naturelle ou au moins essayer d'affaiblir les risques de ces effets.

La sismicité historique de l'Algérie nous montre que toute la partie nord du pays est soumise à ce phénomène dévastateur. Les conséquences de ce dernier sur ces régions là où se concentre la majorité des établissements humains et du potentiel économique deviennent très lourdes à peser tant du point de vue économique, social et démographique.

La ville d'Alger est à considérer comme l'une des villes les plus vulnérables à prendre en charge en matière de protection et de sauvegarde des établissements humains surtout qu'en présence de cet aléa naturel (assise sur six failles sismiques qui peuvent réagir à tout moments) , elle se trouve confronter à des mutations urbaines accélérées et complexes qui s'expliquent par l'accentuation des problèmes d'urbanisation.

Ceci nous amènera en deuxième partie à l'étude de l'interaction de ces deux phénomènes « risque sismique et urbanisation » sur la Capitale-Alger. Dans un premier temps nous procédons à la redécouverte des techniques ancestrales employées par nos aïeux dans le cadre d'une urbanisation préventive des catastrophes sismiques. Et dans un deuxième temps nous revenons sur la problématique de l'urbanisation récente de la capitale qui en effet, depuis le début de la période de la transition vers l'économie libérale, les espaces urbains Algérois se recomposent et croissent à un rythme rapide et dans une pluralité des acteurs et des stratégies, des échelles et des formes urbaines.

## **DEUXIÈME PARTIE : L'URBANISATION D'ALGER FACE AU RISQUE SISMIQUE**

### **INTRODUCTION :**

Les risques sismiques font partie intégrante de nos vies et de l'évolution de nos sociétés et de nos villes. Ils sont aujourd'hui plus importants et plus menaçant à cause de l'urbanisation effrénée que connaît la ville algérienne, de la polarisation des activités et du développement croissant qui va à l'encontre des dangers qu'impose en partie la rareté du foncier urbanisable.

En effet, la croissance de l'urbanisation entraîne une plus grande vulnérabilité des sociétés du fait que celles-ci sont de plus en plus dépendantes des réseaux urbains. La rupture des différents réseaux (distribution d'eau, d'énergie, transport, communication, etc.) et énergétiques peut affecter des biens et des activités situées hors des zones des aléas sismiques, parfois sur de très grandes distances engendrant ainsi des dégâts considérables. Ces derniers souvent aggravés par les facteurs anthropiques (comme se fut le cas de la catastrophe sismique de 2003), car la mauvaise gestion urbaine, dans notre pays, expose un grand nombre de personnes à ce type de risque.

Les liens entre l'urbanisation et le risque de catastrophe sont extrêmement complexes et clairement dépendants du contexte. L'urbanisation ne conduit pas nécessairement à l'accroissement du risque de catastrophe et elle peut, si elle est gérée correctement, contribuer à sa réduction. Toutefois, il existe un certain nombre de caractéristiques clefs du processus d'urbanisation qui peuvent directement contribuer à la configuration du risque.

« *La ville et ses risques constituent aujourd'hui un couple plus que jamais indissociable* »(HARTMUT. HAUSSERMANN)<sup>i</sup>.

Si la croissance urbaine dans un lieu soumis aux risques sismiques est accompagnée de normes de constructions adéquates et si la planification urbaine prend en compte le risque, alors on peut éviter la catastrophe et mieux gérer la situation et même réduire les dégâts. Mais ce n'est pas toujours le cas, Alger, à l'instar des villes algériennes, a connu un mouvement formidable d'urbanisation. De la médina à la métropole, d'une forteresse ramassée, elle se transforme en une ville éclatée et

---

<sup>i</sup> HARTMUT. HAUSSERMANN : Apprivoiser les catastrophes, les annales de la recherche urbaine n° 95, 0180-930-v1-04/95 /pp.125 METATT

fragmentée soumise à de hauts degrés de vulnérabilité. « *Le processus d'urbanisation s'est effectué selon presque toutes les étapes du développement spatial, qu'en connus la ville classique. Cela est dû d'abord, à la concentration croissante de la population et surtout aux dynamiques des activités économiques entre le port, la ville et son hinterland.* » (AMIRECHE .L & COTE.M 2007) <sup>ii</sup>

L'objectif de cette partie n'est pas de montrer seulement les étapes du développement spatial, mais de focaliser l'attention sur l'urbanisation qu'a connue Alger après l'indépendance dont on assiste à un vaste étalement urbain négligeant les précautions qui auraient été nécessaires à l'égard des risques sismiques, conséquence de l'urgence de trouver des terrains pour édifier équipements et logements pour un excédent de population toujours plus important.

Trois moments de l'histoire marquent Alger, trois étapes connues : précoloniale, coloniale et poste indépendance ; c'est aussi à trois niveaux spatiaux : de la ville à l'agglomération à l'aire métropolitaine qui couvrent la majeure partie de l'espace algérois. En effet les trois étapes concernent bien l'examen des dynamiques de la capitale algérienne évolue et se transforme, d'un espace neutre, uni et continu géographiquement, elle passe progressivement à une structure urbaine éclatée qui ne cesse d'exploiter les zones de hautes potentialités agricoles soumises à de hauts risques sismiques.

---

<sup>ii</sup> AMIRECHE .L & COTE.M (2007) : De la médina à la métropole Dynamiques spatiales d'Alger à trois niveaux. In sciences et technologies D , N°= 26, pp 71-84.

## **CHAPITRE I : URBANISATION CONSCIENTE DU RISQUE SISMIQUE**

### **Introduction :**

Les risques sismiques ont accompagné l'évolution urbaine d'Alger depuis des milliers d'années, comme en atteste tous les témoignages archéologiques .Ces aléas naturels perdurent aujourd'hui et toutes les statistiques montrent qu'ils restent les plus meurtriers.

Il est, dans la société traditionnelle, un savoir intuitif et la mémoire collective conduisant à ne pas construire là où il pouvait y avoir un risque, ou construire de manière à veiller sur la sauvegarde de ces établissements humains et urbains.

La conception de la casbah d'Alger a très souvent été décrite et énoncée comme une vraie leçon d'architecture. Elle nous fascine toujours par ces techniques et ces principes constructifs qui ont prouvé leurs efficacités dans le comportement sismique de la construction. Toutes ces caractéristiques exigeaient un génie constructif que nous allons mettre en évidence afin d'en tirer profit pour nos conceptions contemporaines. La ville coloniale quant à elle se développe autour de grandes places publiques et percée par de larges voies qui ne cessent de prouver leurs efficacités lors des catastrophes sismiques. C'est dans ce contexte qu'on a trouvé essentiel de retracer les logiques ayant été à l'origine de la production de l'essentiel de l'espace urbain algérois ainsi que le processus de développement de ce dernier.

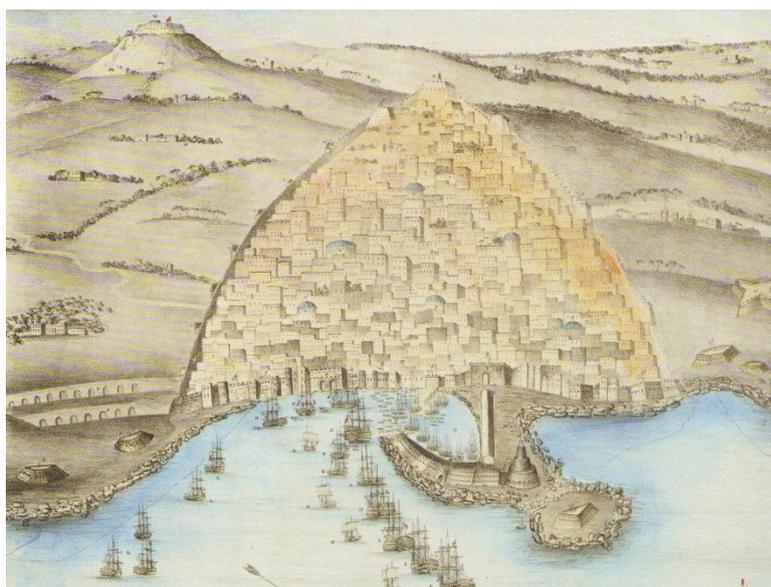
## 1. L'expansion spatiale de la ville d'Alger :

Quelques rappels historiques de la formation de la ville d'Alger sont nécessaires pour comprendre non seulement les causes de sa transformation, mais aussi quels furent le modèle choisi pour sa réalisation. Tout au long de l'histoire, Alger est restée la plus grande ville de la côte méditerranéenne de l'Afrique du nord. Il en est ainsi aujourd'hui encore. En cent cinquante ans (1830-1980), la population d'Alger est passée de trente mille habitants à près d'un million cinq cent mille, soit en moyenne, chaque année durant cette période, une croissance de 2.8 (Anne-Mari Sahli 1990)<sup>1</sup>. Et en trente ans (1980-2010), la population d'Alger a triplé atteignant les trois millions (ONS 2012)<sup>2</sup> d'habitants. L'augmentation de la population de la ville et avec elle, l'extension de la zone urbanisée, ne sont pas réalisées de façon continue dans le temps.

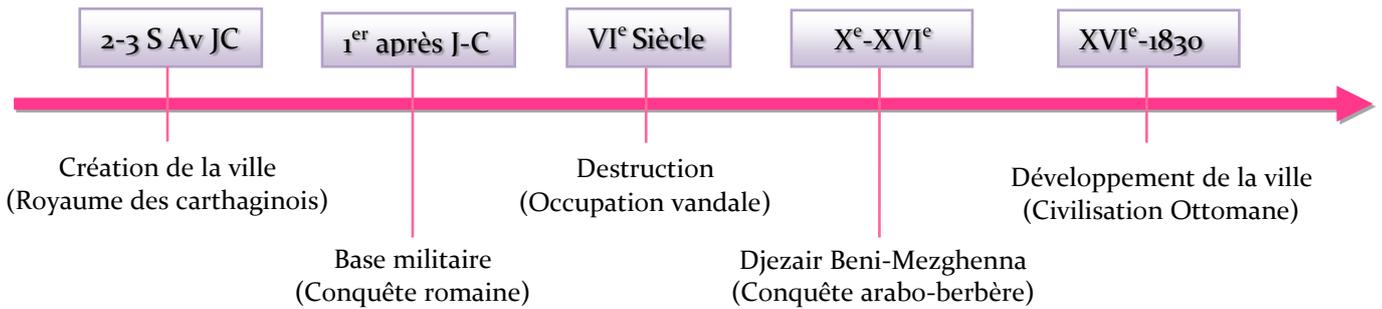
### 1.1. Alger en 1830 : « occupations stratégiques combinant sécurité et maîtrise »

Jusqu'en 1830, Alger se présente comme une ville fortifiée, un triangle dont la base donne sur la méditerranée. Selon la légende grecque, l'origine d'Alger remonterait au temps des expéditions d'Hercule qui aurait choisi à l'entrée d'un golfe un endroit adossé à la colline et défendu du côté de la mer par une masse de rochers, pour y construire une petite ville appelée Icosium.

Photo 14 : Alger à l'Arrivée des Colons



Au X<sup>e</sup> siècle, la dynastie berbère des Zirides, qui régnait sur l'est de l'Afrique du nord, fonde El Djezair en langue Arabe signifie « l'îlot ». Cet îlot existe bien, il est situé face à la casbah. Il est actuellement indiscernable car entièrement enchevêtré et relié aux constructions portuaires de la darse (Anne-Mari Sahli 1990)<sup>3</sup>. Position stratégique, la casbah constitue le noyau historique du grand Alger. Le rôle de la casbah d'Alger dans le bassin méditerranéen, son histoire, le site exceptionnel qu'elle occupe sur l'une des deux pointes de la baie d'Alger, son architecture et son urbanisme de qualité, lui donnent cet intérêt qui dépasse ses frontières.

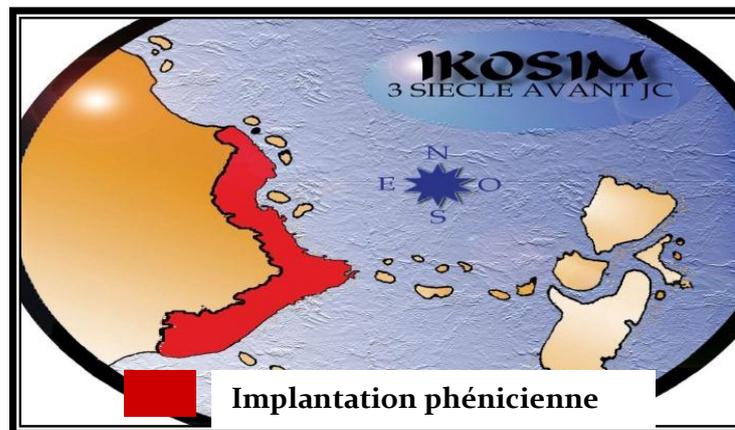


### 1.1.1. Alger à travers Les différentes époques prés-coloniales :

#### 1.1.1.1. Alger / période punique (époque phénicienne) :

La première implantation humaine est supposée être un comptoir Phénicien, attestée par la découverte, en 1943, de pièces de monnaies en plomb et en bronze (M.C)<sup>4</sup>. L'appellation donnée à ce site fut ICOSIM faisant partie du royaume de Maurétanie, gouverné par des rois berbères. Cette zone fut appelée également les « îles des mouettes ».

Carte 20 : Alger durant l'époque phénicienne



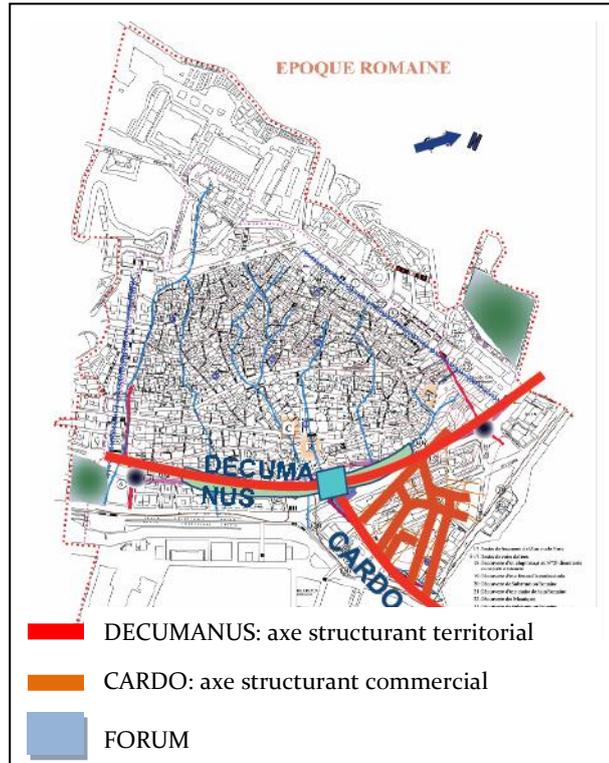
Source : ministère de la culture wilaya d'Alger, plan permanent de sauvegarde et de mise en valeur du secteur sauvegarde de la casbah d'alger.

#### 1.1.1.2. Alger / période romaine : (I<sup>er</sup> Siècle Après J-C)

A partir du 1<sup>er</sup> siècle après J.C. se matérialise le premier tracé Romain par deux axes structurant la ville : Cardo(E-W) – Decumanus (S-N) et une trame régulière orthogonale dans la partie basse de la Casbah.

L'intersection du Cardo et du Decumanus est matérialisée par le forum correspondant aujourd'hui à la place des martyrs. A cette époque le nom ICOSIM a été latinisé en ICOSIUM Des vestiges de cette époque ont été découverts non loin de Dar El Hamra.

Carte 21 : Reconstruction des tracés de la ville Romaine sur la Casbah actuelle

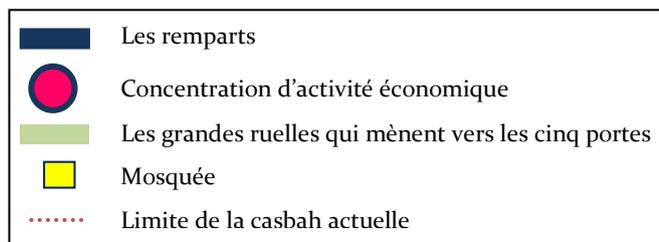


Source : ministère de la culture wilaya d'Alger, plan permanent de sauvegarde et de mise en valeur du secteur sauvegarde de la casbah d'Alger

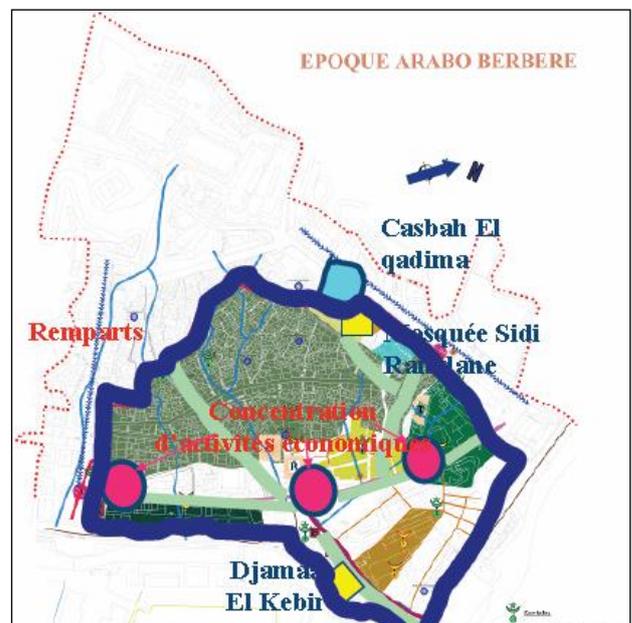
1.1.1.3. Alger / période arabo berbère (à partir du Xème siècle) :

"EL DJAZAIR BENI MEZGHENA" . En l'an 960, elle fut fondée par Bouloughine ibn ziri; La première configuration de la ville est établie sur l'emplacement même d'ICOSIUM avec l'édification d'une nouvelle enceinte étendue à la partie haute de la casbah. Contrairement à ce qui est colporté, la Médina date à une période antérieure à la présence ottomane.

Carte 22 : Alger à l'époque Arabo Berbère



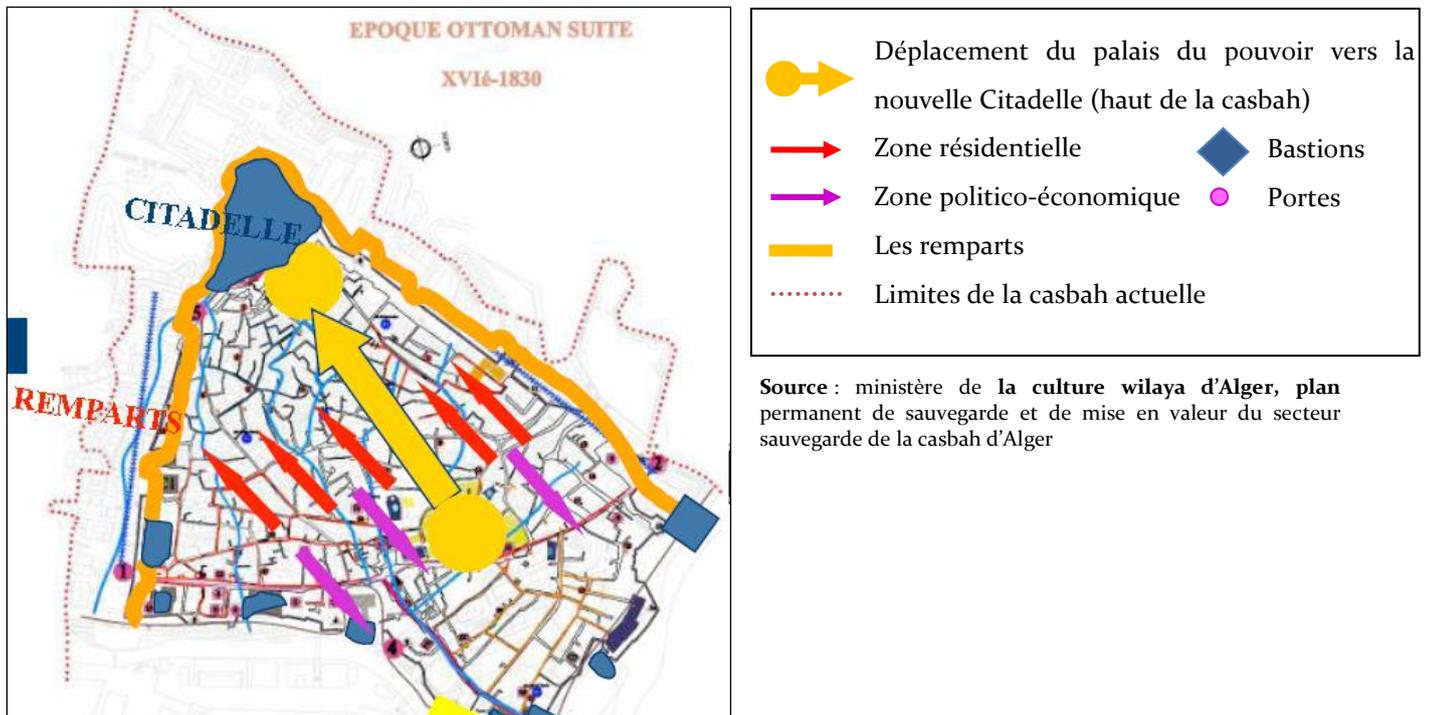
Source : ministère de la culture wilaya d'Alger, plan permanent de sauvegarde et de mise en valeur du secteur sauvegarde de la casbah d'Alger



#### 1.1.1.4. Alger / période ottomane à partir du XVI siècle :

A cette époque, El Djazair prit sa configuration définitive avec des caractéristiques urbaines, politique, économiques et socioculturelles. La ville triangulaire, délimitée par des remparts correspondants aux ravins délimitant le site au Nord et au Sud, fut relié à la jetée Khair-Eddine. Si la partie basse a maintenu les fonctions commerciales, économiques et d'échange, au sommet du triangle fut édifiée la citadelle : Place du pouvoir.

Carte 23 : Alger à l'époque Ottomane



Source : ministère de la culture wilaya d'Alger, plan permanent de sauvegarde et de mise en valeur du secteur sauvegarde de la casbah d'Alger

En 1830, la ville d'Alger s'étend en triangle depuis l'éperon de la casbah jusqu'à la Marine. Le centre vital est situé par « le souk el Kabîr ». Les faubourgs sont inexistantes et la campagne environnante occupée par des jardins et de riches résidences.

#### 1.1.2. La Casbah d'Alger et les séismes :

Durant toute cette longue période qui s'étale sur des siècles, la majorité des interventions urbaines s'effectua au niveau du site de la casbah d'Alger, notamment grâce aux potentialités qu'il offre (proximité de la mer) mais il se trouve que toutes les constructions de la basse casbah furent souvent détruites suite aux séismes et aux inondations causées par l'arrivée des raz-marrée. Durant la période arabo-berbère, *Djazair Beni Māzghennan* a été le théâtre de quatre tremblements de terre importants dont deux destructeurs (1359-1365) (Abdessemed-Foufa. A 2007)<sup>5</sup> et deux provoquent des dommages sur le bâti (1353-1364). En revanche, pendant la période Ottomane, la médina d'Al Djazair a été secouée par 20 séismes. Toute la basse Casbah -figurant sur le manuscrit- (figure 18) fut

détruite et sérieusement endommagée par le grand tremblement de terre de 1716 (Abdessemed-Foufa. A 2007)<sup>6</sup>.

Figure 18 : Alger en 1700



Source : Manuscrit tiré de la Bibliothèque nationale d'Alger.

Suite à ce dernier, (voir sismicité historique d'Alger Chapitre II de la première partie) l'organisation de la casbah ainsi que toutes les constructions composent désormais avec ce paramètre – le risque sismique – elle présente un système constructif ayant une technologie préventive adaptée à la typologie architecturale développée durant le XVIIIe siècle. Ce système a permis aux constructions d'Alger de résister aux différents séismes qui ont succédé à celui de 1716.

« Les constructions de la casbah étaient réalisées dans une pure tradition de l'art de bâtir, aussi bien pour les matériaux utilisés que pour le système structural ou la technique constructive. La maçonnerie à base de pierres et de divers mélanges de mortiers était les matériaux de base pour leur réalisation. Les murs, éléments les plus dominants dans la construction, étaient en maçonnerie de pierres de taille ou de moellons. Des murs en pisé ou en bétons divers sont tout aussi utilisés dans ces constructions. Des rondins en bois sont aussi introduits dans les murs, ce qui leur donnait plus de souplesse et de déformabilité surtout en flexion. » (DEBACHE . S, MAHIMOUD. A & SAIGHI .O)<sup>7</sup>

**Photo 15 : Rondins de bois insérés à l'intersection des arcades.**



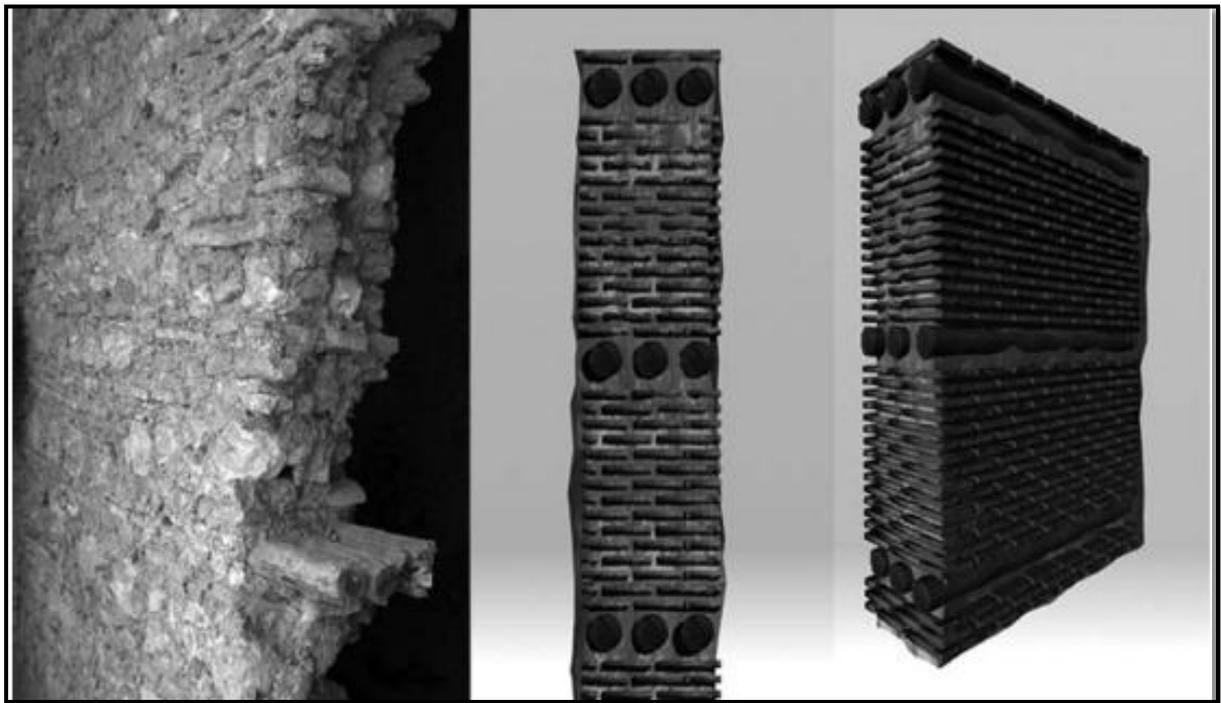
Source : A. Abdessemed-Foufa;D. Benouar; Investigation of the 1716 Algiers (Algeria) Earthquake from HistoricalSources: Effect, Damages, and Vulnerability

**Photo 16 : les planchers en bois.**



Source : A. Abdessemed-Foufa;D. Benouar; Investigation of the 1716 Algiers (Algeria) Earthquake from HistoricalSources: Effect, Damages, and Vulnerability

Photo 17 : Renforcement des murs en maçonnerie de briques par des bûches en bois.



Source : A. Abdessemed-Foufa;D. Benouar; Investigation of the 1716 Algiers (Algeria) Earthquake from HistoricalSources: Effect, Damages, and Vulnerability

Photo 18 : les q'bù.

Photo 19 : Détails des chapiteaux de la Colonne avec la présence d'une couche de trois journaux de thuyas insérés entre Les briques maçonnerie.



Source : www.wikipedia.com

Source : A. Abdessemed-Foufa;D. Benouar; Investigation of the 1716 Algiers Earthquake from HistoricalSources: Effect, Damages, and Vulnerability

En effet, tous ces éléments structuraux et architectoniques figurant sur les photos précédentes, les murs porteurs et les q'bù ou l'encorbellement, ainsi que leur typologie constructive se sont avérés sismo-résistants.

Il est à noter qu'après la catastrophe de 1716 la société traditionnelle et avec les moyens limités qu'elle possédait a su comprendre le phénomène sismique et inventer des techniques tout à fait astucieuses et efficace à l'heure actuelle.

Le séisme de Boumerdès/Alger du 21 Mai 2003 a permis de vérifier le comportement sismique de certains détails constructifs sur des éléments architectoniques. En absence de tout laboratoire d'essai pour l'évaluation du comportement sismique des techniques traditionnelles, ce séisme a joué un rôle d'un véritable laboratoire d'expérimentation.

Malgré les mutations et les aléas sismiques qu'elle a subis, la Casbah d'Alger conserve toujours son intégrité. Dans leur ensemble, les caractères esthétiques, les matériaux utilisés et les éléments architecturaux gardent leurs aspects originaux qui expriment les valeurs ayant prévalu au classement du site en 1992 sur la Liste du patrimoine mondial.

## **1.2. Alger durant les premières années de la colonisation :**

L'espace urbain Algérois est en grande partie hérité de la période coloniale qui s'est étalée sur une longue durée de 1830 jusqu'à 1962 divisée en plusieurs volets correspondant à des modes différents de production de l'espace urbain.

### **1.2.1. L'urbanisme militaire : Alger de la petite ville turque à la ville coloniale**

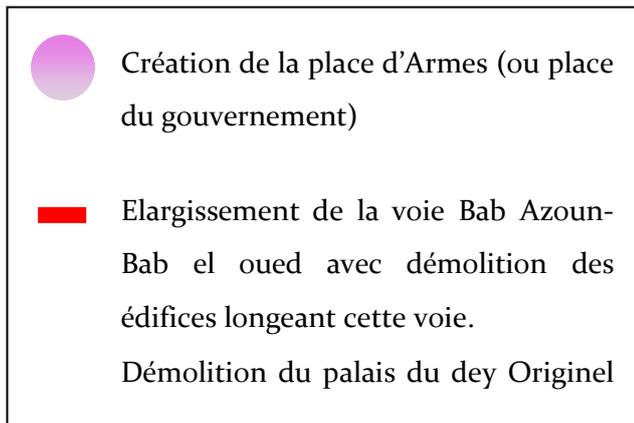
Dès 1830, les français nouvellement installés à Alger mettent immédiatement un frein à la venue des musulmans à la ville et commencèrent de nouveaux aménagements urbains. Les premières opérations de l'urbanisme militaire furent par une double action d'investissement :

- En premier plan par la construction d'une enceinte en 1840 afin d'assurer la fonction militaire de la ville.
- En second plan par le démantèlement de la forteresse turque, avec des percées de voies joignant la place d'arme construite à la basse Casbah ( Place des Martyrs aujourd'hui) à la porte « Bab Azzoune » et la marine à la porte « Bab el Ouad » ;

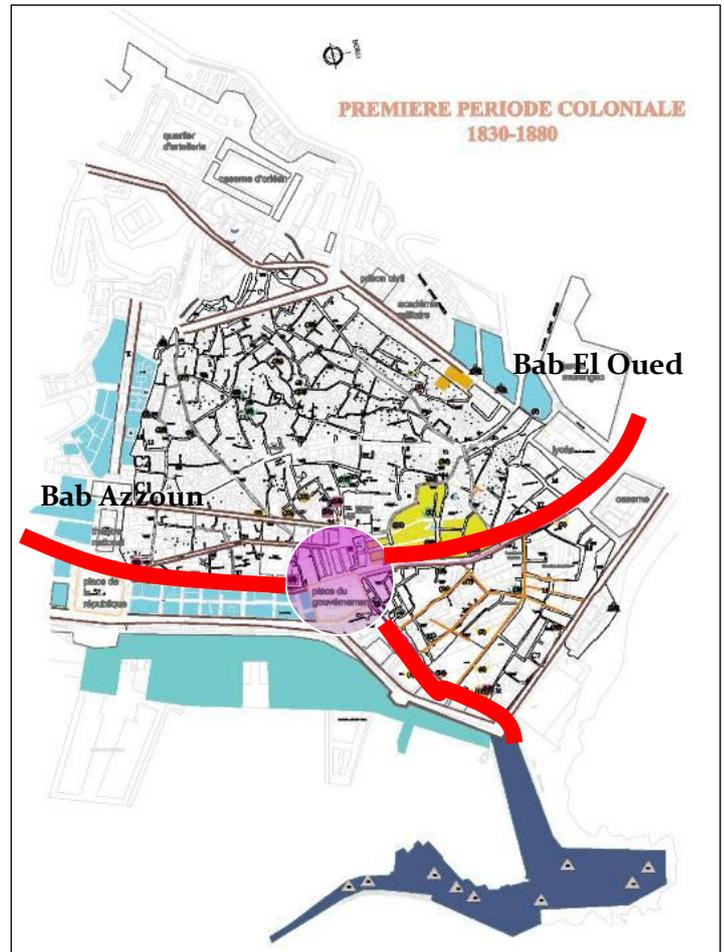
La réalisation de la place du gouvernement, lieu symbolique, achevée en 1845, illustre l'une des premières interventions françaises dans l'occupation de la ville. Ce projet, qui répond à un double souci pratique et sécuritaire, défendu par les généraux, annonce le futur modèle urbain

Hausmannien réalisé à Paris. La nouvelle place a été créée grâce à la conquête d'espace pris sur des habitations existantes (Hakimi. Z 2011)<sup>8</sup>. Au centre se dresse une statue équestre de Duc d'Orléans, inaugurée en 1845. Vers ce point vont converger les grandes artères d'Alger, faisant ainsi de la place du Gouvernement le cœur de la ville dans cette partie toujours très active depuis la régence (Hakimi. Z 2011)<sup>9</sup>. La création de cette place monumentale au centre d'Alger répondait bien évidemment à un dessein politique, celui d'affirmer au cœur même d'Alger, la présence et la puissance de la France.

Carte 24 : Alger à l'époque française en 1846.



Source : ministère de la culture wilaya d'Alger, plan permanent de sauvegarde et de mise en valeur du secteur sauvegarde de la casbah d'Alger



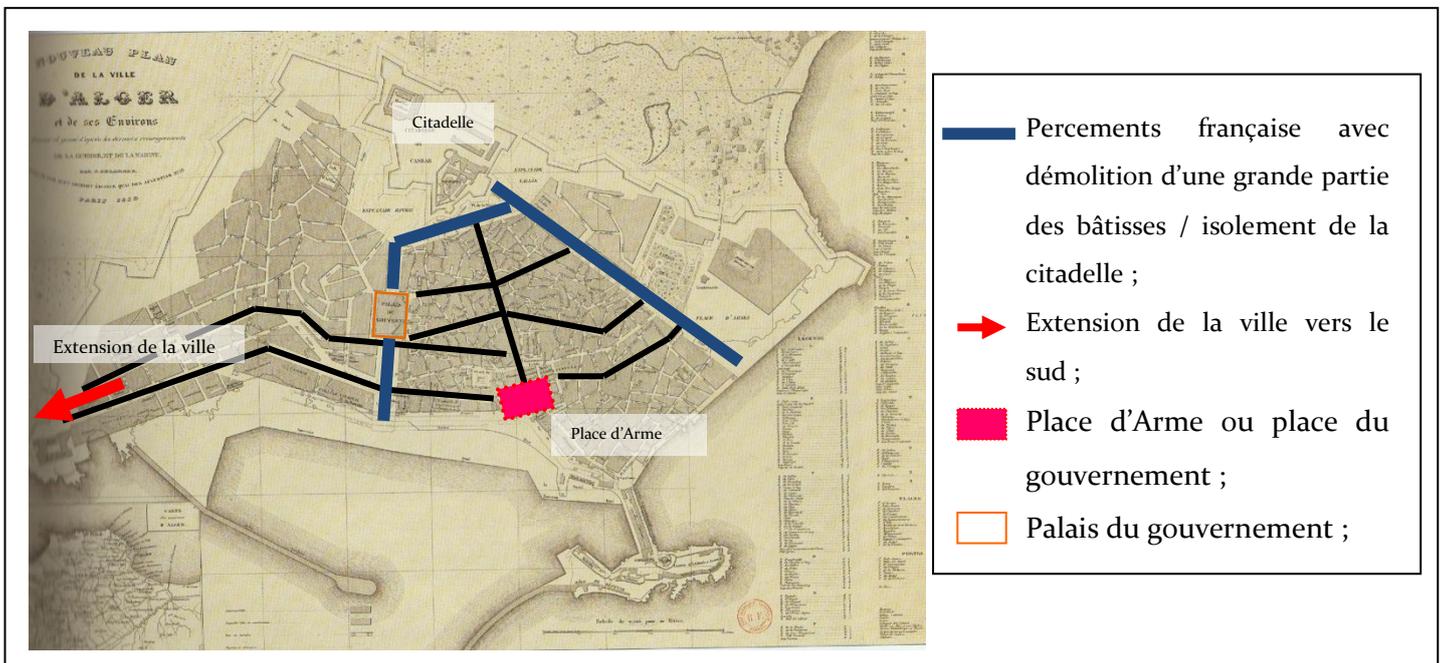
### 1.2.2. Deuxième modèle colonial : De 1845-1889

Cette étape correspond à une autre phase de réorganisation administrative, c'est l'extension linéaire de la ville liée à sa fonction portuaire. La ville se développe le long de sa baie, vers le sud, en façade sur la méditerranée préservant et développant sa fonction portuaire.

Durant cette phase, les occupations militaires se sont accentuées, engendrant des démolitions systématiques des bâtisses anciennes (environ « 300 bâtisses ») (A-M SAHLI 1990)<sup>10</sup> pour permettre l'élargissement des voies principales dans la partie basse, la partie centrale et la partie haute :

- En isolant la ville de sa citadelle et de son contact avec la mer.
- un quadrillage systématique, matérialisé par les boulevards actuels Ourida Meddad ,Hahhad Abderezak , la rue de la Victoire, a été mis en place pour isoler la médina de l'ensemble de la ville ;
- Et enfin la rue Rondon pour isoler la partie basse de la partie haute de la casbah ;

Carte 25 : Alger à la deuxième période Coloniale 1850.



Source : Zohra Hakimi ; Alger, politique Urbaine 1846-1958

«Le mode d'urbanisation ainsi, adopté par les ingénieurs de génie obéit à des règles simples, l'alignement et l'embellissement qui trouve son origine et ses fondements dans l'art urbain, mais qui est aussi régi par de caractère général et des prescriptions d'hygiènes. » (MAOUI . S. 2000) <sup>11</sup>

Le tracé régulier est choisi pour faciliter la circulation, la salubrité, l'écoulement des eaux, l'éclairage et aussi pour des raisons plutôt économique et défensive, en cas de révolte on peut aisément cantonner la population.

Comme pour le reste des villes nord du pays ex : de Constantine et Annaba, Alger n'échappe pas , la ville coloniale est juxtaposée de part et d'autre à la Casbah pour contrôler et marginaliser le noyau historique en plus de la position stratégique vis à vis du port sauf que pour Alger, cette juxtaposition et suivie par des percements et des amputations de la ville ancienne qui ont duré pendant toute la période coloniale . Phénomène spécifique à Alger , la médina de Tunis et celle du Maroc , n'ont pas connu le sort réservé à la casbah d'Alger . Cette opération s'est effectuée par l'intégration de l'ancien faubourg de Bab Azzoune au sud et presque simultanément par l'extension de Bab el ouad au nord. Les deux quartiers sont édifiés pour accueillir la population européenne. De cet état de fait il en résulte la répartition suivante : le quartier populaire au nord, les administrations dans la partie ouest

et sud et la population Algérienne musulmane confinée dans l'espace restreint de la cité : de la haute Casbah jusqu'à la marine (A-M SAHLI 1990) <sup>12</sup>.

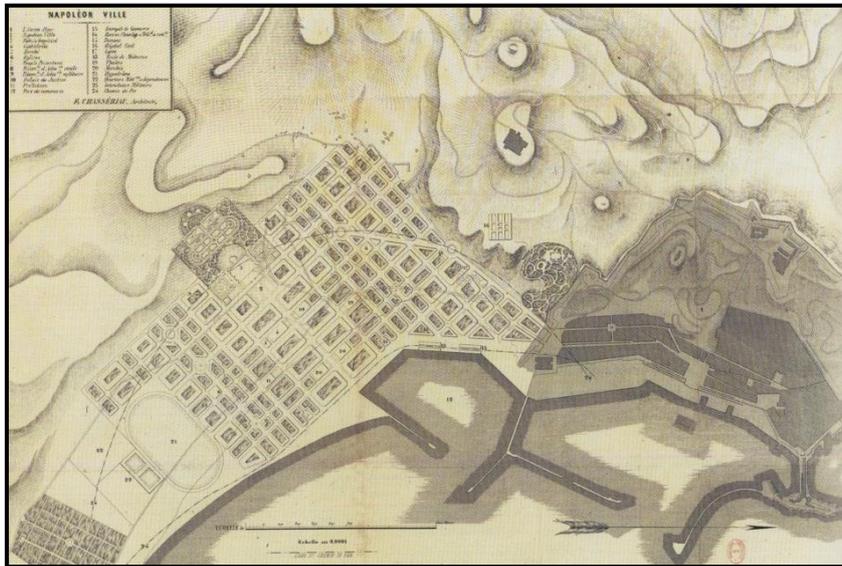
Sur les hauteurs, de riches résidences européennes succèdent aux anciennes villas de l'aristocratie turque, c'est le développement de « Mustapha Supérieur » (banlieue sud) et du village d'El Biar .

En 1866, Alger compte 63000 habitants : 50000 européens et 13000 musulmans (A-M SAHLI 1990)<sup>13</sup>.

#### 1.2.2.1. La croissance de la ville de 1846 à 1889 :

De 1848 à 1880, l'urbanisme colonial a introduit le plan d'embellissement et de mise en ordre de la croissance urbaine pour Alger. Il s'agit du plan de Guiaucham /Delaroche (DAOUDI.M 2010) <sup>14</sup> qui n'était pas réalisé dans son intégrité mais, ses grandes orientations furent respectées .c'est le premier plan d'alignement de la ville d'Alger, approuvé par le ministre de la guerre et mis au point en 1858. Il met en place les éléments essentiels du tracé englobant les deux villes européennes et la casbah. Il constitue à la fois, plan d'Alignement et plan directeur. Il fixe des réserves pour l'établissement des différents services publics, militaire et civils.

Figure 19 : Plan de Guiauchamp 1848



Source: Deluz. J.J (1988) : l'Urbanisme et l'Architecture d'Alger,

Ce plan propose Le déplacement du centre au sud-est afin d'établir sur la ligne de fortification de 1848. La ville commerciale et cantonnée aux abords immédiat de l'ancien et du nouveau port en projet tandis qu'une trame orthogonale régulière est plaquée sur l'ensemble du nouveau territoire sans tenir compte des faubourgs et des voies existantes témoignant de nouvelles préoccupations : esthétique, salubrité, aération ... C'était la première tentative de protéger la ville nouvelle dans son site, comme plus tard les images de Le Corbusier, celle-ci est restée dans les tiroirs.

Eugène de Rodon (fils de Guiaucham) produit un nouveau plan de la ville en 1884 à partir duquel on démolira les fortifications (1894-1900). Car dès 1832, se développe l'idée de construire en extension

vers le sud de la ville une cité rationnelle, en bordure de la baie d'Alger. Elle comprendrait naturellement l'Aménagement du port et des quartiers industriels.

Les réalisations de cette période marquent en effet la première rupture morphologique avec la médina « casbah » d'Alger. Selon Lespès, c'est à ce moment qu'il faut situer la mutation d'Alger de ville militaire en centre tertiaire (DELUZ. J. J . 1988)<sup>5</sup>.

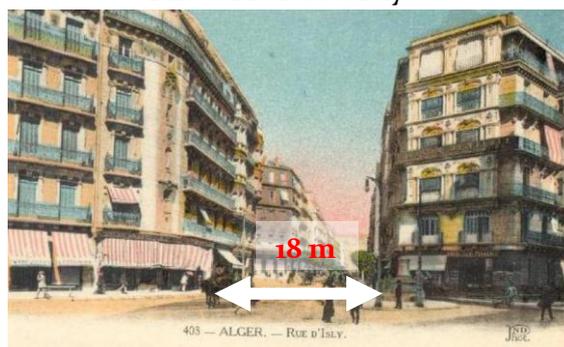
De 1865 – 1873, les crises successives que traversent la Colonie tout entière anéantissent tout espoir d'attirer les capitaux nécessaires à de pareilles entreprises d'agrandissement et d'embellissement, même si toute préoccupation de cet ordre n'a pas disparu, comme en témoigne la construction du boulevard de l'impératrice qui débute en 1860. Par ailleurs les épidémies de choléra de 1865 et de 1867 et le séisme du 2 Janvier 1867 soulève des questions de sécurité et d'hygiène.

#### 1.2.2.2. L'urbanisme spéculatif :

La deuxième phase débute en 1870, Alger est devenue capitale administrative et connaît un grand essor économique. Dès la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, la banlieue commence son déploiement vers le sud-est, le long du littoral, c'est « Mustapha<sup>i</sup> inférieur », puis elle continue au-delà de la place du champ des manœuvres (place 1<sup>er</sup> Mai Aujourd'hui) à Belcourt et au Hamma. Elle se développe au même temps vers le sud, sur les premières pentes qui dominent la voie ferrée. Beaucoup de travaux sont alors réalisés : L'agrandissement du port, la construction de deux gares, l'installation du tramway en 1876 qui dessert en 1895 la ville depuis St Eugène (Bouloughine) jusqu'au jardin d'essai (Hamma).

Et pour la Casbah, une grande partie des constructions anciennes fut démolie notamment au niveau de la partie basse pour laisser place aux grands équipements formant un obstacle qui dévalorise le site historique. L'extension de la ville, après l'isolement de la médina, s'est faite vers le sud (quartier d'Isly) et vers l'ouest (caserne militaire). Tout en ouvrant de larges voies de proportions grandioses et ambitieuses (comptant 18 mètres de largeur c'est-à-dire bien plus qu'une métropole à la même époque).

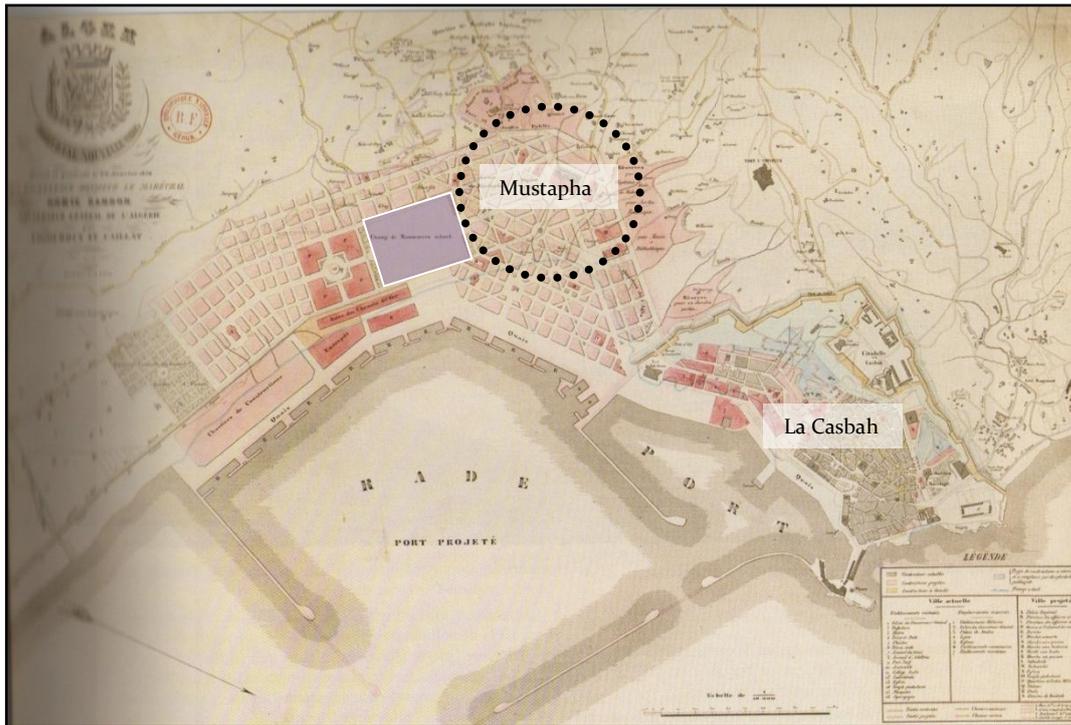
Photo 20 : Rue d'Isly



Source : Google image

<sup>i</sup> Mustapha : est un prénom comme Mohamed donnée à une partie de la ville. C'est aussi le prénom du dernier Dey d'Alger

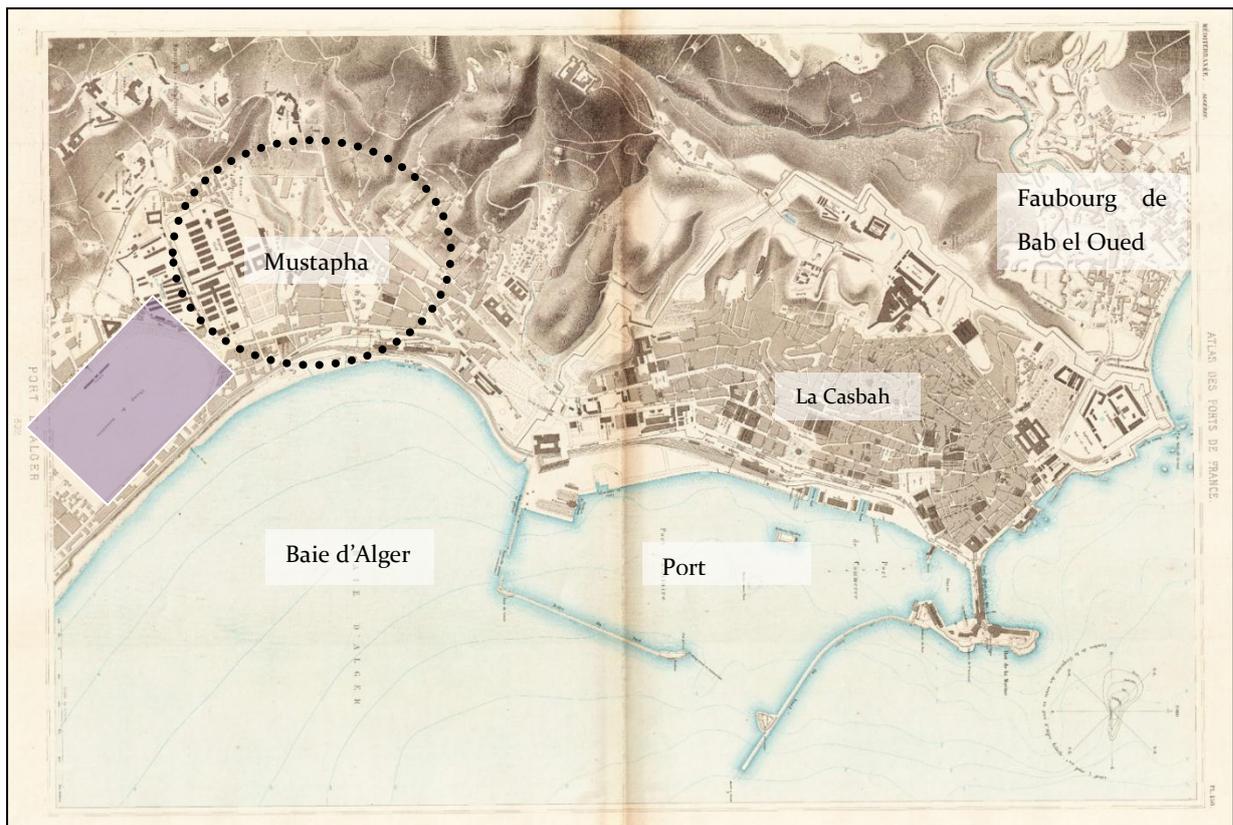
Carte 26 : Projet de ville nouvelle à Mustapha, le Hamma et Belcourt (non réalisés) 1858



Place des champs de manœuvre
  Implantation de la ville nouvelle de Mustapha

Source : Zohra Hakimi (2011) : Alger, politique Urbaine 1845-1956

Carte 27 : Alger et son port en 1892



Source : Atlas des ports de France Pl.158

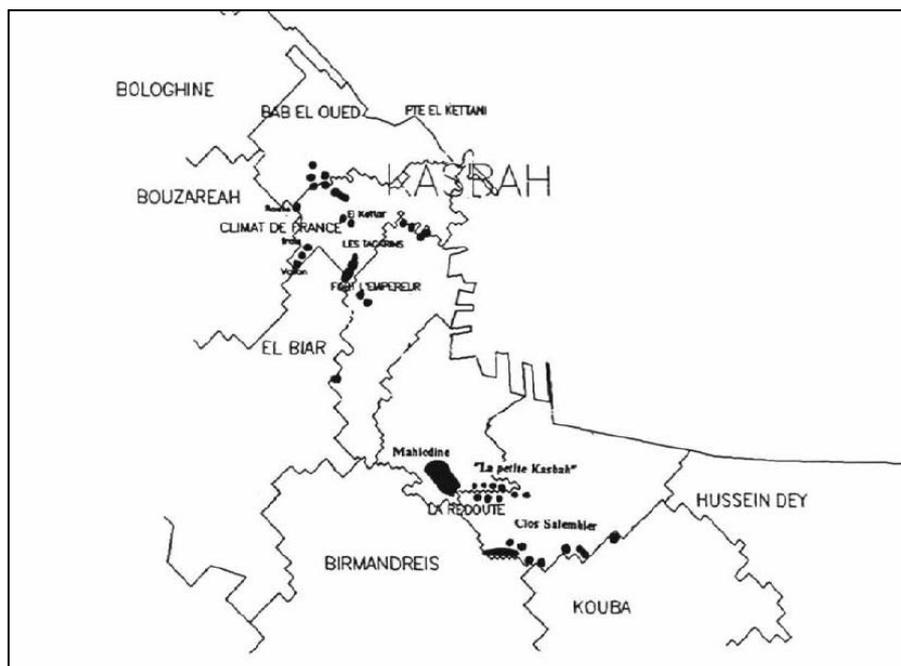
## 2. Moderniser la ville coloniale :

### 2.1. Extension d'Alger : depuis 1900

Avec La construction des premières voies de communication vers le Sud et l'Est du pays , l'extension de la ville d'Alger s'est faite le long de ces tracés : d'abord c'est vers Hussein Dey et Maison Carrée (actuelle commune d'El Harrach), qui suivent les axes routiers puis ferroviaires qui mènent vers l'Est (Alger-Aumale); ensuite vers Birmandreis et Kouba, qui suivent le début du tracé vers le Sud de l'Algérie (Alger-Laghouat). En même temps, Alger s'installe sur les pentes de son amphithéâtre naturel, d'abord au plus près, à El Biar, la route vers Blida est une ouverture vers l'Ouest et le Sud, puis de plus en plus loin du centre : la Colonne Voirolle, Hydra, le plateau des Annassers (commune de Kouba), le plateau de l'Oued Ouchaïah (commune de Hussein Dey).

La structure du développement urbain de la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle est amorcée. Les quartiers actifs et populaires d'Alger s'étendent vers le Sud-Est dans une étroite bande de terre relativement plate, resserrée sur moins d'un kilomètre (A-M SAHLI 1990)<sup>16</sup>, entre la mer et les premières pentes, jusqu'à Hussein-Dey et El-Harrach exposés aux risques multiples . Les quartiers riches se constituent à partir d'îlots résidentiels qui s'installent librement sur les hauteurs jusqu'aux communes limitrophes d'Alger : El Biar, Birmandreis, Bouzaréah, Kouba.

**Figure 20 : localisation des bidonvilles d'Alger (situation vers 1960)**



Source : ANNE-MARI SAHLI ( 1990) ..

### **2.1.1. Période de 1900-1930/1940 :**

Cette période se distingue de la précédente par une forte croissance démographique, dans les divers quartiers, plus homogène et plus régulière dans les premiers temps entre les deux ethnies.

- Entre les deux guerres, une partie des colons européens installés à l'intérieur déménage pour venir et occuper Alger centre (quartier de Mustapha).
- Aussi, pour les musulmans : un nombre de paysans émigrent de Kabylie, région surpeuplée et dégradée en regard des ressources disponibles, s'installent à la Kasbah et dans les quartiers du Hamma et de Belcourt .

En 1926, les deux ethnies se partagent la ville. La population européenne est la plus nombreuse. C'est surtout dans les communes alentour d'Alger que s'installent les migrants musulmans venus de l'intérieur. Les déséquilibres apparaissent dès cette période :

« ...au surpeuplement du quartier de la Casbah s'ajoute la pénétration de la population musulmane dans les quartiers coloniaux dégradés ou misérables (Belcourt), et l'apparition des premiers camps périurbains qui consacrent une ségrégation recouvrant cette opposition sociale d'une évidence ethnique». (A-M SAHLI)<sup>7</sup>. En 1926, Alger compte 260000 habitants : 190000 Européens, 70000 musulmans.

L'Alger européen, qui a d'abord occupé le rivage de Bab El Oued jusqu'au Champ de Manœuvre, se développe sur les pentes immédiates de Mustapha Supérieur et, progressivement, s'étale sur les hauteurs, à El Biar et à Hydra. L'Alger musulman est subdivisé. Dans le centre-ville, la population musulmane se situe de part et d'autre de la ville européenne, au Nord, dans la Casbah et au Sud, au-delà du Champ de Manœuvre.

### **2.1.2. La configuration urbaine : l'opposition entre les quartiers historiques et les quartiers d'extensions :**

La configuration urbaine de la ville révèle l'opposition entre les quartiers historiques et les quartiers d'extensions. C'est ainsi que l'accroissement de la population va de pair avec l'extension de la ville. A travers l'examen de cette morphologie, la ville d'Alger se révèle comme un espace divisé en deux entités distinctes en fonction de ségrégation sociale et fonctionnelle. C'est ainsi que les deux extensions à prédominance musulmane de la ville s'étendent, loin et vite vers le nord-ouest : climat de France, frais vallon, Bouzeréah et de l'ouest : Hussein Dey, Ruisseau, Harrach. Ces deux extensions latérales enserrant de part et d'autre l'Alger européenne de quartiers et de plus en plus peuplés. A partir de 1930 la ville s'est scindée en deux, Alger européenne planifiée et régulière encerclée par une Alger musulmane composée de bidonvilles périphériques. En effet c'est cette période qui marque le développement excessif des bidonvilles autour d'Alger qui persistent à nos jours. Ces derniers rendent la ville de plus en plus vulnérable au simple mouvement sismique.

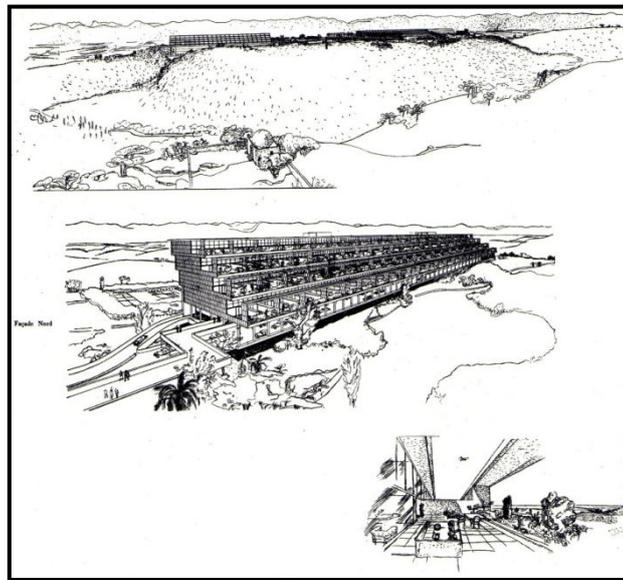
## 2.2. Planification urbaine et plans d'urbanisme :

En parallèle cette même période (le milieu de XIX<sup>e</sup> et le début du XX<sup>e</sup> siècle) marque une mutation profonde par rapport aux précédents plans d'alignements<sup>ii</sup> « dès 1931, Alger fut dotée de son plan d'aménagement et d'extension qui a conduit, en 1937, à la création d'une région algéroise d'urbanisme.» (MAOUI . S. 2000)<sup>18</sup>

Suite à l'application pour la ville d'Alger de la loi du 14 Mars 1919 – 19 Juillet 1924 sur les P.A.E.E des villes et l'extension de la loi Cornudet (1919-1924). Une série de projets de P.A.E.E ont été proposés, on peut citer :

- le 1<sup>er</sup> projet d'aménagement de la région d'Alger 1930-1936 élaboré par Henri Prost et Maurice Rotival que la topographie particulière d'Alger avait conduits à projeter un ensemble de circulations souterraines permettant d'éviter à peu près toute expropriation importante. Un tunnel hélicoïdal et des autoroutes ont été mis au point pour permettre une circulation rapide(HAKIMI. Z. 2011)<sup>19</sup>.
- Le plan de René Danger 1930 : « le premier élément constitutif de ce plan est donc le réseau viaire, représenté par la circulation, les places, les espaces libres. Le second élément concerne la circulation, le bâti, qui n'est autre pour R. Danger que la physionomie de la ville. » (HAKIMI. Z. 2011)<sup>20</sup>
- Le plan d'aménagement de Le Corbusier 1933: ce plan s'appuie à divers degrés sur les principes de la « ville radieuse ».

**Figure 21 : Projet d'ensemble d'habitations proposer, Durand, domaine de Bजारah , Oued ouaichiah , 1932-1933, perspective d'ensemble**



Source : Zohra Hakimi (2011) : Alger, politique Urbaine 1845-1956

<sup>ii</sup> Voir plan de Guiaucham 1848

« C'est un plan rationnel. Les bâtiments et les unités d'habitation en forme Y ne sont plus liés entre eux, ne suivent plus la configuration du terrain, mais ressemblent à des objets libres. Il exalte la fragmentation par 'autonomie des blocs, composé d'un système d'autoroutes traditionnel remplace le viaduc. C'est un plan qui annonce l'urbanisme des années cinquante, la plasticité et le lyrisme des projets obus n'apparaissent plus. Bien que la casbah soit conservée, le gratte-ciel, point focal et symbolique, est déplacé du quartier de la marine vers le Bastion XV, c'est-à-dire vers la ville européenne. (HAKIMI. Z. 2011)<sup>21</sup>. Dans ce contexte Le Corbusier met une dichotomie, une séparation et une ségrégation nette entre les deux parties de la ville.

**Figure 22 : Le Corbusier, projet d'aménagement et proposition d'implantation du gratte-ciel dans le quartier de la marine.**



Source : Zohra Hakimi ; Alger, politique Urbaine 1845-1956

Si les P.A.E.E, porteurs de nouvelles conceptions de la ville, sont plus des projets théoriques que des plans d'aménagement, ils représentent néanmoins un moment fondateur de l'élaboration de la ville contemporaine. Ils donnent à voir une nouvelle représentation de la ville, une image, une projection de l'avenir.

Cependant, le P.A.E.E d'Alger demeure tout à fait remarquable, il constitue un dossier complet dans le sens où il comporte toutes les phases d'élaboration, depuis les approches théoriques, débats de fond, débats sur les formes d'exécutions jusqu'aux opérations de constructions, telles que le port et le projet de gare maritime, les logements à bon marché, ainsi que la sauvegarde des quartiers anciens et la mise en place d'un règlement de police.

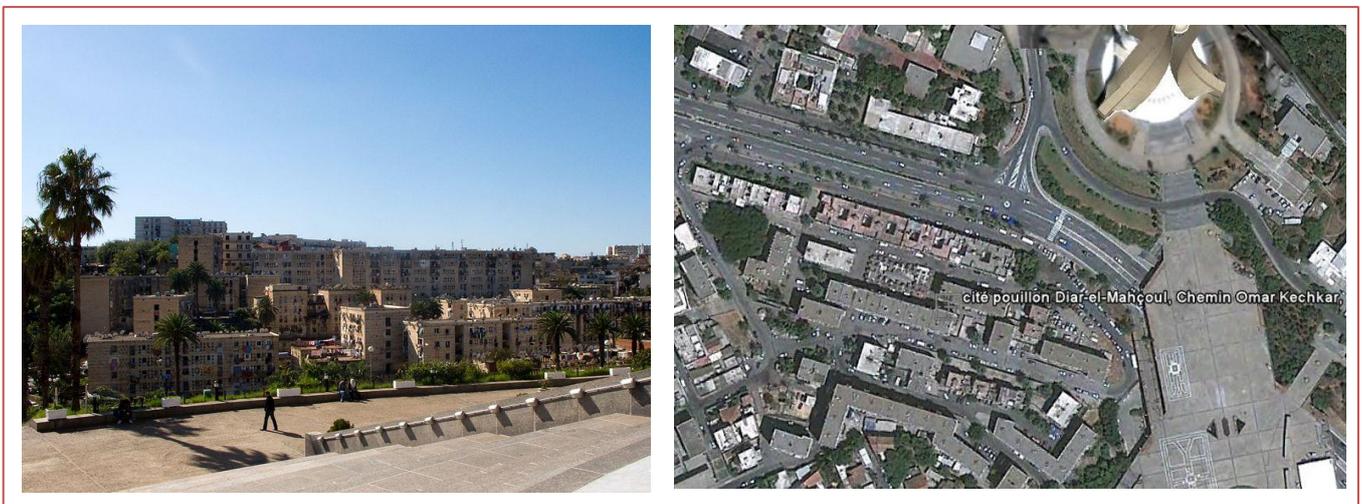
Donc, c'est cette période qui marque l'introduction de la planification urbaine ainsi que le plan d'urbanisme comme outil nécessaire pour la gestion de la croissance urbaine à grande échelle. Elle a été particulièrement marquée par la célébration du centenaire de la colonisation qui s'est couronné par le lancement de plusieurs projets : Hôtel de la ville (1935), bureaux du gouvernement général (1930), Maison des étudiants (1935), maison de l'agriculture (1933), foyer civique (1935), musée des beaux-arts (1930). (Bulletin d'informations architecturales 1984)<sup>22</sup>

### 2.2.1. Période de l'urbanisme fonctionnaliste : (1940 -1954)

Dès 1940, Alger est scindée en deux, d'où l'encerclement de l'Alger Européenne par des bidonvilles périphériques : *« Ils constituent une sorte d'auréole surplombant la ville »* (A-M SAHLI 1990)<sup>23</sup>. A cette période les bidonvilles regroupent près de 100 000 Habitants (A-M SAHLI 1990)<sup>24</sup>, la petite Casbah, Mohiédine et le clos Salombier à la fois enclavé et surplombant Alger se développent et s'étendent rapidement. La crise urbaine s'intensifie en effet après 1945, l'exode rural des algériens musulmans s'aggrave on assiste à un nouveau démantèlement de la Casbah, la ville arabe devient une zone d'accueil des ruraux. *« Elle enfle, se boursoufle, la densité est extrêmement forte pour une zone urbaine aux maisons basses traditionnelles »* (A-M SAHLI 1990)<sup>25</sup>. La crise de logements se traduit, pour les européens les plus défavorisés, par la création de logements sociaux semblables aux grands ensembles de la métropole. En même temps et sur des terrains libres, difficiles à construire (au fond des ravins et les flancs de coteaux) se développent des bidonvilles accueillant les musulmans, une situation que l'administration coloniale souhaite endiguer.

Depuis la mise en place du plan régional d'urbanisme en 1848, des cités de relogement de faible confort et pour la plupart d'une qualité architecturale médiocre sont réalisés pour accueillir cette population. *« Jusque-là on a offert aux musulmans que du bidonville perfectionné ou des cités de recasement servant à la résorption de l'habitat précaire »* (HAKIM.Z 2011)<sup>26</sup> sous intitulé l'habitat social, ce sont les cités de Dar es Saada, de Dar El Maçoul à El Madania, , des Cent Fontaines, à l'Ouest des Carrières Jaubert (Bab El Oued) et La « cité des deux cents colonnes » construite dans le quartier de « Climat de France » (Oued Koriche) sont édifiées.

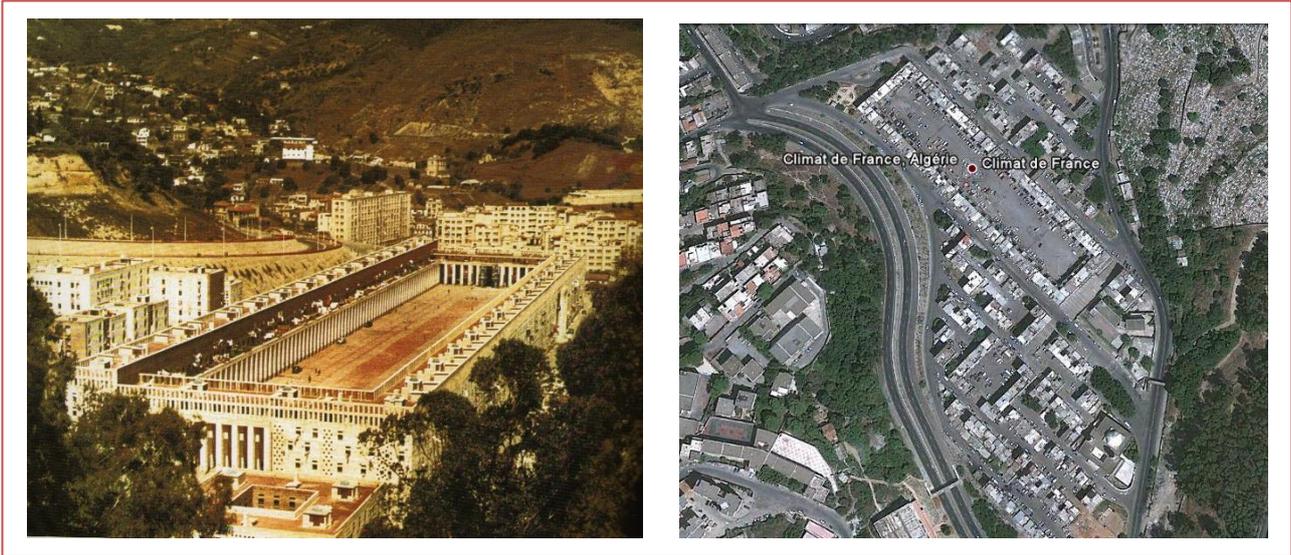
Photo 21 : Cité de Dar El Mahçoul.



Source: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

Source: Google earth 2011

Photo 22 : Climat de France.



Source : Zohra Hakimi ; Alger, politique Urbaine 1845-1956

Source : Google earth 2011

Photo 23 : Cité de Diar es-Saâda.



Source : Google earth 2011

Source : Google image

Ces cités ont été réalisées dans le cadre du programme d'amélioration de l'habitat d'Alger lancé par Jacques Chevallier, maire d'Alger à l'époque, afin de faire face à l'explosion démographique et au problème des bidonvilles qui ceignent la ville d'Alger. Il nomme alors Fernand Pouillon architecte en chef de l'office des HLM de la ville pour construire rapidement deux cités pouvant accueillir plusieurs milliers de logements. A dater de cette époque, la ville coloniale est investie. En 1954, Alger compte 580000 habitants : 280000 Européens, 300000 musulmans (A-M SAHLI 1990)<sup>27</sup>.

Après la Seconde Guerre mondiale, ce mouvement architectural reste marqué par une exigence de qualité et le respect de l'identité du pays. Alger verra naître, en 1954, la première agence d'urbanisme française autour d'E. Dalloz et G. Hanning proposant une méthode de maîtrise de l'urbanisation et de l'évolution des paysages et une alternative à l'urbanisme moderniste. Cependant, cette recherche

de qualité en architecture, autour de cette école d'Alger, se heurte à la mise en place du plan de Constantine en 1958, dernière tentative pour fonder des structures économiques néo-coloniales. La France inaugure en Algérie la formule des ZUP.

Le plan prévoit la construction de 50 000 logements par an, 18 000 sont livrés en 1958. Une gigantesque machine est mise en place devant laquelle l'agence du plan d'Alger, avec ses préoccupations paysagistes, fait pauvre figure.

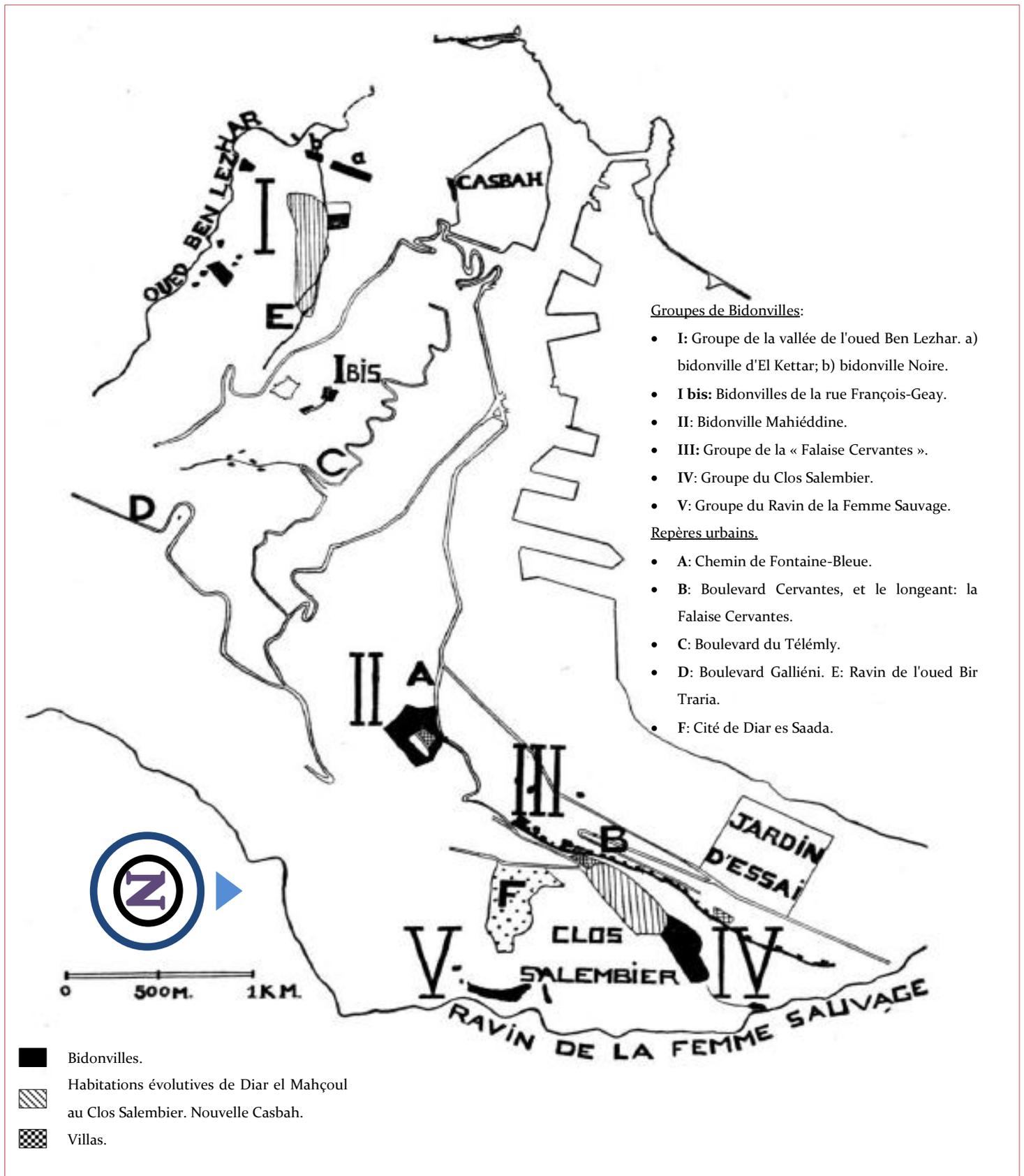
#### **2.2.1.1. Les bidonvilles et leurs terrains d'assiettes :**

Légalement, il n'y a pas de « terrains à bidonvilles »; il est interdit de les construire. Aussi, au départ au moins, les bidonvilles se sont-ils installés dans des endroits reculés, où la police et les services municipaux ne pouvaient les voir. C'est ce qui explique leur emplacement dans des fonds de ravins, au sommet des pentes et leur absence dans les quartiers du centre, sauf près de la Casbah où on les trouva longtemps pittoresques. Les terrains d'assiettes des bidonvilles sont ceux sur lesquels il n'a pas été intéressant de construire autre chose. Topographie et situation juridique sont les deux agents de cette localisation.

On peut classer les terrains à bidonvilles en quatre catégories essentielles. En premier lieu, il faut noter les terrains dangereux, éboulés, n'appartenant à personne (PELLETIER.J 1955)<sup>28</sup>. De ce type sont la plus grande partie des bidonvilles situés sous les falaises croulantes de la villa Sésini, ceux de la moitié du boulevard Galliéni, là où le revêtement sableux et argileux de la pente glisse inexorablement vers le bas en entraînant murs et maisons, le fond du ravin de l'Aïn Zeboudja, et d'une façon générale presque tous les bidonvilles.

Une deuxième catégorie très importante est celle construite sur des terrains municipaux. La ville d'Alger est propriétaire de nombreux lots dont elle ne s'occupe pas lorsqu'elle n'en a aucun profit immédiat: terrains sans vue, à forte pente. A ce type appartiennent les bidonvilles compris entre les deux cimetières d'El Kettar, ceux du ravin de Frais Vallon, ceux de Nador et Mansali pour leur plus grande part. Autre sorte de terrains propices à la construction de baraques: ceux qui ont une situation juridique compliquée et sont abandonnés depuis longtemps par leurs propriétaires. Le plus grand des bidonvilles, Mahiédine, est dans ce cas: terrains appartenant en principe à la ville, aux H.L.M. et aux œuvres sociales de la Marine.

Carte 28 : répartition des bidonvilles à Alger



Source : [http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/geoca\\_0035-113x\\_1955\\_num\\_30\\_3\\_1923](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/geoca_0035-113x_1955_num_30_3_1923)

Le bidonville Noire est dans l'ancien jardin de la villa du peintre du même nom, décédé sans héritier; le terrain, sous séquestre, est loué 200 francs par an à une locataire habitant dans la maison de Noire. Enfin des bidonvilles se sont élevés en terrain privé: ceux de la bordure du ravin de la Femme Sauvage, Aboulker, Vinci, bidonvilles de bon rapport pour les propriétaires des terrains, nous le verrons. La dispersion des bidonvilles dans la cité correspond donc à celle des emplacements possibles, favorisée d'ailleurs par une topographie particulièrement chahutée et aux diverses possibilités, légales en quelque sorte, de leur établissement. Quant aux bidonvilles eux-mêmes, on ne les comprend qu'en étudiant leurs habitants, leurs conditions de vie et leurs espoirs, en sachant pourquoi ils tiennent une grande place dans la vie de la cité.

#### **2.2.1.2. Le plan de 1948 densification du tissu existant et extension Est:**

Il ouvre Alger sur la plaine et les plateaux par de larges voies pénétrant le ravin de la femme sauvage et le frais vallon. Ce faisceau croisait la voie littorale et celle de la corniche des hauts d'Alger. La croissance Nord-sud et est-ouest était ainsi clairement signifiée. Une direction d'urbanisation présentant des compromis par rapports aux séismes.

- La zone industrielle était fixée à Oued S'mar et Gué de Constantine (deux communes à forts effets sismiques) en bordures des voies fermées raccordant Alger à l'est et à l'ouest.
- L'habitat comprenait quatre zones :
  - Une zone résidentielle périphérique de standing moyen, composait de villas, groupement d'immeubles et jardins publics.
  - Une densification du tissu ancien par l'occupation des espaces interstitiels en zone de lotissements. On y prévoit des habitations sur RDC avec un COS= 30% (BOUNAB.J 1991)<sup>29</sup>.
  - Une zone de protection des ravins, avec une zone périphérique dense pré-rurale.
  - Et une zone rurale qui devait faire ceinture et indiquer le périmètre d'agglomération.

En fait ce zonage légalisait un état de fait en tentant d'y amener de l'ordre.

#### **2.2.1.3. Le plan de 1958 traduction spatiale du plan de Constantine:**

Quant à ce plan, il tenta d'infléchir, le sens de la croissance d'Alger en direction Est et Sud qu'il formalisa par la fameuse équerre. Il enrichit le réseau routier d'échangeur aux carrefours du littoral.

- La zone industrielle quant à elle fut déplacée à Rouiba-Reghaia par les spécialistes du plan de Constantine et ne figurant sur le programme d'action d'urbanisme que comme état de fait.
- Le zonage des aires urbaines était spécifié par une technique graphique, en négatif les sols non autorisés à la construction.

### **2.2.2. Nouvelles données ethno-démographiques, mais permanence des structures socio-spatiales (1954 -1962) :**

Très vite lorsqu'on aborde cette période de l'urbanisation d'Alger apparaît un saut brutal dans la taille des opérations. Celle-ci est lisible dans le paysage algérois à l'échelle des œuvres de grandes cités, groupements d'habitat verticaux l'avant plan visible du littoral.

Ce contraste d'échelle est le résultat d'une politique des grands ensembles enclenchée dès 1954. La caractéristique d'un tournant important dans la politique urbaine coloniale en matière de logement social, est certainement de la cité double.

Ce contraste s'accroît avec le programme d'habitat du plan de Constantine et s'accompagne d'une perte de qualité architecturale du grand ensemble. Les grandes aires de localisation des activités se sont confirmées, en même temps que la politique du logement social, reproduisait les mécanismes de la ségrégation sociale et ethnique de l'habitat entamés déjà dès 1930.

De larges mouvements de population se sont produits en 1962, au moment de l'indépendance, mais aussi déjà bien avant, sans qu'il soit possible d'apporter des informations précises. Dès 1957, la Bataille d'Alger secoue fortement l'organisation de la ville. Période troublée, jusqu'au-delà de 1962, les moments d'observation, avec références chiffrées, avant et après l'indépendance, sont constitués par les recensements : celui de 1954, puis celui de 1966. En 1961, Robert Des cloîtres écrit : *« Accélération de l'histoire, l'Alger du Centenaire marque la fin d'une période. En un siècle la ville coloniale a conquis son site, marqué de son empreinte exclusive la cité, imposé, par la force du nombre et de la puissance, son éthique. La ville venue "d'ailleurs" a enserré, démantelé en partie la Kasbah qui n'est plus que le quartier indigène (...). Mais déjà, des ruraux ébranlent l'édifice. Le bled descend sur la ville (...). Les nouveaux venus vont s'emparer de tous les espaces disponibles, c'est-à-dire les plus excentriques ou les plus défavorisés par le relief; en un mot tout ce que la ville européenne a négligé ou rejeté se trouve rapidement envahi par les néo-citadins »* (A-M SAHLI1990),<sup>30</sup>

De 1954 à 1962, trois cents mille européens quittent Alger, cinq cents mille Algériens arrivent, les migrants s'installent tant dans la ville qu'alentour. *« En 1960, la population des bidonvilles est évaluée à 140000 personnes »* (A-M SAHLI1990)<sup>31</sup>. L'étude de la récupération du patrimoine foncier dans la ville serait sans doute fort probante à ce niveau de l'analyse et ouvrirait d'autres angles d'observation-compréhension des passations qui se sont alors produites. Juste avant l'indépendance, les transactions immobilières ont été nombreuses. Il y eut incontestablement un moment d'importantes tractations immobilières et le patrimoine foncier n'a pas été récupéré sans objectif. Déjà, les acteurs de la bourgeoisie algérienne naissante investissaient à El Biar et à Hydra. De même, dès 1957-58, ont été instaurés des mécanismes de reprise des infrastructures commerciales, tant en ce

qui concerne les grandes installations que les magasins des principales artères commerçantes de la ville.

Au moment de l'indépendance, toute cette organisation, légale ou semi-légale de transfert, a basculé. Les logements et locaux de toutes natures, abandonnés par les Européens et qui n'avaient pas été cédés avant 1962, ont été occupés par les Algériens.

Ces locaux ont d'abord été déclarés «*Biens vacants*», ils sont ensuite devenus «*Biens de l'Etat*», théoriquement gérés par les instances régionales représentatives de l'Etat, la Wilaya d'Alger. Ces locaux sont, depuis ces dernières années, proposés à l'achat des personnes qui les occupent. La reprise, par les nouveaux dirigeants de l'état algérien, des fonctions centrales décisionnelles, dans les mêmes lieux (siège du Gouvernement, Préfecture, Tribunal, Mairie, banques,...) a renforcé la structure spatiale déjà existante, Alger devenant capitale d'état.

### 2.2.3. L'urbanisme colonial et le phénomène sismique :

Durant toute la période coloniale, Alger n'a pas connu un véritable évènement sismique qui mérite d'être cité sauf les quelques secousses qu'ils l'ont ébranlée d'une faible magnitude. Pour la période pré-instrumentale, Alger a subi 16 secousses alors qu'après l'instrumentalisation, on recense presque chaque jour une secousse de très faible magnitude non ressentie, cela est tout à fait normal.

Cependant, durant cette période, quatre séismes localisés dans la partie sud-ouest d'Alger ont causé des dommages modérés sur quelques bâtisses. A titre d'exemple, pour le séisme de 1876, «*les dommages ont été signalés à la ville coloniale. On dénombre le clocheton de l'horloge de l'hôtel du trésor qui fut très endommagé et son cardon jeté hors du châssis ainsi que quelques maisons lézardées.* » (ABDESSEMED-FOUFA. A 2007)<sup>32</sup>

A cet égard ; les autorités Françaises de l'époque furent très sensible à ce phénomène qui menaçait Alger. C'est ainsi que Bugeaud, alors gouverneur général, demande en 1844 à la direction du Génie de définir des règles pour les constructions en Algérie, les ingénieurs du Génie français se réfèrent aux dispositions de la ville et des maisons mauresques de la casbah d'Alger pour formuler des conseils à suivre en matière d'urbanisme et d'architecture. Le colonel Charon, directeur du Génie en Algérie, adresse ainsi une longue note au gouverneur d'Algérie :

«*Les habitations mauresques modifiées et appropriées à nos habitudes sont les seules admissibles dans ce pays. Le climat et le risque de tremblement de terre doit nous entraîner à étudier de près les constructions établies par les arabes* » (PICARD.A 1994)<sup>33</sup>.

Dans cette même lettre, Charon donne donc également quelques prescriptions concernant les constructions :

« Il est évident que pour obtenir dans les habitations une fraîcheur convenable, il faudra donner aux murs extérieurs une grande épaisseur et ne les percer que d'ouvertures rares et petites, surtout à l'exposition du midi ; peut-être aussi serait-il à propos de pratiquer une ventilation combinée de telle sorte, que l'on puisse aisément renouveler l'air. Sous le rapport de la solidité des constructions et sous celui de la sûreté des habitants, en raison de **la probabilité des tremblements de terre**, les édifices et les maisons devraient être peu élevés. Il faudrait éviter avec grand soin d'affaiblir les murs, soit par des baies trop multipliées, soit par de trop fréquents passages de tuyaux de cheminées. Une des meilleures garanties de cette solidité consisterait à tenir les murs en fondation et ceux des étages inférieurs d'une forte épaisseur, et à voûter l'étage souterrain. Peut-être serait-il bon encore, dans quelques rues, de relier les bâtiments de l'un des côtés avec ceux de l'autre au moyen d'arcades établies de distance en distance, sous lesquelles on passerait, et qui pourraient, en outre, faciliter les moyens de tendre des bannes à l'heure de la grande chaleur, comme c'est l'usage dans l'Orient et même dans les villes méridionales de la France. » (PICARD.A 1994)<sup>34</sup>

A cette même époque, la France a installé en 1854 l'observatoire d'Alger sur les hauteurs de la commune de Bouzeréah, équipé d'instruments très similaire à ceux de l'observatoire de Lyon et Nice (Zone sismique en France). A travers la création de ce centre, les autorités françaises étaient très sensibles et conscientes au phénomène sismique.

En même temps que le lancement des opérations de l'étude et l'élaboration des différents plans d'aménagements pour l'extension et l'embellissement pour Alger, l'observatoire d'Alger fut remplacé par l'IMPGA<sup>35</sup>, cette institution avait pour mission de promouvoir l'étude géophysique de notre pays mais, aussi de prendre en charge la surveillance sismique du territoire. Le séisme constituant en Algérie, la première calamité naturelle, cet institut entrepris de nombreuses études dans les domaines de la sismologie, du géomagnétisme et de la gravimétrie. (Aujourd'hui devenu le centre de recherche en astronomie et géophysique CRAAG suite la catastrophe de Cheliff en 1980).

Si nous observons l'aménagement d'Alger à cette époque, le caractère ségréatif y prédominait. Ce phénomène reposait bien entendu sur les préjugés ethniques et raciaux. Mais son essor le plus profond était la rentabilité et la solvabilité des actions d'urbanisme. C'est pourquoi les couches et classes, les plus démunies d'origine arabes et musulmans étaient reclus dans les sites les plus difficiles d'accès, les moins ensoleillés et les moins ventilés dans des bidonvilles vulnérables aux moindre efforts sismiques. Cette population fut retranchée dans la haute Casbah, dans les zones difficiles d'accès , sur les coteaux de Belcour ou les hauteurs de Bab el oued, climat de France, beaufraisier , éparpillées dans les zones périphériques sud .

Donc, l'urbanisation coloniale d'Alger, était le générateur d'une urbanisation anarchique qui s'effectua après l'indépendance, la ségrégation, la disparité des territoires et l'occupation des zones soumises à l'activité sismique.

## Conclusion :

La ville coloniale et la casbah d'Alger continuent d'exister malgré les séismes destructeurs, cela implique que par le passé, la prise de conscience du risque sismique et l'émergence de la technologie constructive ancienne se sont avérés nécessaires comme mesures préventives lors de reconstructions et constructions .

- La médina d'Alger fut détruite par un séisme en 1716 dont l'intensité a été estimée à VII , sa reconstruction a tenu compte des techniques préventives imposées par le Dey de l'époque puisqu'elle a su résister depuis cette période à d'autres séismes importants en 1722, 1755, 1807 et en 1842 .
- Aussi bien la ville coloniale fut fondée selon le même principe, celui de se protéger et protéger ces biens à l'égard de ce phénomène dévastateur. C'est ce qu'apporte à travers le code de la construction imposé par le gouverneur d'Alger en 1844, l'instauration de la loi de Cornud en 1931 pour les plans d'aménagements , d'extension et d'embellissement de la ville d'Alger ainsi que la réalisation de l'observatoire d'Alger pour les études en géophysique et la surveillance des séismes.

Le dernier séisme de Boumerdès – Alger en 2003 a montré de nouveau que ces constructions séculaires ont su garder leur stabilité à l'exemple de l'immeuble d'Isly conçu en 1901 qui défie encore le temps contre des constructions nouvelles, tombées en ruines. En même temps l'aménagement urbain d'espaces publics coloniaux avait l'avantage de faciliter les secours durant la catastrophe.

Il est évident que chez les sociétés traditionnelles, la prise de conscience de l'aléa sismique s'est développée par empirisme : ce qui a permis la mise au point des méthodes constructives préventives basées essentiellement sur l'observation.

Il est temps de tirer des leçons de ces exemples afin de protéger toute la ville d'une autre calamité dévastatrice qui à l'heure actuelle s'avère difficile à surmonter.

## Références

- <sup>1</sup> **Anne-Mari Sahli** (université de Strasbourg, Paris) 1990 : Alger : évolution, révolution et permanence. Séminaire international de Rabat (15-17) Mai 1990. Intitulé : Croissance démographique et urbanisation, p 47.
- <sup>2</sup> [www.ons.dz](http://www.ons.dz)
- <sup>3</sup> **Anne-Mari Sahli** , op.cit., p48 .
- <sup>4</sup> **MINISTERE DE LA CULTURE DE LA WILAYA D'ALGER** : plan permanent de sauvegarde et de mise en valeur du secteur de sauvegarder la Casbah d'Alger.
- <sup>5</sup> **Abdessemed-Foufa. A** (2007) : contribution pour la redécouverte des techniques constructives traditionnelles sismo-résistantes adoptées dans les grandes villes du maghreb (Alger, Fès et Tunis) durant le XVII<sup>ème</sup> siècle. Thèse de Doctorat, soutenue le 12 Juin 2007 à l'EPAU. Alger
- <sup>6</sup> Idem
- <sup>7</sup> **DEBACHE . S., MAHIMOUD. A & SAIGHI .O** : Techniques modernes et constructions traditionnelles compatibilité ou dissociation, p :4.  
[www.umc.edu.dz/vf/images/patrimoine/.../DEBACHE-ARTICLE.pdf](http://www.umc.edu.dz/vf/images/patrimoine/.../DEBACHE-ARTICLE.pdf)
- <sup>8</sup> **Hakimi .Z** (2011) :op.cit ; p 22
- <sup>9</sup> Idem
- <sup>10</sup> **ANNE-MARI SAHLI ( 1990)** , op.cit., p51 .
- <sup>11</sup> **MAOUIA . S.** (2000) : Elément d'introduction à l'urbanisme, histoire, méthodologie et réglementation, Ed Casbah (FAC), Alger, 271 P .
- <sup>12</sup> **ANNE-MARI SAHLI** (1990) , op.cit., p51 .
- <sup>13</sup> Idem
- <sup>14</sup> **DAOUDI.M** (2010) : Structures sanitaires et accès aux soins pour un projet urbain de santé publique à Alger. Mémoire de magistère UMC ; département d'architecture et d'urbanisme.
- <sup>15</sup> **DELUZ. J. J.** (1988) : l'Urbanisme et l'Architecture d'Alger, Ed : OPU, Alger. P15.
- <sup>16</sup> **ANNE-MARI SAHLI** (1990) , op.cit., p51 .
- <sup>17</sup> Idem
- <sup>18</sup> **MAOUIA . S.** (2000) : Op.cit. p : 109
- <sup>19</sup> **HAKIMI. Z.** (2011) : Alger, politiques urbaines 1946 – 1958 .Ed : Bouchène, Paris . P :103 .
- <sup>20</sup> **Hakimi. Z.** (2011) : Op.cit. p : 77
- <sup>21</sup> **HAKIMI. Z.** (2011) : Op.cit. p : 187
- <sup>22</sup> Bulletin d'informations architecturales (1984), Op.cit. P : 109.
- <sup>23</sup> **ANNE-MARI SAHLI ( 1990)** , op.cit., p55 .
- <sup>24</sup> Idem

---

<sup>25</sup> ANNE-MARI SAHLI ( 1990) : op.cit., p55 .

<sup>26</sup> HAKIMI. Z. (2011) : Op.Cit. p : 200

<sup>27</sup> ANNE-MARI SAHLI , op.cit., p56 .

<sup>28</sup> PELLETIER.J (1955) : Un aspect de l'habitat à Alger : les bidonvilles In: Revue de géographie de Lyon. Vol. 30 n°3, 1955. pp. 279-288.

[http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/geoca\\_0035-113x\\_1955\\_num\\_30\\_3\\_1923](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/geoca_0035-113x_1955_num_30_3_1923)

<sup>29</sup> BOUNAB.J (1991) : Gestion urbaine et idéal urbanistique, l'exemple d'Alger ( 1954-1962) . Thèse de magistère en architecture et urbanisme, EPAU, ALGER , p : 92-94

<sup>30</sup> ANNE-MARI SAHLI (1990), op.cit., p 56

<sup>31</sup> Idem

<sup>32</sup> ABDESSEMED-FOUFA. A (2007) : contribution pour la redécouverte des techniques constructives traditionnelles sismo-résistantes adoptées dans les grandes villes du maghreb (Alger, Fès et Tunis) durant le XVII<sup>ème</sup> siècle. Thèse de Doctorat, soutenue le 12 Juin 2007 à l'EPAU. Alger

<sup>33</sup> PICARD.A ( 1994) : architecture et urbanisme en Algérie ; D'une rive à l'autre (1830-1962) , Revue du monde musulman et de la méditerranée , volume 73 , numéro 73-74, pp 123-124 .

[http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/remmm\\_0997-1327\\_1994\\_num\\_73\\_1\\_1671](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/remmm_0997-1327_1994_num_73_1_1671)

consulté le 10/11/2011

<sup>34</sup> Idem

<sup>35</sup> Josiane Bogo, Professeur au Lycée Alexandre Dumas Alger ; L'observatoire D'Alger

## **CHAPITRE IV : URBANISATION RÉCENTE D'ALGER AMPLIFICATRICE DU RISQUE SISMIQUE**

### **Introduction :**

Il est à peu près permis de considérer le système urbain actuel d'Alger, comme l'héritier direct, le produit du processus urbain qui a commencé à prendre forme dès le début de la colonisation française (1830) tout en prenant une grande ampleur durant les dernière décennies.

Dès lors, l'Algérie connaît des mutations importantes, dans le domaine de l'urbanisation, la libération des marchés foncier et immobilier a des effets remarquables sur les villes Algériennes. Cette situation s'accompagne par de nombreux phénomènes (croissance démographique, étalement urbain et fragmentation urbaine ... en plus de la vulnérabilité des villes face aux risques) qui suscitent des problématiques et offrent des opportunités de recherches fort intéressantes.

Le but de ce chapitre n'est pas de vérifier cet état de fait ; mais plutôt de mettre l'accent sur les conséquences de ce phénomène pesant sur Alger constituant ainsi un exemple pertinent qui peut être généralisé aux villes du pays.

En effet La ville d'Alger a connu, depuis l'indépendance du pays en 1962, une urbanisation problématique et déstructurante. Les différents processus d'urbanisation, par leurs moyens d'élaborations et d'actions, n'ont pas pu agir sur les tissus urbains de manière à préserver et développer des formes urbaines cohérentes.

A la croissance urbaine et aux transformations spatiales de l'agglomération algéroise s'ajoutent des tensions socio-économiques que traduisent particulièrement les problèmes d'habitat , d'emploi , de fonctionnement et de gestion urbaine .

Dans une perspective de développement durable et de prévention des risques et spécifiquement le risque sismique, la dimension environnementale est à prendre en considération dans la problématique de l'urbanisme sur le plan de la prise en charge pratique.

Face à ces difficultés de l'urbanisation algéroise, les instruments d'urbanisme ainsi que les stratégies d'actions tentent difficilement de prendre en charge une conjoncture complexe. L'urbanisation d'une ville comme Alger est à considérer comme un travail permanent et continu qui mérite qu'on lui accorde une attention particulière pour que l'on puisse lui tracer de nouvelles perspectives.

## **1. L'urbanisation d'Alger de l'indépendance à nos jours :**

### **1.1. Alger de 1962 à 1990 hypertrophie et urbanisation anarchique :**

L'urbanisation effectuée à ce jour, depuis l'indépendance a été caractérisée par l'urgence due à la reconstruction du pays et les rattrapages des besoins essentiels de la population : logements, équipements, infrastructures... Elle est passée de 943000 à 1507000 habitants de 1966 à 1987, soit un taux de 59% (ONS)<sup>1</sup>, le plus élevé de toutes les strates étudiées précédemment. Sa croissance spatiale est cependant démesurée et en contradiction avec l'un des principes fondamentaux du pays.

Au cours des décennies écoulées, on a assisté à une véritable explosion urbaine, avec une aggravation constante des problèmes. Jusqu'au milieu des années 1970, les limites de l'héritage colonial n'étaient pas encore mises en cause, même si les débuts de la décolonisation avaient donné lieu à une densification de l'occupation des logements, notamment dans la vieille ville et dans les cités de recasement, avec l'apparition de bidonvilles, consécutive à la vague d'industrialisation suivie par l'exode rural .

Deux autres facteurs sont à l'origine des nouvelles dimensions de la capitale : lancement de grands chantiers d'habitat et ouverture du réseau autoroutier, parallèlement aux initiatives privées, tant autour des anciens quartiers résidentiels qu'autour des nouveaux lotissements communaux.

Désormais, l'infrastructure routière joue un rôle déterminant dans l'urbanisation non seulement du Grand Alger, mais aussi de toute la région d'Alger. C'est bien aussi le long des nouveaux axes, autoroute de l'Est, autoroute de l'Ouest, que les chantiers se «fixent» et se développent sans contrainte...

Deux nouvelles zones se sont imposées, en marquant profondément les paysages. La première se situe le long de l'axe Ben Aknoun-Aéroport Houari Boumédiène. Elle est de plus en plus continue, avec de nouvelles cités, allant de Aïn Allah jusqu'au grand ensemble de Bab Ezzouar. La deuxième zone apparut en de 1976, déclenchant les «déversements» sur la Mitidja, à travers les coteaux du Sahel, le long de l'axe vers Boufarik. La capitale est parvenue rapidement à occuper le relief côtier, à travers le bourgeonnement, voire l'explosion de la maille des ex-villages de colonisation.

L'ensemble Bab Ezzouar reste cependant l'extension spatiale la plus spectaculaire. Il déborde pratiquement jusqu'à la côte et ne laisse que quelques vides encore occupés provisoirement par le

marécage. Vers le Sud, la jonction est déjà réalisée avec l'ancienne zone industrielle Rouiba-Réghaïa et surtout avec les nouvelles zones industrielles, notamment celle de Sidi Moussa.

Désormais, il est difficile de délimiter la capitale. Le plan esquissé par les responsables du COMEDOR, est révolu et guère respecté. En effet les développements ont fini par atteindre Boufarik, une grande partie du Sahel immédiat.

### **1.1.1. Alger un Centre saturé :**

La vieille Alger, l'actuelle casbah qui ne représente pas 0,5 % de la zone urbanisée d'Alger (en 1977) abrite en 1966 près de 90000 habitants, 10% de la population de la capitale (ONS) <sup>2</sup>. En 1977, l'entassement dans cette commune n'a pas cessé, particulièrement dans la partie correspondant à l'ancien Alger. C'est aujourd'hui encore une zone privilégiée d'accueil de la population migrante venue de Kabylie. Ce quartier est en cours de rénovation; depuis ces dernières années, de nombreux projets et un certain nombre de décisions tentent le désengorgement par le déplacement (autoritaire) d'une partie de la population, vers les faubourgs de la capitale où ont été construits de nouveaux logements.

La partie de Sidi M'hamed et d'El Madania, qui composait les quartiers du Champ de Manoeuvre, Belcourt, Le Clos Salambier, la Redoute, ainsi que, de l'autre côté de la Casbah, Bab El Oued, ont accueilli la majorité des migrants venus à Alger lors de l'Indépendance et tout de suite après. Ces quartiers étaient et sont encore, les quartiers populaires d'Alger, il s'agissait de quartiers habités par les Français et des quartiers de peuplement mixte. Ce mouvement dans le centre-ville est ralenti depuis quelques années. La population y a augmenté de 2,9% par an de 1966 à 1977 ( RGPH 1977)<sup>3</sup>.

Désormais, la croissance dans le centre-ville est moins rapide. On a pu croire, dans la vigueur du moment que la situation allait perdurer, mais face à l'inadéquation des structures d'accueil, les flux se sont réduits d'eux-mêmes. Depuis 1966, la croissance ne résulte plus des migrations. On assiste à un report vers les communes suburbaines d'Alger. A l'intérieur de la ville, les mouvements se sont modifiés : le centre-ville ne «bouge» plus et ce sont les autres communes de la capitale qui reçoivent les nouveaux venus dans la ville. Mais ceci n'est qu'un cliché. En fait, on perçoit des différences selon les communes et la croissance de la ville ne se réalise pas en demi-couronnes successives de plus en plus ex-centrées. Là où les Européens étaient nombreux, à El Biar, Bir Mourad Raïs (Hydra) pour les «beaux quartiers», à Bab El Oued, Sidi M'hamed (Belcourt), Bologhine (St Eugène), Hussein Dey ou

Kouba, pour les quartiers populaires, la croissance a été forte dès leur départ et jusqu'en 1965-1966 (AN-M SAHLI 1990)<sup>4</sup>.

Puis, durant les années qui suivirent les migrants se sont tournés vers d'autres zones de la capitale. Il s'est produit une sorte de va- et-vient du rythme du peuplement dans les communes périphériques du centre d'Alger, qui correspond à des phases successives de remplissage de la zone urbaine et de la zone urbanisable. Alger déborde son site initial, de passages forcés en réalisation de voies de communication, Alger contourne les collines de la Bouzaréah, rejoint la côte Ouest s'installe dans la Mitidja, continue sa progression tout le long de la baie vers le Nord-Est.

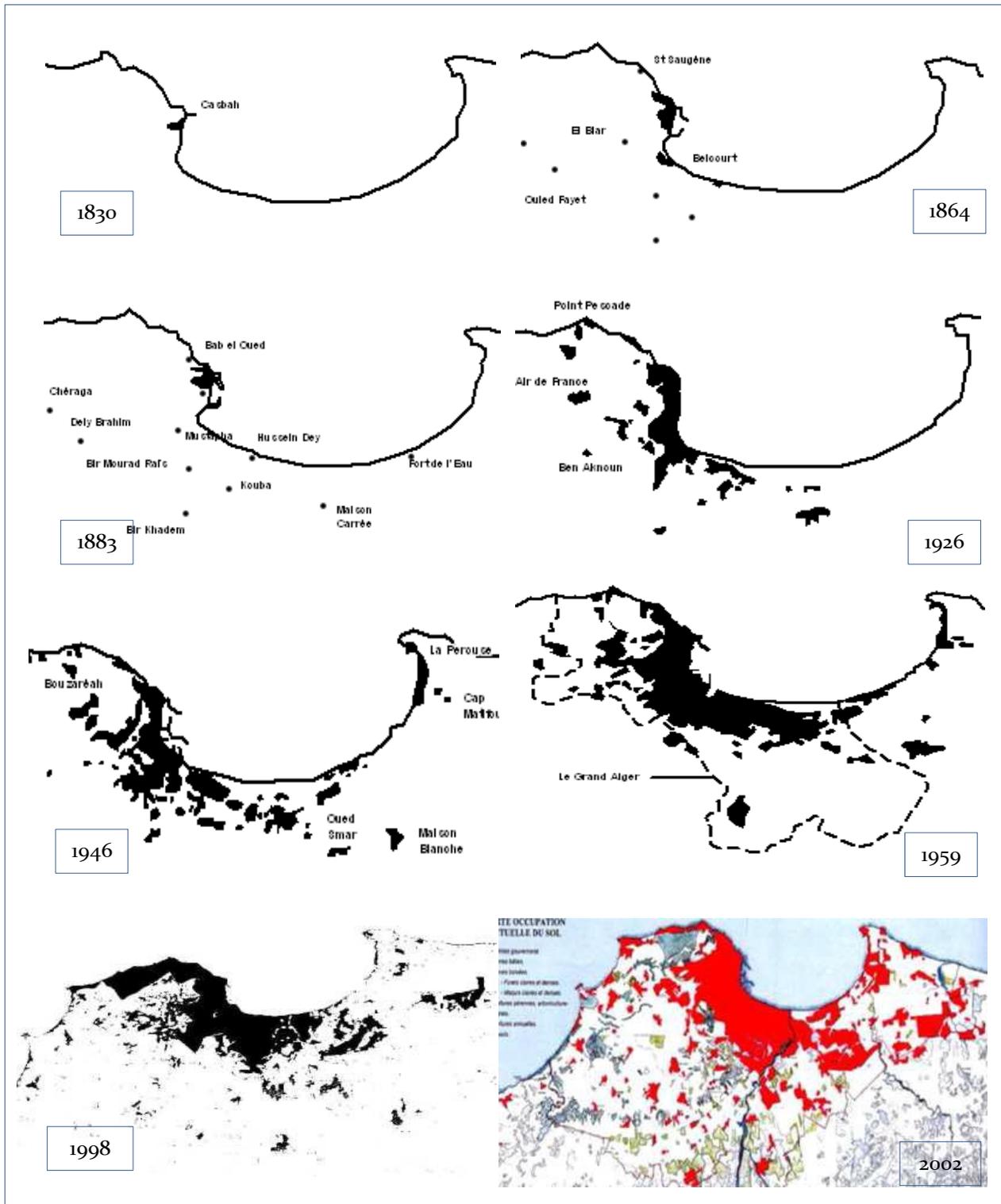
### **1.1.2. Etalement urbain et desserrement des communes centrales :**

L'augmentation rapide de la population pour la période 1966-1977 traduit l'ampleur du phénomène d'exode rural dans le peuplement d'Alger. L'apport de l'exode rural à la croissance démographique de la capitale se traduit par une extension spatiale atteignant les zones périphériques, notamment celle de la partie Est où se localisent les activités industrielles considérées comme principaux pôles attractifs pour la population rurale.

Par conséquent, la croissance rapide des populations et l'accélération du processus d'urbanisation ont permis à Alger de s'étendre spatialement et exercent une influence prépondérante dans la région. Toutefois, il faut remarquer qu'un des phénomènes marquants des trois périodes de recensement (1977-1987, 1987-1998 et 1998-2008), est le net ralentissement de la croissance démographique de la capitale, contrairement à toutes les prévisions établies dans les années 1970. Ces prévisions étaient fondées sur le maintien de l'exode rural à un taux élevé, ce qui n'a pas été le cas.

Le desserrement des quartiers centraux d'Alger a commencé dès le milieu des années 1970 par les plus aisés, ceux d'Alger-Centre (Sidi M'hamed), et par ceux des hauteurs (El Biar et El Mouradia), mais le phénomène a aussi été constaté à Bab El Oued, Hussein Dey et El Madania (toutes communes incluses dans le périmètre du Grand Alger) (OUADAH REBRAB.S 2007)<sup>5</sup>. Ainsi les quartiers surpeuplés rejoignent-ils ceux plus aérés dans le desserrement et le recul démographique. Il est difficile de ne pas mettre ce recul en rapport avec la croissance accélérée des banlieues résidentielles, mais aussi de nouveaux « *camps périurbains* » après celle des « *cités d'habitat collectif* » qui avaient connu leur croissance majeure avant 1987.

Carte 29 : Etalement de la tache urbaine d'Alger



Source Belhai Benazzouz 2010

À cet égard, pendant la période intercensitaire 1987-1998, les communes centrales, notamment Alger-Centre, Sidi M'hamed, La Casbah, Bab El Oued et El Madania affichèrent une régression de leur nombre d'habitants. Ceci s'explique, d'une part par le relogement d'une bonne partie de la population de ces communes dans les communes périphériques, et, d'autre part, par la tertiarisation progressive de ces communes.

### **1.1.3. L'urbanisation de la Mitidja et le Sahel d'Alger « Zone soumise à l'activité sismique »:**

Il est important de rappeler que la mobilité de la population algérienne, durant cette période engendrée par l'occupation des villages de colonisation de la Mitidja et du Sahel d'Alger. Le déficit en logements a induit à la vente des terrains d'où la prolifération des bidonvilles autour de la périphérie d'Alger et sur les terres de la Mitidja sans respect de la législation, cette urbanisation anarchique est en partie l'héritage de la période coloniale.

La présence des zones industrielles a encouragé l'attraction et la sédentarisation de la population, de ce fait le développement de l'industrie a été propagé sur l'ensemble de la Mitidja. On note ainsi l'industrialisation de la Mitidja centrale à partir de l'initiative citadine et en particulier le dynamisme de l'agglomération urbaine de Blida ; l'industrialisation de la Mitidja orientale, action des sociétés nationales et la localisation de leurs grandes unités de production qui a resserré les liens entre la plaine et la capitale (Sahel d'Alger) et la non industrialisation de la Mitidja occidentale située à l'écart de l'extension d'Alger, qui était resté rurale(BOUMANSOUR DJAAFRI. R 2005) <sup>6</sup>.

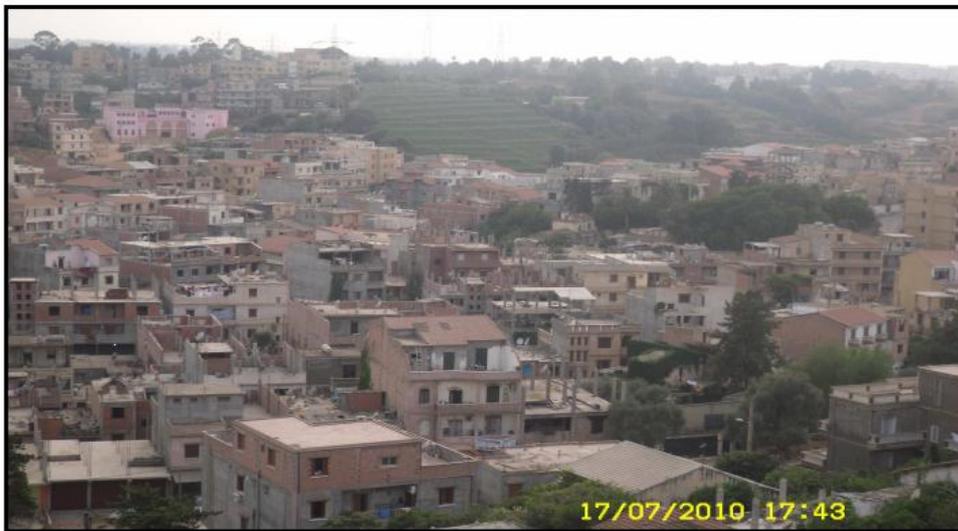
L'Est de la Mitidja a connu l'installation de plusieurs usines, encourageant ainsi l'immigration vers cette zone. La main d'œuvre se retrouvait détournée des exploitations agricoles vers le secteur industriel. C'est ainsi que l'urbanisation du Sahel et de la Mitidja s'est fait au détriment des terres agricoles.

Comme le confirme Côte .M : « *Alger ne croît plus, mais la croissance a été portée sur la grande couronne. La Mitidja est aujourd'hui le lieu du mouvement pendulaire massif et complexe car, les centres tels que Rouïba ou Sidi Moussa attirent chaque matin plusieurs dizaines de milliers de travailleurs venant d'Alger. L'aire métropolitaine d'Alger couvre désormais les deux tiers de la Mitidja* » (Côte.M 1996)<sup>7</sup>.

La saturation des agglomérations actuelles de la zone d'Alger, a engendré l'extension de l'urbanisation, d'un côté, vers la Mitidja et, de l'autre, vers l'est dans la Wilaya de Boumerdès. Cette tendance va vers l'occupation des régions qui s'avèrent défavorables sur le plan sismique, surtout que l'activité sismique dans cette région (l'est Algérois) s'accroît de plus en plus.

**Photo 24 : Exploitations agricoles urbanisées partiellement**

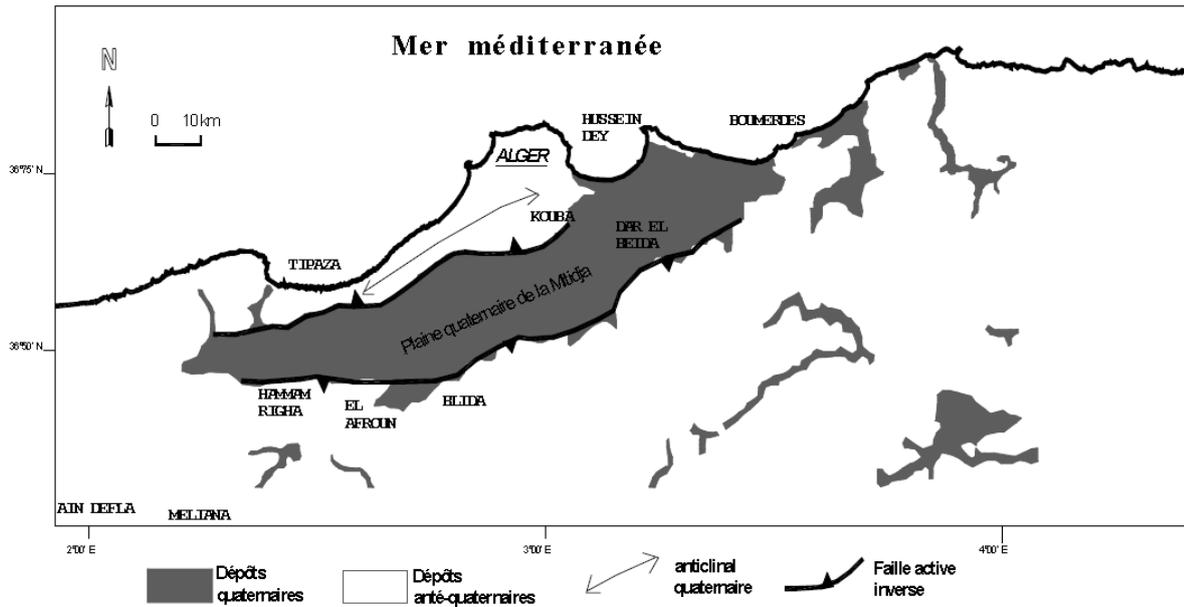
Source : Belhai-Benazzouz Atika et Djelal Nadia (2004) : le foncier Vecteur de l'étalement urbain algérois

**Photo 25 : le grignotage du foncier agricole dans les communes périphériques d'Alger**

Source : Belhai-Benazzouz Atika et Djelal Nadia (2004) : le foncier Vecteur de l'étalement urbain algérois

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 d'Alger est caractérisée par la présence du bassin quaternaire de la Mitidja qui s'étend depuis El Afroun jusqu'à Boumerdès (carte 30). 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)<sup>8</sup>. L'allure de la carte 30 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 (M.H.A.T 2004)<sup>9</sup>.

Carte 30 : Carte montrant la zone d'Alger, notamment le bassin quaternaire de la Mitidja



Source : Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (Décembre 2004),  
Programme d'Aménagement Côtier

#### 1.1.4. Explosion urbaine et ses traductions foncières et formelles:

Suite à l'exode rural massif, la ville a atteint un seuil de saturation qui provoque le développement d'un habitat informel important sous des formes diverses (bidon villes et habitat illégal en matériaux élaborés) sur des sites non planifiés. Ce type d'habitat représente jusqu'en 2000, 20% à 50% (HAFIANE .A 2007) <sup>10</sup> du parc logement., Ainsi parallèlement, cette période correspond au lancement des plans quadriennaux de développement où l'état s'est engagé , dans la précipitation , dans un vaste programme de construction de zone d'habitat à urbanisation nouvelle ( ZHUN) localisé principalement dans la petite couronne. Celles-ci étaient composées de 500 à 1200 unités (MEGUITIFF.S 2008) <sup>11</sup> de logement sous forme de bâtiments en barres standardisés dans la plus pure tradition fonctionnaliste. D'abord, à l'est d'Alger à partir de 1975 , puis au sud -ouest entre 1980 et 1990. Ces ZHUN étaient et elles le sont toujours, dépourvues des équipements d'accompagnement.

Ces programmes participent à un étalement important de la ville sur les espaces périphériques, sur des zones souvent éloignées des villes (Mitidja et le sahel). Durant cette période, le foncier est nationalisé (1974) et l'espace urbain libre est municipalisé.

C'est entre 1974 et 1990 que se sont effectués les trois quarts de l'urbanisation post indépendance et que pratiquement l'ensemble du tissu industriel s'est développé (HAFIANE .A 2007) <sup>12</sup>.

Les zones les plus vulnérables continuent d'être régies du point de vue de l'urbanisation. En 1985, plusieurs centaines de milliers de constructions illicites étaient recensées. Cette situation s'est développée sans respect des règles en matière de localisation et de construction, d'où un grand nombre de constructions érigées sur des lits d'oueds, sur des gazoducs, etc... (C.A.T.E 2003)<sup>13</sup>

En outre, l'injonction de créer 200 lots de terrains à bâtir par an et par commune ne permettait pas une préparation technique suffisante pour remplir cette obligation. Cette pratique a notamment induit des lotissements localisés dans des zones dangereuses sans aucune viabilité.

Dans de telles conditions, les préoccupations liées à la nature des sols, aux glissements de terrains, aux séismes et aux inondations ne pouvaient constituer une priorité. C'est ainsi que :

- des extensions urbaines démesurées se sont développées durant cette période et ont rejoint des sites industriels dangereux;
- des villes nouvelles de fait ont été créées sur des terres agricoles, sur des terrains instables, sur des zones inondables ou dans des lits d'oueds ;
- des sites n'ont pas été viabilisés préalablement : absence de réseaux de drainage des eaux usées et pluviales ou réseaux sous-dimensionnés faute de programmation à long terme de l'urbanisation.

Parallèlement aux besoins induits par la nécessité de satisfaire la population en logements et équipements, le développement industriel a impliqué d'importants besoins en foncier qui ont été localisés sous le sceau de l'urgence au détriment des règles élémentaires de sécurité.

Mais l'ampleur de la situation n'a pas toujours permis à la Caisse Algérienne d'aménagement du Territoire (CADAT)- organisme chargé de la localisation des zones industrielles - de prendre en considération l'ensemble des paramètres de dangerosité des sites et unités industrielles, d'autant plus qu'au moment de la création d'une zone, le programme définitif n'était pas connu<sup>14</sup>.

**Comment qualifier un tel processus lorsqu'on sait qu'à partir de 1985 on assiste à l'implantation d'une multitude de zones d'activités sans la moindre étude de faisabilité et sans le moindre détail sur les unités programmées ?**

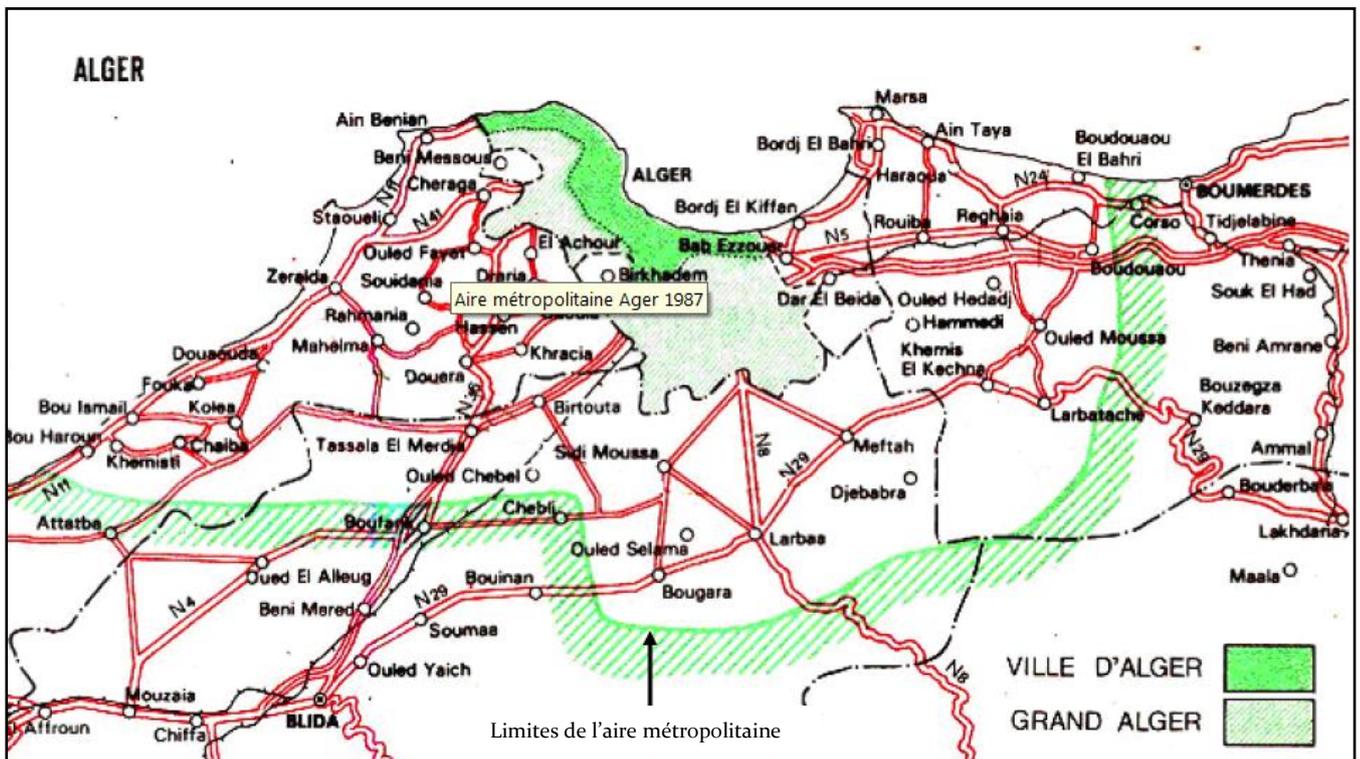
#### **1.1.5. Crise économique et ralentissement de l'intervention sur le tissu urbain:**

Dès 1985 et avec la chute des prix du pétrole, essentielle ressource économique du pays, il y a redéfinition de toute la stratégie socio-économique et une réévaluation de l'action publique sur l'espace urbain à travers :

- la régularisation de l'habitat illégal (en dur) ;
- la mise en place de nouveaux instruments d'urbanisme (1990) ;
- la libération du marché foncier ;
- la libération des études d'urbanisme (ce n'est plus l'Etat à travers ses bureaux d'études mais une multitude d'autres opérateurs professionnels) ;
- désengagement de l'Etat de plusieurs projets planifiés et programmes (exemple du métro d'Alger).

C'est la fin de l'Etat providence et seul acteur de l'urbain. C'est une période de gestion des équilibres socio-économiques, politiques et par voie de conséquence des villes (HAFIANE .A 2007) <sup>15</sup>.

Carte 31 : Aire métropolitaine d'Alger en 1987



**Données démographiques :**

Population en 1987 :

Ville d'Alger : 894 390

Grand Alger : 1 507 241

Aire métropolitaine : 2 547 083

Source : M. SAFAR ZITOUN ; A.TABTI-TALAMALI (2009) :  
la mobilité urbaine dans l'agglomération d'Alger : évolutions et perspectives

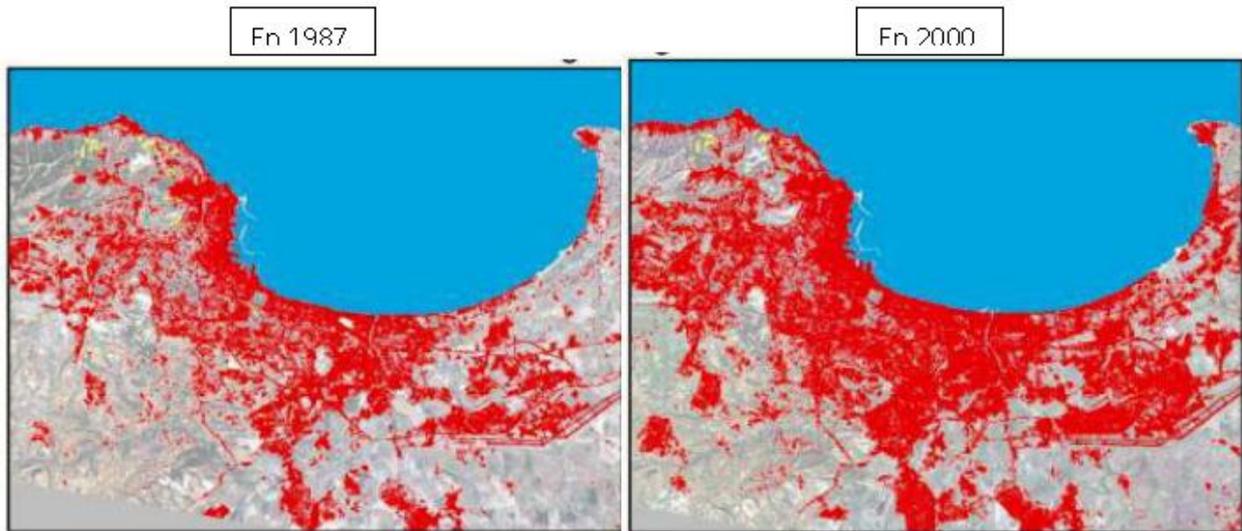
## **1.2. La politique récente d'urbanisation depuis 1990:**

Depuis le début des années 90, la ville d'Alger a connu un mouvement formidable d'urbanisation combiné à un phénomène d'extension spatiale sans précédent des surfaces urbanisées, adossé à un essor spectaculaire de la mobilité motorisée, à savoir essentiellement un essor important de l'urbanisation non réglementaire couplé à un délabrement complet des systèmes de transports en commun et une occupation irrationnelle des territoires par rapports aux risques . Ce mouvement tient sa vigueur et sa particularité à la profondeur et à la rapidité des changements institutionnels et politiques opérés par le pays au début des années 90 et des bouleversements socioéconomiques qui les ont accompagnés, faisant sans nul doute du cas d'Alger, un cas unique parmi les villes des pays de la rive sud de la Méditerranée.

### **1.2.1. La dynamique récente d'urbanisation : étalement urbain, fragmentation des tissus urbains, « archipelisation » :**

Les dynamiques d'urbanisation récente, telles que le présentent les photographies satellites prises à treize années d'intervalle en 1987 et 2000 (figure 23), montrent que la tache urbaine (en rouge) s'est étendue et élargie, progressant essentiellement dans les communes de l'Est et du Sud de l'agglomération et à partir de trois axes de communication, ainsi qu'en direction de la zone sahélienne à l'ouest (Dely-Brahim, Chéraga) et en direction des petits centres secondaires d'El Achour, Draria et Baba Hassen sur les reliefs sahéliens du sud-ouest. On note également le processus de remplissage des communes de Mohammadia et Bordj El Kiffan qui s'étendent le long de la côte Est de la baie d'Alger.

Alors que les conditions favorables d'accessibilité par les grandes voies de circulation ont contribué à favoriser l'urbanisme linéaire le long de ces axes dans la partie orientale de l'agglomération, ce sont plutôt les disponibilités foncières qui ont été à l'origine de la croissance rapide des îlots d'urbanisation que sont Chéraga, Draria et Baba Hassen au sud-ouest. La construction de la rocade de contournement du tissu urbain central dense Ben Aknoun - Dar El Beida, opérée au début des années 80, a contribué également à favoriser l'accessibilité et partant l'urbanisation du versant sud de cette voie rapide. De voie de contournement périphérique, elle est devenue en l'espace d'une quinzaine d'année une véritable artère médiane, divisant l'espace urbanisé en deux parties relativement équivalentes en termes de poids démographique.

**Figure 23 : Photographies satellites traitées : évolution des zones urbanisées 1987-2000**

Source : M. SAFAR ZITOUN ; A.TABTI-TALAMALI (2009) :  
la mobilité urbaine dans l'agglomération d'Alger : évolutions et perspectives

- En juin 1987, cette rocade divisait les 139,6 km<sup>2</sup> de superficie urbanisée de la ville d'Alger en parts inégales : les trois quarts sur son versant nord et un quart seulement pour son versant sud.
- L'année 2000, cette rocade divisait les 229,12 km<sup>2</sup> de superficie urbanisée en parts relativement équivalentes : 54,3 % pour le versant nord et 45,7 % pour le versant sud.
- En 2008, plus de 60 % des 313 km<sup>2</sup>(M. SAFAR ZITOUN ; A.TABTI-TALAMALI 2009)<sup>16</sup> de la superficie urbanisée se situe désormais sur le versant sud de cette rocade de "contournement". Les mêmes tendances fortes de 3,99 % de progression annuelle des superficies urbanisées, taux supérieur au taux de croissance démographique de 1,5 % observé durant la période 1990-2008 (M. SAFAR ZITOUN ; A.TABTI-TALAMALI 2009)<sup>17</sup> .

On notera donc que la superficie urbanisée de la wilaya d'Alger a été multipliée par trois entre 1987 et 2008, faisant basculer son centre de gravité circulaire de près de 3 km vers l'intérieur des terres, au-delà de la ligne de crêtes qui avait contenu son extension spatiale vers le sud jusqu'aux années 90. Les conditions et les formes fragmentées de cette urbanisation, la situation d'archipélisation qu'elle a produit, du fait de la mauvaise articulation des nombreux centres secondaires qu'elle a suscité dans son développement, créent des situations d'encombrement aux portes d'entrée des quartiers centraux qui demeurent les principaux gisements d'emplois à l'échelle de l'ensemble de l'agglomération.

Ce puissant déplacement de direction du front urbain se réalise de manière plus extensive qu'au cours des années précédentes :

- Les surfaces bâties passent de 53,54 m<sup>2</sup> par personne en 1987 à 64,73 m<sup>2</sup> en 2004 (M. SAFAR ZITOUN ; A.TABTI-TALAMALI 2009)<sup>18</sup> par personne en 2004. Cette évolution correspond à l'explosion de l'habitat particulier individuel dans les nouvelles périphéries, à la suite du déverrouillage du marché foncier, après l'adoption de nouvelles lois foncières libérales à partir de 1990.
- Le processus de desserrement résidentiel qui s'était amorcé dans les années 80 au niveau des quartiers centraux se confirme et s'accroît. Le recensement de 2008 révèle cependant des situations contrastées selon les quatre zones d'analyse retenues.

### **1.2.2. Croissance urbaine et périurbanisation dans l'Algérois (1990-1998) :**

Pour comprendre la dynamique des flux migratoires qui sont à l'origine de l'ampleur du phénomène de périurbanisation et de sa localisation nous distinguerons dans l'analyse :

— d'une part, les mouvements de population intra-régionaux (changements de résidences à l'intérieur de la région) ;

— d'autre part, les apports migratoires dus à l'attraction d'Alger sur les autres régions du pays. Leur intégration dans le système régional algérois conjuguée avec les mouvements intra-régionaux va expliquer l'évolution démographique de l'agglomération algéroise et l'apparition de formes socio-spatiales périurbaines dans les espaces ruraux de l'Algérois.

### **1.2.3. Migrations intercommunales et urbanisation des zones à risques :**

Les migrations peuvent être permanentes ou temporaires. Dans le premier cas, le nombre d'individus qui se déplacent peut être en principe connu puisque, par définition, leur déplacement se traduit par un changement de domicile et, de ce fait, doit théoriquement être déclaré. Dans le second cas, les migrations temporaires peuvent devenir permanentes lorsque le migrant décide de se fixer.

Il semble que l'importance des migrations permanentes en direction de la capitale remonte à la veille de l'indépendance. Un mouvement d'exode rural a effectivement eu lieu entre 1959 et 1962. « *Après l'indépendance et jusqu'au milieu des années 1980, l'exode rural s'est accru et persiste jusqu'à nos jours avec une moindre ampleur* » (OUADAH REBRAB.S 2007)<sup>19</sup>.

Tableau 10 : Flux migratoires à Alger.

	1966	1977	1977	1987	1987	1998
<b>Sorties</b>	86 288	31,47 %	142 240	86,87 %	123 293	45,37 %
<b>Entrées</b>	187 946	68,53 %	21 506	13,13 %	148 477	54,63 %
<b>Total</b>	274 234	100 %	163 746	100 %	271 770	100 %
<b>Solde</b>	+ 101 658		- 120 734		+ 25 184	

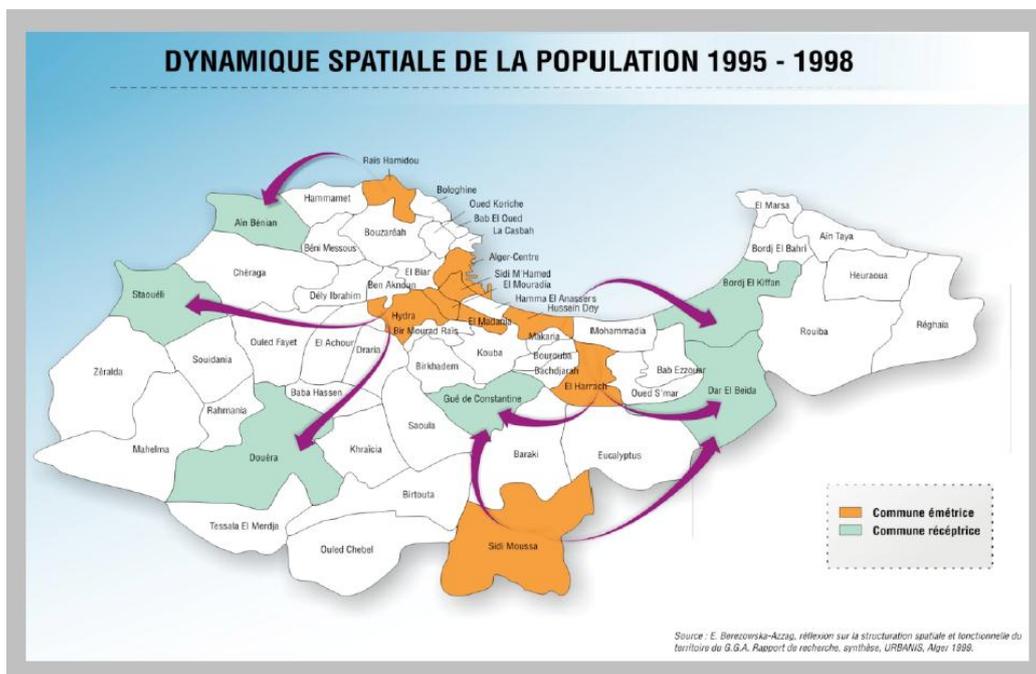
Source : SALIHA OUADAH REBRAB ; Pratiques de mobilités résidentielles et processus de territorialisation

Comme on le constate à la lecture du tableau 10, le phénomène de migration apparaît très nettement dans les communes ayant un solde de croissance démographique négatif. Cependant, l'examen des chiffres (tableau 10) relatifs aux taux d'accroissement des communes d'accueil montre que la périphérie Ouest est beaucoup plus attractive que la périphérie Est.

Ceci se confirme par les travaux d'E. Berezowska-Azzag réalisés en 1999 pour le compte de l'Agence d'urbanisme et d'aménagement d'Alger (Urbanis) (BEREZOWSKA-AZZAG E., 1999)<sup>20</sup>. Ses résultats révèlent la formation d'une véritable mobilité spatiale de la population à l'échelle intra-urbaine. On retrouve deux types de mouvements : périphérie vers le Centre et Centre vers les communes de Aïn Bénian et Bordj El Kiffan qui traduisent de nouveaux modes d'occupation des sols.

Toutefois, l'émergence de certaines communes en tant que pôle d'attraction est essentiellement due non seulement à la disponibilité des réserves foncières à bon marché (Gué de Constantine et Ouled Fayet), mais aussi à leur dynamique économique qui se traduit en termes d'offres d'emploi (Gué de Constantine et Dar El Beïda). (OUADAH REBRAB.S 2007)<sup>21</sup>

Carte 32 : l'organisation des mouvements de population dans L'Algérois.



Source : SALIHA OUADAH REBRAB ; Pratiques de mobilités résidentielles et processus de territorialisation

## **2. Plans d'aménagement et la planification urbaine : une gestion a vue de l'urbanisation :**

Différents plans d'urbanisme se sont succédés pour la ville d'Alger, depuis le Plan dit « Rotival » de 1931 qui a inauguré l'ère de l'urbanisme fonctionnaliste à Alger jusqu'au dernier Plan directeur d'aménagement urbain (PDAU) approuvé en 1995, mais apparemment sans grande efficacité opérationnelle sur le terrain et sans grande cohérence dans la vision et la stratégie de développement à moyen et long termes de l'agglomération.

Selon même un document officiel produit par le Gouvernorat d'Alger (GOUVERNORAT DU GRAND ALGER 1998)<sup>22</sup> qui a géré les affaires de la ville de 1997 à 2000, tous les plans conçus depuis l'indépendance du pays « *ont apporté des fausses réponses à la métropolisation* », pour différentes raisons énumérées par les auteurs du document et dont la principale résidait dans leur « *incohérence* ».

L'examen des projets d'aménagement contenus dans ces plans, des territoires qu'ils couvraient, des institutions et instances qui les ont portés, ainsi que de leurs retombées réelles sur le terrain, permet d'établir leur degré de cohérence et d'efficacité au regard de la problématique des mobilités urbaines.

### **2.1. Les pratiques urbanistiques (1968-1990) : « un contexte de planification centralisée »**

Historiquement, la croissance d'Alger s'est toujours faite vers l'Est . Tous les plans d'urbanisme élaborés depuis l'indépendance du pays procèdent du type « urbanisme administratif », avec un système d'autorisations et d'interdictions hérité de l'administration française coloniale.

Les dispositifs très centralisés, accordant à l'Etat des prérogatives régaliennes en termes de contrôle de l'urbanisation, ont été cependant abrogés et « mitigés » par les nouvelles lois sur l'aménagement et l'urbanisme adoptées entre 1990 et 1994, dans la foulée des réformes des lois foncières de 1990. Ce tournant dans la doctrine et dans la pratique urbanistique nous autorise à distinguer deux périodes dans la planification urbaine : la première s'étalant de 1968 à 1990 et la seconde après 1990.

### 2.1.1. le Schéma de Structure à l'horizon 1985 ( COMEDOR), une option sur la baie d'Alger (1966-1975) :

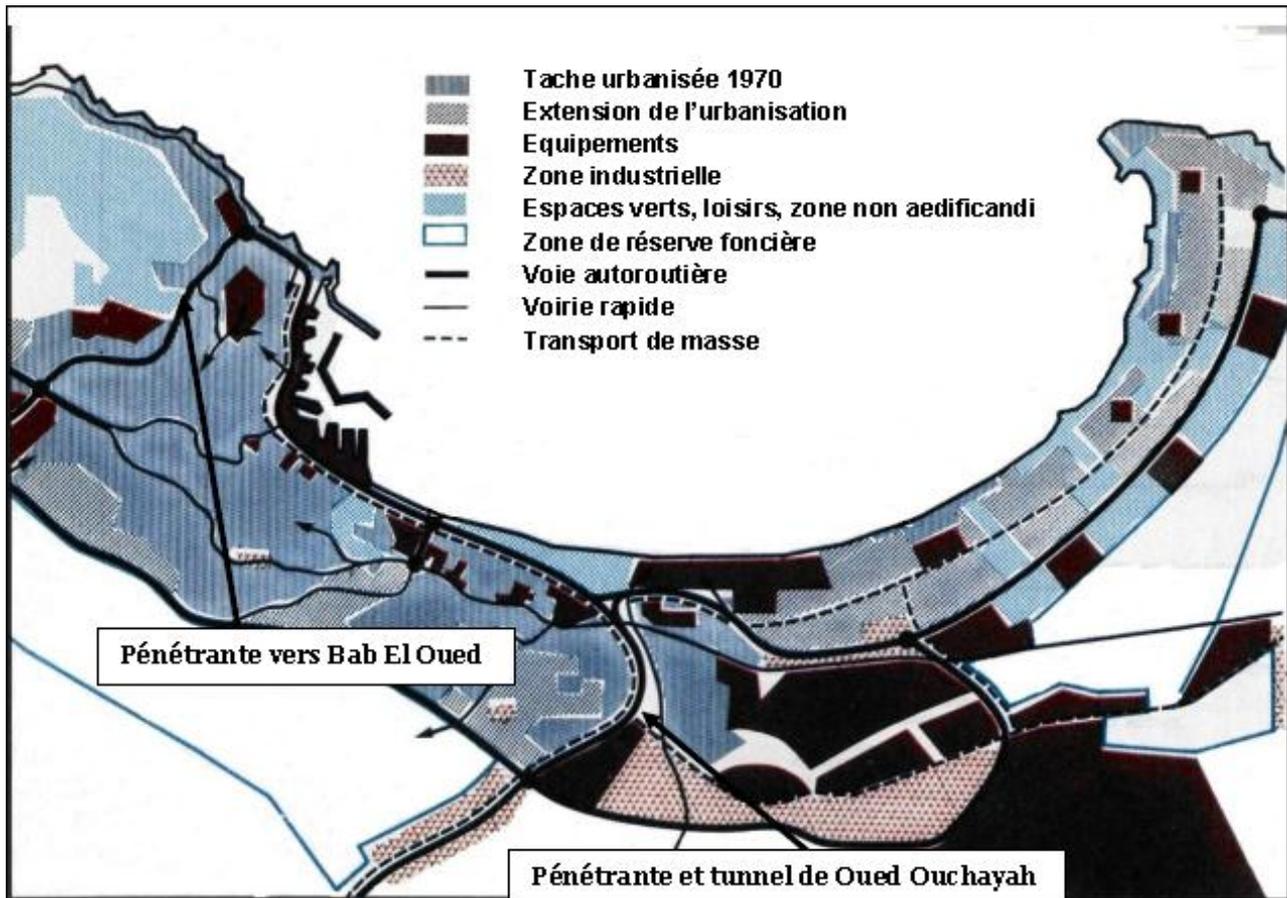
Le Comedor (Comité permanent d'étude et d'aménagement d'Alger), installé en 1968, fut chargé d'initier un plan d'aménagement et de développement d'Alger à l'horizon 1985. Le « Schéma des Structures d'Alger à l'horizon 1985 » qu'il élaborait prit une option résolue d'un développement de l'agglomération le long de la baie, délaissant l'« option Ouest » (collines du Sahel). L'« option Est » a été retenue pour les commodités et avantages liés :

- à la continuité des espaces d'extension des fonctions métropolitaines jusqu'à Bordj El Bahri ;
- « à la facilité d'organisation des infrastructures de transport » ;
- aux « moindres coûts réduits impliqués par l'urbanisation et l'installation d'infrastructures » (Gouvernorat du grand Alger 1998) <sup>23</sup> sur cette zone de terrains plats ;
- aux « opportunités offertes par le remodelage de la zone Est (réhabilitation des quartiers) » (GOUVERNORAT DU GRAND ALGER 1998) <sup>24</sup>.

Finalisé en 1970, ce Schéma vit le début de sa mise en œuvre dans le cadre du premier plan quadriennal de développement, avec le lancement de plusieurs opérations structurantes dont les plus importantes furent sans conteste les premières pénétrantes de Bab El Oued et Oued Ouchayah (carte. 41) (M. SAFAR ZITOUN ; A. TABTI-TALAMALI 2009) <sup>25</sup> :

- la pénétrante de Bab El Oued fut réalisée sur le lit de l'Oued Mkacel, permettant le désenclavement du quartier de Bab El Oued ;
- la pénétrante de Oued Ouchayah permit une meilleure jonction avec la voie rapide côtière et l'autoroute projetée qui deviendra par la suite la rocade Sud de contournement, voie autoroutière dont le tracé était déjà suggéré par le Schéma.
- Par ailleurs, c'est à cette époque que fut initiée la première opération de rénovation urbaine, sur le site du quartier du Hamma.

Carte 33 : Schéma des structures d'Alger à l'horizon 1985, élaboré par le COMEDOR



Source : Gouvernorat d'Alger(1998) : Alger , capitale du 21<sup>ème</sup> siècle , p 25

### 2.1.2. Le Plan d'Orientation Générale (POG), une option sur l'Est d'Alger (1975-1986) :

La nécessité d'étendre à l'année 2000 l'horizon de planification et de prise en charge d'un territoire d'intervention plus grand, dit périmètre du Grand Alger<sup>i</sup>, aboutit à la révision du Schéma de 1968 avec l'ordonnance du POG en 1975. Le plan d'organisation générale d'Alger (POG) réalisé par le COMEDOR<sup>ii</sup>, avait orienté l'extension d'Alger vers l'Est. Il y prévoyait l'implantation de toutes les fonctions centrales des grands équipements ainsi qu'un nouveau centre urbain. Il ouvrit ainsi la voie à une urbanisation des terrains de la plaine de la Mitidja jusque-là passablement ménagés. Le POG a connu des débuts de réalisations importantes<sup>iii</sup> avant d'être arrêté en 1979.

<sup>i</sup> Le périmètre du Grand Alger est alors élargi aux communes de Bab Ezzouar, Bordj El Kiffan, Dar El Beïda, Birkhadem et Beni Messous.

<sup>ii</sup> Comité permanente d'étude, de développement, d'organisation et d'aménagement de l'agglomération d'Alger .

<sup>iii</sup> L'université de houari Boumediene, les écoles supérieures d'El Harrach, la faculté de droit de Ben Aknoun et le parc olympique du 5 Juillet .

### **2.1.3. Le Plan Directeur d'Urbanisme (PUD), une option vers le sud-ouest (1986 – 1995) :**

Entamé en 1979 et finalisé en 1986, ce plan d'urbanisme confié au CNERU (Centre National d'Etudes et de Réalisations Urbaines), nouveau bureau d'études étatique issu de la restructuration de la CADAT (Caisse Algérienne d'Aménagement du Territoire) créée avant l'indépendance, n'a jamais été approuvé officiellement. Les retards observés dans son élaboration découlèrent principalement des conflits et chevauchements de compétences apparus entre la wilaya, le Comité Populaire de la Ville d'Alger et les autres communes intégrées dans le nouveau périmètre d'intervention. « *Le plan d'urbanisme directeur d'Alger (PUD) venait concrétiser la décision des pouvoirs et de réorienter le développement d'Alger vers de terres moins fertiles. Cette étude se concluait par des propositions d'urbanisme au Sud-Ouest d'Alger* » (M. SAFAR ZITOUN ; A.TABTI-TALAMALI 2009) <sup>26</sup>.

Il est important de souligner que cette hypothèse avait déjà été examinée par les précédents plans et a été systématiquement rejetée à cause de la topographie du site, chahutée et découpée engendrant des coûts d'urbanisation élevés. L'orientation sud-ouest relevait donc plus d'une volonté de préservation des terres agricoles que de critères urbanistiques. Développant un scénario d'extension de l'urbanisation vers le sud-ouest, ce plan n'a eu en fait qu'une existence formelle : tous les grands projets structurants de la capitale ont été en fait des « coups partis » réalisés en dehors des dispositions retenues par ce plan.

## **2.2. La deuxième phase 1990-2008 : « le tournant libéral »**

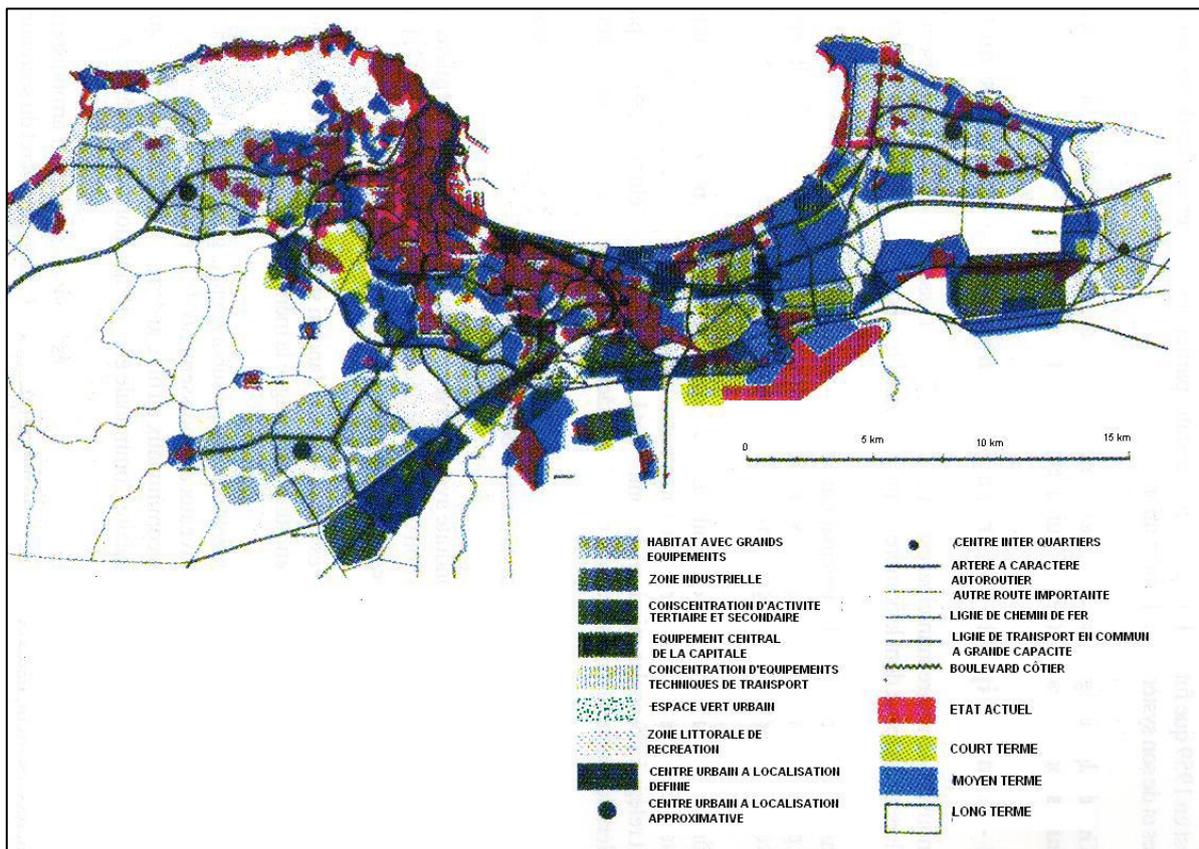
### **2.2.1. Le PDAU d'Alger, un plan mort-né (1995-1998):**

L'approbation du nouveau PDAU (Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme) en 1995 qui intervient dans un contexte politique particulier, caractérisé par une grande instabilité institutionnelle et par un accroissement considérable des pratiques de distribution « *informelle* » du foncier public à l'intérieur et en dehors du périmètre d'urbanisation -n'eut pas l'effet escompté de mise en cohérence des actions des différents intervenants sur la ville.

Le plan directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU) d'Alger constitue une actualisation des directives du P.U.D d'Alger et une mise en conformité à la nouvelle loi sur l'aménagement et

l'urbanisme du 1<sup>er</sup> décembre 1990<sup>iv</sup>. Ce dernier n'a jamais constitué un instrument de référence de l'action publique en milieu urbain algérois. Déjà obsolète à sa naissance, sur plusieurs aspects, comme par exemple l'étendue de son territoire d'intervention seulement aux 28 communes composant le Grand Alger - les autres communes périphériques disposant chacune en ce qui les concernait de leurs propres PDAU -, il allait être renvoyé aux oubliettes par le nouveau Gouvernorat d'Alger installé en 1997, porteur d'une nouvelle ambition : la conception d'un « Grand Projet Urbain pour la capitale ». Le plus intéressant dans ce plan est la proposition d'un schéma de centralité qui couvre l'hyper centre et la vile centre dont le principe est une restructuration pour contenir l'étalement urbain.

Carte 34 : Les prescriptions du PDAU de 1995



Source : CNERU et Gouvernorat d'Alger (1998) ; Alger, capitale du 21<sup>ème</sup> siècle : Le Grand Projet Urbain de la capitale", Alger, URBANIS, 1998, p.26.

<sup>iv</sup> Cette loi créait les PDAU (Plans Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme), à savoir des plans d'urbanisme « opposables aux tiers », c'est-à-dire qu'elle introduisait un dispositif d'approbation du plan par les municipalités après processus de publication et d'affichage public, mais, surtout, elle remplaçait les dispositifs d'intervention par types de Zones (ZAC, ZUP, etc.) précédentes par un nouvel instrument : le POS (ou Plan d'Occupation au Sol). Si le PDAU constitue un outil stratégique réglementaire d'encadrement de l'urbanisation et de définition des choix stratégiques de développement urbain, le POS qui en est extrait (établi au 1/500<sup>ème</sup>), constitue un outil opérationnel plus fin, déterminant les droits à construire à la parcelle.

### **2.2.2. Du Grand Projet Urbain pour la capitale à la révision du PDAU (1998- 2008) :**

Le nouveau Gouvernorat du Grand Alger, installé en en 1997 en remplacement de la wilaya, apporte avec lui une nouvelle vision plus « métropolitaine » de l'action urbanistique, consignée dans le document programme « Alger, capitale du 21<sup>ème</sup> siècle ».

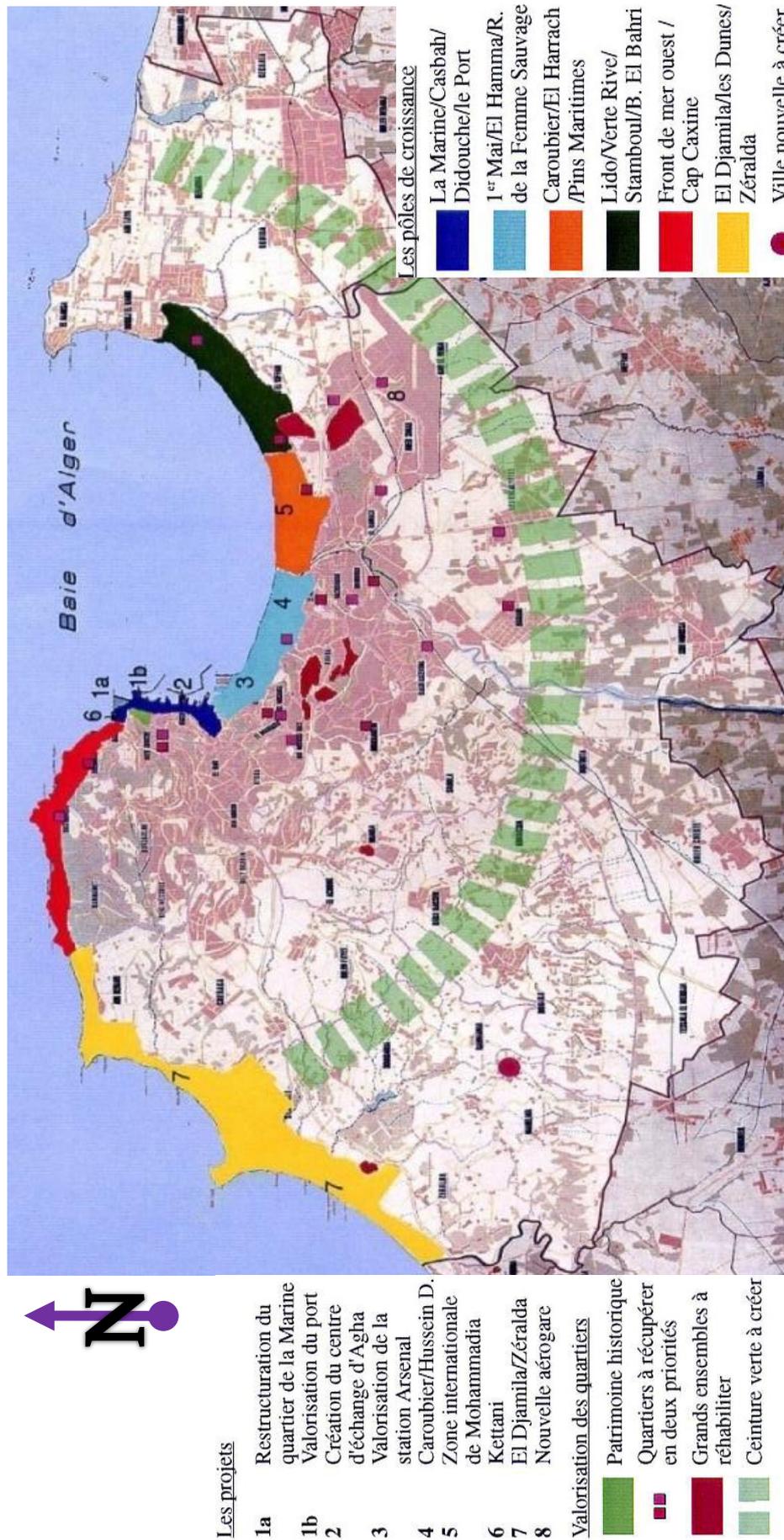
Un « Grand Projet Urbain » (GPU), fondé sur de nouveaux paradigmes de gouvernance, essentiellement destiné à mettre fin à « *l'anarchie urbaine* » (SAFAR ZITOUN. M ; TABTI-TALAMALI. A 2009)<sup>27</sup>, est élaboré par les services du Gouvernorat, sous la coordination de la nouvelle agence Urbanis chargée de piloter les actions d'urbanisme de la nouvelle instance.

Faisant table rase de tous les projets précédents concoctés, selon les auteurs du document, « *en l'absence de toute stratégie d'ensemble en matière d'aménagement [qui a été] à la base des dérives et de l'anarchie actuellement constatables, pour l'urbanisation et les extensions qu'a connues la ville d'Alger*» (SAFAR ZITOUN. M ; TABTI-TALAMALI. A 2009)<sup>28</sup>, ce GPU développe une nouvelle politique d'intervention qui tranche nettement avec les précédentes.

Le périmètre de planification et d'intervention déborde les limites sur lesquelles avaient été élaborés les plans précédents : tout le territoire du nouveau Gouvernorat, qui a récupéré au passage circonscriptions communales rattachées aux wilayas limitrophes de Blida, Boumerdes et Tipaza, composant un total de 57 communes, s'inscrit désormais dans le périmètre « métropolitain ». Des « pôles » d'aménagement, au nombre de 6, et des actions de réhabilitation et de requalification urbaines sont identifiés dans un souci de mise à niveau et « en urbanité » des espaces urbains dégradés. Ces pôles, à la différence des orientations contenues dans les plans précédents, sont tous situés le long de la côte algéroise. Le GPU souffrant -au même titre que le Gouvernorat qui en a inspiré le contenu -d'un ancrage juridique fragile, est rapidement remis en cause ainsi ses ambitions qualitatives.

Après la dissolution du Gouvernorat d'Alger en 2000 pour des raisons d'« *inconstitutionnalité* », l'essentiel de la pratique planificatrice des autorités wilaya les, qui ont repris les choses en mains, a consisté à essayer de « caser » les différents programmes de logements sociaux, d'équipements publics et de voirie en fonction des disponibilités foncières qui ont dicté les opportunités de localisation de ces programmes.

Carte 35 : Les actions projetées dans le cadre du GPU par le Gouvernorat d'Alger 1997-2000



Les assiettes foncières susceptibles d'accueillir les différents projets initiés par la wilaya, renseigne sur la nature essentiellement pragmatique de l'action publique. Elle permet également de montrer le mouvement de translation de la centralité tertiaire et économique vers l'ouest et le sud-ouest de l'agglomération. Les nouvelles facultés, ministères et autres équipements structurants suivent la tendance de fond de l'urbanisation vers les hauteurs d'Alger : la limite symbolique de la Rocade Sud, allègrement franchie par le front d'urbanisation d'habitat individuel au milieu des années 90, est franchie à son tour par l'urbanisation officielle, hors programmes d'habitat. Par ajustements successifs, c'est toute l'agglomération d'Alger qui voit sa centralité tertiaire migrer sur le versant sud de la rocade.

Tous les plans d'urbanismes précédents avaient en commun un point de départ qui était la maîtrise de l'urbanisation autour de la plaine de la Mitidja et du Sahel d'Alger et la protection du foncier et ils ne sont pas parvenus ; alors quelle est la démarche que le GPU puisse adopter pour réussir à délimiter la croissance vers Alger. « *Le GPU<sup>29</sup> en phase d'actualisation et de correction de ses plans a repris le même concept en orientant l'urbanisation sur les piémonts du Sahel d'Alger et de l'Atlas Mitidjien* » (BOUMANSOUR DJAAFRI.R 2005)<sup>30</sup> . Cette étude concerne le schéma d'aménagement métropolitain à long terme qui porte sur le territoire le plus étendu possible pour englober l'ensemble des relations actuelles et futures de la ville avec son environnement régional. Le Grand projet urbain comme nouveau schéma qui définit les principales actions à entreprendre dans la région algéroise, Sahel d'Alger, la plaine de la Mitidja et leurs environnements devrait arriver à trouver des solutions.

Les instruments législatifs et réglementaires, mis au point pour une gestion de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme, qui se voulait initialement rationnelle et cohérente, ont véhiculé une série de lacunes et n'ont pu empêcher institutions, organismes et particuliers d'être à l'origine de situations porteuses de graves dangers.

### **3. Enjeux de l'urbanisation à Alger :**

La rétrospective de planification de l'extension d'Alger peut être résumée en deux points :

- Des contraintes d'ordre physique avec un site accidenté et soumis au risque sismique non adapté à une grande urbanisation sans empiéter sur des terres agricoles.
- Une application indécise quant à l'orientation de l'urbanisation : d'abord vers l'est avec le POG, ensuite vers le Sud-Est avec le PUD pour préserver les terres agricoles mais, en

assumant la contrainte topographique de loin plus couteuse en termes d'urbanisation. Enfin le PDAU confirmait le choix du PUD quant à l'orientation de l'extension au Sud-ouest en proposant, un schéma de centralité qui devait organiser la structure urbaine.

Mais il est à noter qu'aujourd'hui, le développement de l'urbanisation d'Alger se fait dans tous les sens au point que la ville s'organise et elle se développe maintenant par rapport à deux types de centralités (HADJIEDJ.A, CHALINE.C , DUBOIS-MAURY.J ET EN COORDINATION DJEDOUANI. S 2003) <sup>31</sup>.

Le résultat de ce cheminement planificateur, tels qu'observé, peut être résumé dans ce qui suit :

### **3.1. Croissance démographique et son impact sur la demande de logements:**

Alger ne comptait que quelque 30 000 habitants (OUADAH REBRAB. S)<sup>32</sup> à la veille de son occupation. Depuis, sa population n'a pratiquement pas cessé d'augmenter et, surtout, son espace urbain n'a cessé de s'étendre aux dépens de son environnement agricole et forestier.

Depuis l'indépendance, la croissance démographique de la population de l'agglomération algéroise a subi des évolutions très rapides, passant de 900 000 habitants (OUADAH REBRAB. S 2007)<sup>33</sup> au premier recensement de l'Algérie indépendante (1966)(ONS)<sup>34</sup> elle avoisinant les trois millions d'habitants en l'an 2008 (RGPH 2008)<sup>35</sup>.

Le recensement de 1966 montre que, pour le Grand Alger, l'afflux de population a pratiquement compensé le vide créé par le départ des Européens, tant en ce qui concerne l'ancienne ville que les communes périphériques annexées ; cette situation de relative aisance se poursuivra jusqu'à la fin des années 1960 grâce aux quelques programmes de logements réalisés après l'indépendance.

En fait, l'essor démographique dans la capitale est la résultante du nouveau modèle de développement de l'Algérie indépendante qui ignore, dans sa stratégie globale, une politique d'aménagement du territoire basée sur le maintien des populations rurales dans leurs régions. Le développement économique en plein essor a favorisé l'exode rural vers les villes et notamment vers la capitale, fortement attractive en matière d'offres d'emploi.

Tableau 11 : La croissance démographique de la wilaya d'Alger entre 1966 et 2008

ZONE	Population (recensements)					Taux d'accroissement, en %			
	1966	1977	1987	1998	2008	1966-1977	1977-1987	1987-1998	1998-2008
Hyper centre	342 960	461 646	373 579	324 794	235 047	2,74	-2,09	-1,26	-3,2
Centre-ville	423 748	620 041	663 064	642 572	572 179	3,52	0,67	-0,28	-1,2
Première couronne	206 259	361 328	568 447	804 428	1004 764	4,64	3,21	2,4	206 259
Deuxième couronne	6 949	19 988	523 329	790 638	1 135 456	10,08	38,61	3,82	3,65
Total wilaya d'Alger.	979 916	1 463 003	2128 419	2562 432	2947 446	3,71	3,82	1,7	1,3
Taux d'accroissement naturel en Algérie						3,09	2,8	2,7	1,6

Source : M. SAFAR ZITOUN ; A.TABTI-TALAMALI (2009) : la mobilité urbaine dans l'agglomération d'Alger : évolutions et perspectives

Alger a donc subi une croissance rapide et incontrôlée due à la croissance démographique naturelle et à l'exode rural qui est défini par Mr Ougouadfel (OUGOUADFEL 2007)<sup>36</sup> par le dépeuplement du rural, et qui est passé par deux processus différents, celui qui s'est déroulé après l'indépendance pour plusieurs raisons déjà citées et enfin, celui de la décennie noire (terrorisme).

Le tableau 11 montre que la population de 979 916 habitants dénombrée au recensement de 1966 (dont 894 390 résidaient dans les 15 communes composant alors la Ville d'Alger, soit 91 % du total) s'est accrue de 1 967 530 individus, entre cette date et 2008, soit un doublement des effectifs en l'espace de 40 ans.

Toutefois, cette croissance s'est déployée des taux différents et les périodes est distribuée inégalement à travers les différentes zones de la wilaya. Pour les deux dernières périodes, les taux de croissance naturelle ont régressé, étant donné qu'ils ont atteint une croissance de 3,82% (SAFAR ZITOUN. M ; TABTI-TALAMALI. A 2009)<sup>37</sup> par an pour les périodes qui ont suivi l'indépendance du pays. Ces taux sont estimés à 2,7 % et de 1,6 % pour les périodes de 1987-1998 et 1998-2008. Ces derniers montrent un solde démographique négatif ou, du moins, un processus d'installation résidentielle d'une partie des habitants originaires de la wilaya d'Alger en dehors des limites de cette wilaya.

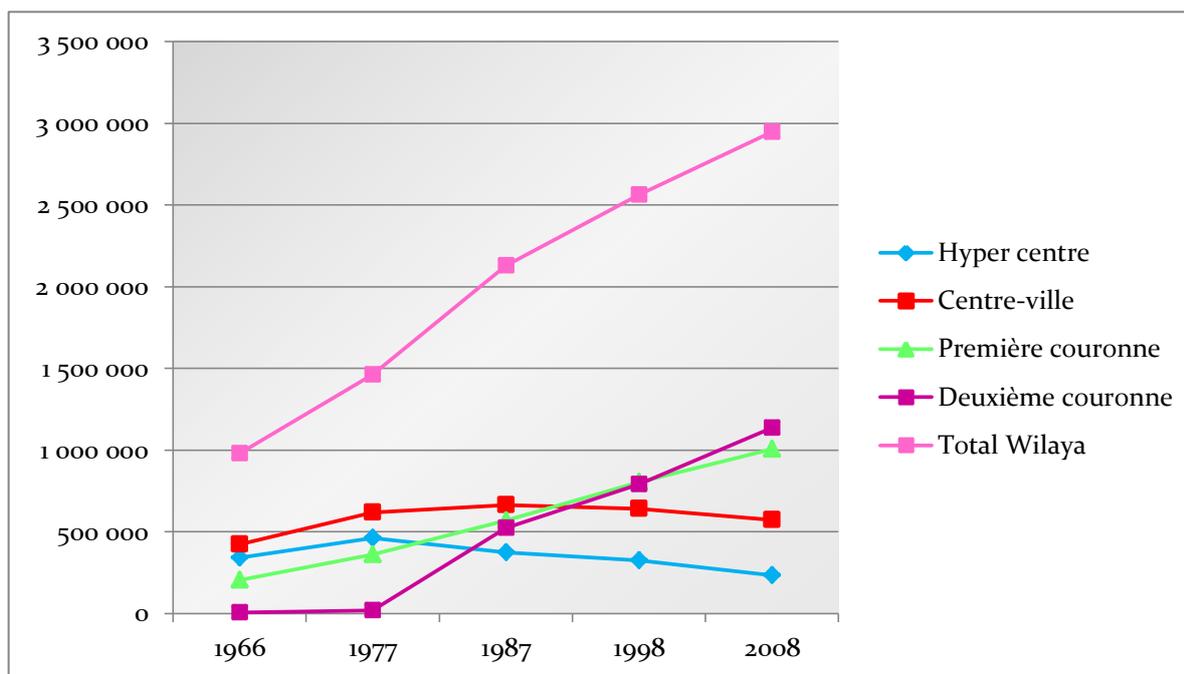
Cette croissance générale faible s'exprime cependant différemment selon les zones de la wilaya :

- l'hyper centre, composé des quatre communes centrales les plus densément peuplées de la wilaya, connaît un taux de croissance négatif à partir des années 80 ;
- ce mouvement de décroissance est relayé dix années plus tard par les 11 communes composant le centre-ville ;
- les taux de croissance des deux couronnes périphériques, après avoir connu des niveaux très élevés, commencent à fléchir à partir de 1998, tout en se situant toutefois bien au-dessus du croît naturel.

### 3.1.1. La répartition de l'accroissement démographique à Alger : desserrement des communes centrales et croissance des communes périphériques

Suite à la croissance spectaculaire de la ville d'Alger durant les premières décennies qui ont suivi l'indépendance du pays, Le mouvement de desserrement des quartiers centraux, amorcé dans les années 80, s'est donc propagé progressivement vers les périphéries, connaissant une accélération à partir du début des années 90.

Graph 1 : La croissance démographique dans la wilaya d'Alger, par zones analytiques.



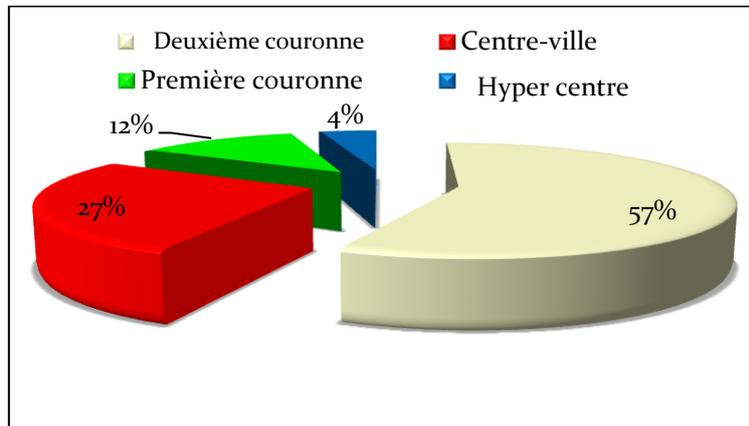
Source : Auteur en référence des données du RGPH 2008 pour Alger

Les données à l'échelle de l'ensemble de l'aire métropolitaine algéroise (wilayas d'Alger, de Blida, Tipaza et Boumerdes) montrent un vigoureux mouvement d'urbanisation dans l'arrière-pays

algérois<sup>v</sup>. De plus, on a assisté à la multiplication du nombre d'agglomérations urbaines  $\hat{R}$  selon la définition de l'ONS dans cette aire géographique, qui passe de 22 en 1987 à 90 en 1998, confirmant en cela le redéploiement hors wilaya d'Alger d'une partie de la population de cette wilaya.

Ce mouvement de desserrement résidentiel vers la périphérie a eu pour conséquence directe un processus de dédensification des espaces centraux de l'agglomération algéroise (zones Hyper centre et Centre-ville).

**Graphe 2 : Densités démographiques d'Alger en fonction du découpage zonal (2008)**



Source : Auteur en référence du RGPH 2008

Les données des recensements montrent bien un accroissement général de la densité de population, passant de 2 892 hab/km<sup>2</sup> en 1987 à 3 825,9 hab/km<sup>2</sup> en 2008, mais cette moyenne cache deux tendances opposés :

- une baisse très forte pour l'hyper centre et un peu moins accentuée pour le centre-ville qui demeurent néanmoins les zones où les densités demeurent les plus fortes ;
- un doublement de la densité pour la première couronne entre 1987 et 1998, suivie d'un repli en 2008 et enfin une hausse continue des densités dans la deuxième couronne.

Les quartiers centraux connaissent ainsi un processus de report de leurs populations vers les zones périphériques, selon le même mode constaté pour les taux de croissance démographique.

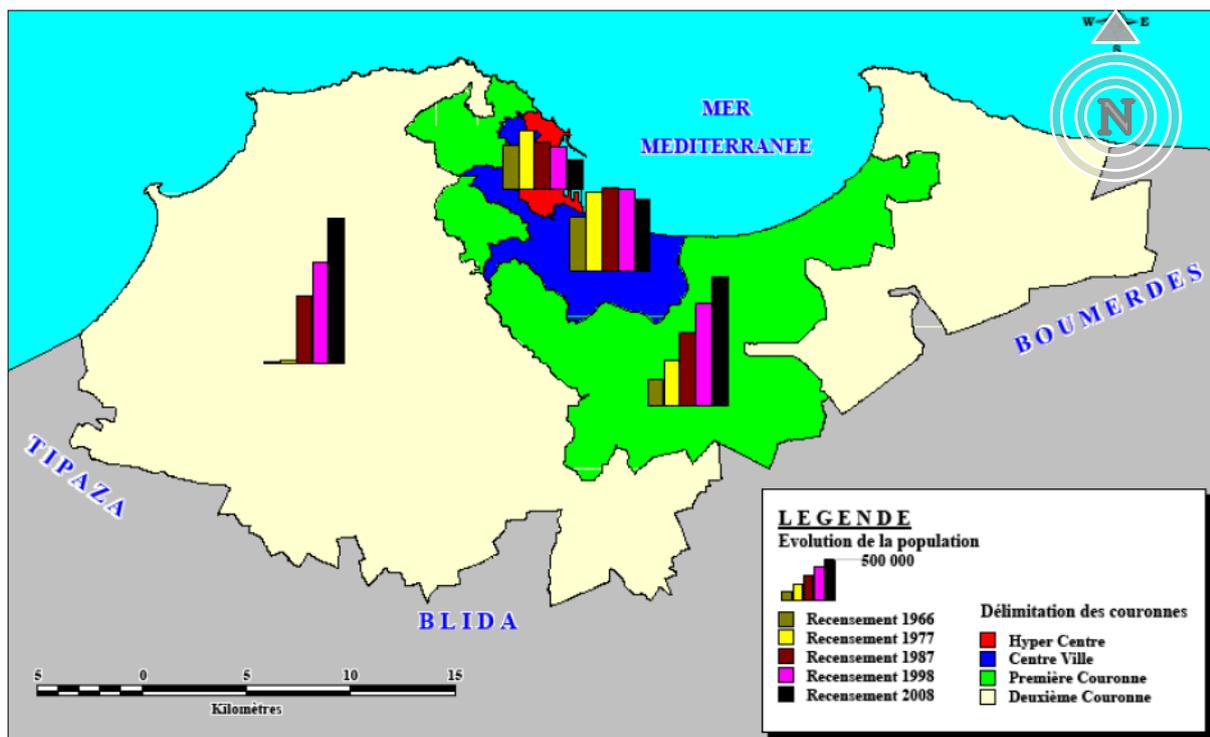
La carte 44 montre l'ampleur des contrastes de densité entre les différentes communes algéroises en 2008. Elle permet de saisir à la fois le maintien des caractéristiques relatives d'hyper densité des communes centrales de l'agglomération, mais également le nouveau phénomène de densification

<sup>v</sup> Les statistiques de l'ONS sur les mouvements migratoires à l'intérieur de cette aire montrent par exemple, pour 1998, que 90,6 % d'immigrants rentrant à Alger proviennent de Boumerdès et 90,70 % des sortants d'Alger vont vers Boumerdès. La wilaya de Blida constitue à cet égard un exutoire important des populations algéroises : un taux migratoire important, soit 84,70 % des entrants à Blida proviennent d'Alger contre 78,30 % des sortants de Blida qui prennent la destination d'Alger.

intéressant les communes côtières de l'Est comme Mohammadia, Bordj El Kiffan, Bordj El Bahri, celles de la bande côtière Ouest comme Aïn Benian, Hammamet jusqu'à Zeralda.

Ce processus de densification des communes périphériques traduit aussi des changements significatifs en termes de type d'habitat, de statuts juridiques du foncier et de contenus sociaux, ayant un impact direct sur les mobilités urbaines. En effet, le mouvement de déplacement des populations originaires des quartiers centraux ne semble pas s'être réalisé selon des conditions de respect des règles de planification urbaine au double plan de la légalité des installations et de leur conformité aux règles d'urbanisme (POS).

Carte 36 : Evolution de la population de la wilaya d'Alger, par zones entre 1966 et 2008



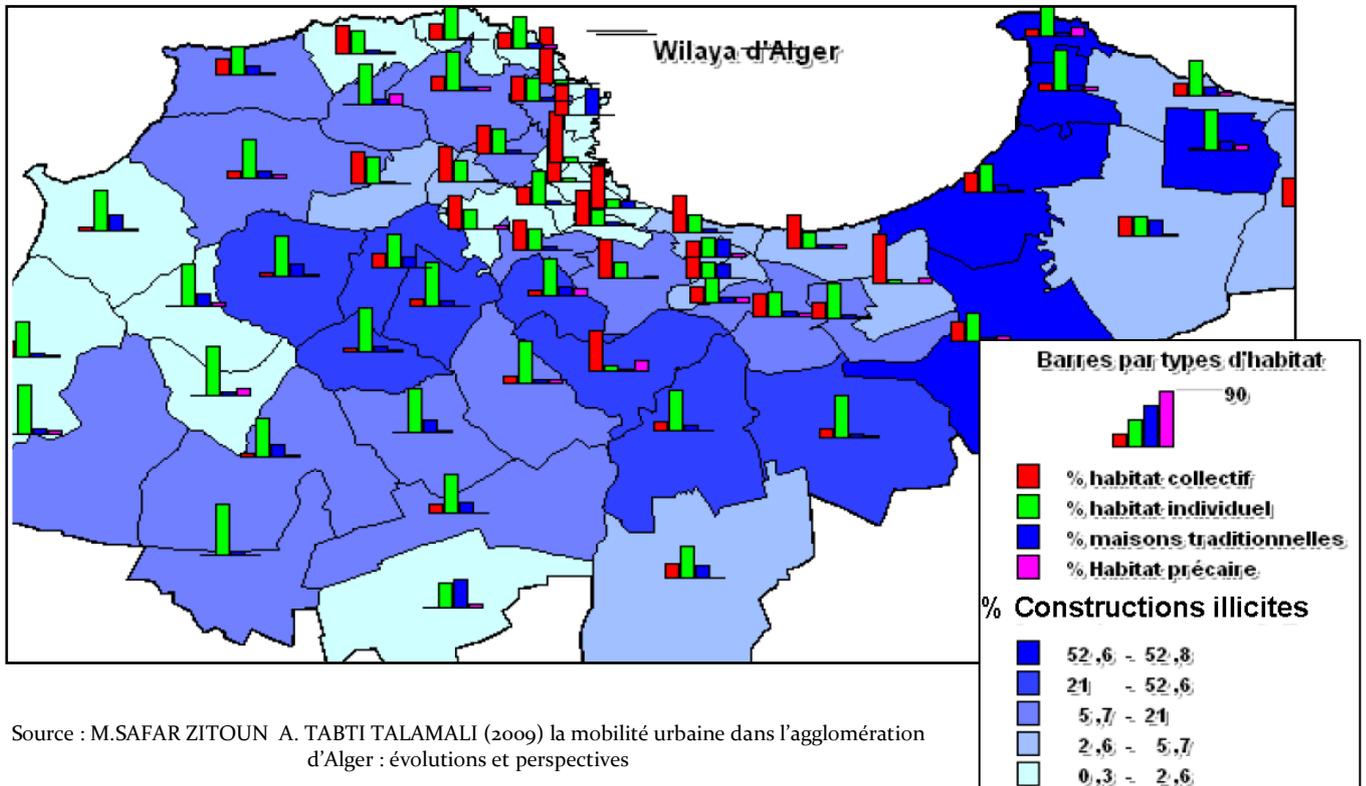
Source : M.SAFAR ZITOUN A. TABTI-TALAMALI (2009) la mobilité urbaine dans l'agglomération d'Alger : évolutions et perspectives

### 3.1.2. L'habitat illicite à Alger : « Conséquence de la croissance démographique »

La Carte 45, élaborée à partir des données fournies par le MUCH, montre l'importance de l'habitat dit illicite par rapport au total des constructions réalisées durant la période 1990-2008 dans les différentes communes algéroises. On relève la concentration de ce type d'habitat, composé essentiellement de maisons individuelles, dans les communes de l'Est algérois (Dar El Beïda, Bordj El Kiffan, Bordj El Bahri, Heuraoua), mais aussi dans la ceinture des communes « ouvrières » du sud (Baraki, Les Eucalyptus) avec un débordement vers les communes sahéliennes de Birkhadem, Draria, El Achour et Baba Hassen.

La wilaya d'Alger comporte 57 communes regroupées en 13 circonscriptions administratives issues du découpage administratif du 2 août 1997 ayant intégré à la wilaya des circonscriptions administratives (communes) relevant antérieurement des wilayas limitrophes de Tipaza, Blida et Boumerdès, caractérisées par leur très faible densité de peuplement par rapport à celles de la wilaya d'Alger.

Carte 37 : Types d'habitats et proportion des constructions "illicites" par communes



Source : M.SAFAR ZITOUN A. TABTI TALAMALI (2009) la mobilité urbaine dans l'agglomération d'Alger : évolutions et perspectives

« Ainsi, la ville dense, compacte et ramassée, qui existait avant 1990, a été remplacée en l'espace de vingt années par une agglomération beaucoup plus étalée, avec des formes de mobilités résidentielles accentuées et un allongement des distances des déplacements, instaurant une demande de transport sans commune mesure avec l'offre existante tous modes confondu. Cette situation est attribuable à la rapidité des évolutions urbanistiques qui ont mis à mal une planification urbaine défailante et quasi inexistante » (SAFAR ZITOUN. M ; TABTI-TALAMALI. A 2009)<sup>38</sup>.

Alger, pôle économique et politique du pays, est le champ de mutations importantes qui se traduisent par une recomposition spatiale à l'échelle de toute l'agglomération. Le dernier RGPH révèle que l'urbanisation de la ville d'Alger qui atteint un taux de 94,67%, prend des dimensions alarmantes. Les limites de l'agglomération Algéroise et celles des anciens villages coloniaux ont été éclaté par cette urbanisation massive et anarchique. C'est ainsi que des milliers d'hectares jouxtant la zone urbaine ont été cédés à la construction.

### 3.2. Le Foncier comme enjeu principal:

L'impact de la nouvelle politique foncière sur l'urbain d'Alger apparaît clairement sur le terrain par la multiplication des promotions immobilières. Ce dispositif a accéléré le processus de l'auto construction privée et a généré une nouvelle forme d'habitat : un habitat individuel, dont la morphologie, les fonctions et les espaces de vie se présentent comme des ruptures radicales avec l'organisation et les pratiques ayant eu cours jusque-là.

Le RGPH 1998 a mis en évidence, pour la première fois dans l'histoire contemporaine d'Alger, une diminution de la population résidant dans les communes centrales et une augmentation de population dans le reste des communes de la wilaya. Cette tendance a été confirmée par le RGPH de 2008.

*« Depuis 1998, cette tendance à la baisse affecte progressivement les communes péricentrales où le taux de croissance évalué à 0,30% en 1998 passe à 1,16% en 2008. Il y a donc un dépeuplement des espaces centraux et péricentraux avec des taux d'accroissement de population qui diminuent de plus en plus au fur et à mesure que l'on s'approche du cœur de la ville »(BELHAI-BENAZZOUZ Atika et DJELAL Nadia 2010)<sup>39</sup>.*

La périphérie est donc le réceptacle des mouvements migratoires internes puisque le taux de croissance démographique d'Alger entre 1998 et 2008 (0,92 %) est inférieur au taux de croissance démographique national durant la même période (1,8 %) (ONS)<sup>40</sup>. Ce qui signifie qu'Alger n'enregistre plus de mouvements migratoires provenant de l'extérieur de son territoire et que les déplacements de population constatée ne se font qu'à l'échelle intra-urbaine.

La disponibilité de terrains dans des espaces à vocation agricole, a permis aux interventions publiques et aux initiatives privées de produire deux types de constructions, les premières sous formes de grands ensembles dans la périphérie Est, les secondes des constructions individuelles dans la périphérie ouest. L'émergence d'espaces résidentiels nouveaux a été d'autant plus rapide et forte que la législation en vigueur n'imposait pas aux initiatives publiques et privées, durant les premières années de l'indépendance, des contraintes particulières dans le domaine de la construction, notamment dans les communes rurales non soumises à des plans d'urbanisme. De plus, la multiplication des procédures et des intervenants a, dans une situation d'anarchie, permis une diffusion massive de la fonction résidentielle sous diverses formes en périphérie sur les terres agricoles. Les causes de ce mouvement de peuplement centripète sont multiples.

- le développement très important de la périphérie. A cela, on peut ajouter le transfert de sièges sociaux des sociétés nationales après la restructuration et la rénovation de certains quartiers de la capitale, comme la Casbah et le Hamma, et l'élimination de l'habitat précaire qui a entraîné le recasement des populations dans d'autres communes périphériques d'Alger et autres wilayas limitrophes.
- La pénurie de terrain à bâtir pour des logements et son coût croissant ainsi que l'escalade des loyers causés par les ravages de la spéculation foncière dans les quartiers du centre urbain, alors que les zones périphériques, aux densités plus faibles, offrent des possibilités d'acquisition de terrains et de logement à meilleur marché.
- Les communes périphériques commencent à avoir une autonomie fonctionnelle grâce à l'émergence des équipements structurants tels que les banques, les activités industrielles, commerciales et de services variés, les grands complexes sportifs, culturels et de loisirs, ainsi que la présence des infrastructures routières développées. Ce qui a encouragé un exode urbain massif d'une population qui veut vivre dans des espaces moins congestionnés sans perdre le contact avec la ville.

### 3.2.1. Les besoins fonciers, des choix faits sous pression et dans l'urgence :

Les besoins fonciers destinés à l'urbanisation induits par l'évolution de la population urbaine de la zone PAC, sont indiqués dans le tableau ci-après<sup>41</sup>:

**Tableau 12 : Evolution du rapport de dispersion géographique (%) entre l'agglomération d'Alger et sa périphérie**

	Pop. 1998	Pop. 2020	Charges démographiques additionnelles 98/2020	Besoins fonciers (ha)	Répartition %
Alger	2.323.348	3.752.000	1.428.000	5.950,0	60,0

Source : Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (Décembre 2004), Programme d'Aménagement Côtier

Cette évolution est faite sur la base d'un TOL (Taux d'Occupation par Logement) moyen de 6 et d'une densité brute moyenne de 40 logements à l'hectare. Ce choix fait référence aux caractéristiques spécifiques de la zone d'Alger.

A cet effet, les besoins fonciers induits à l'horizon 2020, par une charge démographique de l'ordre de 2.370.000 personnes seraient de l'ordre de 9.875 ha, dans le cas de la reconduction des tendances observées exprimées par l'évolution du taux d'urbanisation de +0,5% par an. Il est important de

signaler que dans cette hypothèse, 80% des besoins proviendraient des wilayas d'Alger (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement Décembre 2004)<sup>42</sup>.

### 3.2.2. Une croissance urbaine effrénée, dépassement des limites planifiées:

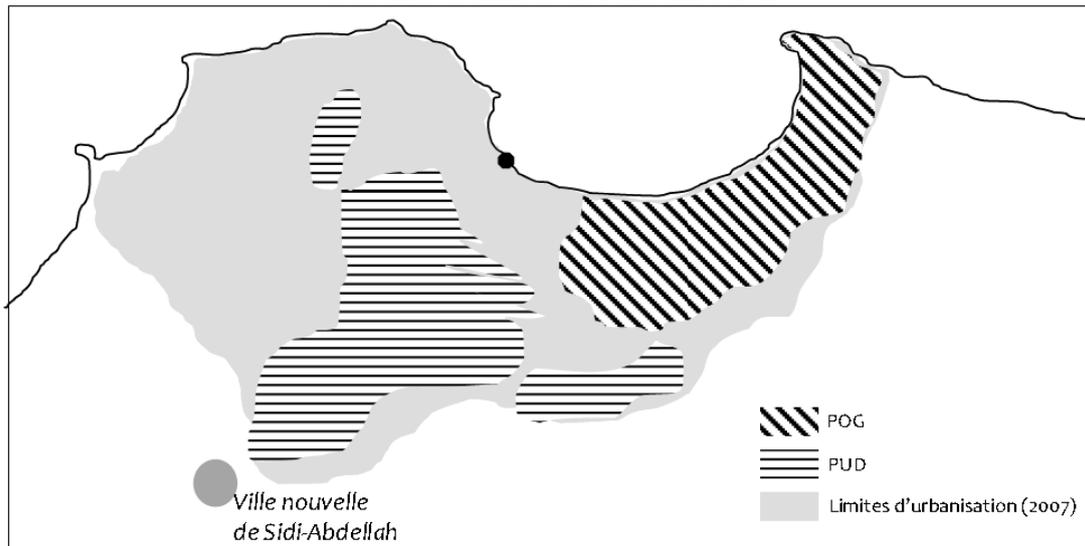
La croissance urbaine qui s'est effectuée en tache d'huile, a largement dépassé les limites d'urbanisation édictée par le PDAU. Les 5000 ha prévus pour l'extension Pour l'horizon 2010 au Sud-ouest ont été largement consommés avant 2010, voir dépassés (MEGUITIFF.S 2008)<sup>43</sup>. Le périmètre d'extension proposé par le POG, qui fut annulé pour cause de préservation du patrimoine agricole, a été lui aussi consommé. En 2004, c'est 15 000 ha qui ont été phagocytés par l'urbanisation à l'est occupant ainsi des territoires de plus en plus soumis à l'aléa sismique. La croissance urbaine s'est effectuée au-delà des limites définies par la planification, Cet étalement a été catalysé par l'extension du territoire de la wilaya en passant de 43 à 57 communes, mais aussi par l'implantation du projet de la ville nouvelle de Sidi Abdellah<sup>vi</sup> avec ses 3000 à 3500 ha urbanisables sur lesquels il est prévu de construire quelque 30 000 logements et une panoplie d'équipements susceptibles d'abriter près d'un demi-million d'habitants. L'installation de La ville nouvelle de sidi Abdellah est maintenant remise en question par les spécialiste en génie parasismique, notamment qu'elle se trouve localiser sur une faille sismique.

Le professeur Chelghoum, expert en génie sismique, a mis en garde les autorités afin d'arrêter la construction de Sidi-Abdellah. «*Cette nouvelle ville va s'effondrer étant donné que la faille sismique passe par cette région.*»<sup>44</sup> Une ville qui, selon lui, présente tous les ingrédients «*de l'anarchie urbaine et de non-respect de normes antisismiques*»<sup>45</sup>. Rappelons que Sidi-Abdellah a été choisie comme un pôle d'excellence économique pour être dotée d'un parc technologique d'envergure et de projets d'investissements conséquents. Mais, tout indique que ce choix n'est pas approprié pour l'aménagement d'une telle ville dont les conséquences, en cas de tremblement de terre, seraient désastreuses.

---

<sup>vi</sup> Située à 25 Km d'Alger, elle est conçue pour absorber à l'horizon 2020 plus de 120 000 Habitants sur environ 2 000 ha. Elle comprend la réalisation de 30 000 logements, une ville de haute technologie médicale et l'implantation de 1000 PME-PMI ce qui occasionnera la création de 20 000 emplois. Mais d'un autre point de vue elle se trouve localisé dans une zone d'activité sismique élevée.

Carte 38 : les différents périmètres d'urbanisation préconisés par le POG et le PUD et limites actuelles estimées de l'urbanisation



Source : Meguitiff.S (2008) : Conditions d'articulation urbanisme-transport : le cas de l'agglomération algéroise. Institut d'urbanisme, faculté d'aménagement

### 3.2.3. Problème de gestion urbaine :

Précarité, spontanéité, exclusion, dégradation du cadre de vie urbaine, exposition et sous-estimation du risque sismique sont en fait les conséquences d'une mauvaise gestion urbaine dues entre autres à :

#### 3.2.3.1. Faiblesse dans l'élaboration et l'exécution des plans d'urbanisme :

La lenteur de la durée de réalisation des plans d'urbanisme entraîne souvent un décalage dans le temps et dans l'espace, entre les dispositions prises et l'évolution effectuée sur terrain. Dès lors, les instruments élaborés, loin de constituer des outils de référence, ne furent pas respectés, notamment à travers une consommation trop rapide du foncier urbain. Cette situation peut trouver son explication, soit dans l'absence d'autorité de certains responsables locaux, soit dans l'impossibilité de mettre en œuvre l'éventail du dispositif de sanctions ou encore dans les lacunes du dispositif réglementaire.

« En tout état de cause, si certaines actions ont pu se développer dans le temps sans suivi ni contrôle, c'est que l'appareil d'Etat n'a pas joué pleinement son rôle. Ce recul de l'Etat ne pouvait que favoriser une urbanisation irrationnelle, émanant de citoyens peu soucieux du respect de la légalité, partisans du fait accompli et créant ainsi un environnement où la transgression de la loi par le plus grand nombre devient la norme référentielle » (C.A.T.E 2003)<sup>46</sup>.

A cet égard, l'exemple du permis de construire est illustratif d'une conjoncture aussi singulière. En dépit, d'une législation rigoureuse en la matière, allant jusqu'à prescrire un dispositif de saisine des juridictions et de démolition dans les cas extrêmes, son application n'est mise en œuvre qu'à de très rares exceptions. C'est l'absence de permis de construire qui, en fait, est devenue la règle.<sup>vii</sup>

Par ailleurs, la question du certificat de conformité est révélatrice de l'inefficacité de l'intersectorialité et de la défaillance des institutions étatiques concernées. Cette pièce maîtresse, normalement exigée en fin de processus d'urbanisation à la demande du bénéficiaire du permis de construire pour permettre l'occupation des lieux, n'est quasiment pas remplie. Son inobservation n'est pas sanctionnée et se trouve donc indirectement encouragée.

### **3.2.3.2. Emergence des pratiques de construction illicite :**

L'inefficacité de l'appareil administratif chargé de la gestion urbaine laquelle s'ajoute un déficit de logements en évolution croissante a généré une tension sociale s'exprimant par des actes spontanés de constructions illicites constituant ainsi de véritables poches vulnérables à la moindre secousse sismique.

Depuis l'apparition de la crise sécuritaire qui a contraint les ruraux à quitter leurs villages pour fuir la menace du terrorisme, Alger est devenue un point d'appel pour une population résidente générant de nouvelles demandes qui ont fossé tous les scénarios des plans d'aménagements.

### **3.2.3.3. L'existence de plusieurs zones d'habitat précaire :**

La surface bâtie de ce type d'habitat représente les 25% de la surface totale de l'agglomération, il s'agit essentiellement de 7 communes : Bab El Oued, Eucalyptus, Beraki, Badjarah, El Madania, Bourouba et Oued Koriche (HADJIEDJ.A, CHALINE.C, DUBOIS-MAURY.J ET EN COORDINATION DJEDOUANI. S 2003)<sup>47</sup>. Ce paysage urbain constitué durant la période coloniale densifié et accrue après l'indépendance et en fait le lieu propice d'accueil pour la population rurale et le refuge pour les habitants les plus démunies de la capitale. Sous l'impulsion de la croissance démographique et les manifestations des épisodes sismique, ces communes constituent en effet des véritables territoires exposés à d'extrêmes degrés de vulnérabilités.

<sup>vii</sup> Colloque : « L'urbanisation sauvage » : journée d'étude organisée à Oran construire, seuls 92 dossiers sont en conformité. Présidée par le PAPC, la rencontre avait pour objectif l'application rigoureuse de la loi 90-29 relative à l'aménagement et l'urbanisme

### **3.2.4. Mutations économiques et mutations urbaines :**

Combinée à la croissance démographique, les mutations économiques accentuent la recomposition du territoire algérois .En effet, la libération économique a engendré une dynamique de marché (BENYOUCEF.B 2003) <sup>48</sup> . Cette dernière allait générer, en plus d'une demande foncière croissante et pressante, une forte mobilité économique qui concerne essentiellement la délocalisation de l'activité commerciale du centre d'Alger vers des implantations plus favorables en périphérie notamment : Kouba, Gué de Constantine , Bab-Ezzouar , EL Hamiz...

Ceci traduit l'émergence spontanée, grâce à des initiatives privées, de nouvelles formes de centralités. Face à cette évolution économique, le centre d'Alger souffre de saturation et de congestion, de mobilité de transport d'une part et de la dégradation du cadre bâti d'autres part. A cela viennent s'ajouter les effets de la dynamique du marché qui génèrent dans un premier temps un besoin des espaces de centralité et dans un deuxième temps le refoulement de certaines activités et fonctions en quête d'espace et d'accessibilité vers la périphérie.

### **3.2.5. Vulnérabilité de la métropole Alger face aux risques :**

La géologie d'Alger fait du risque sismique une réalité objective (Détailé en première partie) mais, rare sont les constructions qui veillent au respect de l'application des normes parasismiques. Les quartiers non règlementés, les bidonvilles l'habitat illicite et les édifices archaïques sont, à cet égard les plus vulnérables.

Les risques industriels, notamment ceux que peuvent provoquer les grands complexes pétrochimiques, jouxtant les tissus urbanisés suscite plus d'attention du fait de leurs localisations sur des zones de fortes activités sismiques tels que Oued S'mar , Reghaia –Rouiba, Sidi moussa ...

Il convient désormais de prendre en compte ces risques en amont, lors de l'acceptation des projets.

## **Conclusion :**

force est de remarquer que la ville ne peut que sombrer dans des situations de faits irréparables. Son étalement urbain et son caractère irréversible sont une menace réelle sur le foncier qui est une denrée non renouvelable. Les conséquences sur la perte à jamais du foncier urbain et agricole peuvent compromettre toute chance de sa maîtrise de sa gestion à l'avenir.

Cette stratégie à laquelle appellent les pouvoirs publics, n'a pas atteint des résultats concrets, la conséquence a été la poussée de la capitale et de son aire métropolitaine. Cette poussée de la ville d'Alger et son étalement sur son espace métropolitain a entraîné l'augmentation du poids démographique et économique de la ville comparé à d'autres métropoles régionales, les pouvoirs publics estiment à cet égard les besoins de la ville beaucoup plus importants, face à la pénurie du foncier réservé à l'urbanisation.

Ainsi les terres qui doivent recevoir le surplus démographique ne peuvent être que les terres agricoles de la Mitidja, du Sahel et du littoral avec tous les risques sismiques majeurs et dangers écologiques, économiques et l'atteinte à la politique de sécurité alimentaire.

Il est donc plus que temps de repenser la ville et la gestion foncière, par des actions d'aménagement cohérentes dans une vision intégrée par de nouveaux instruments élaborés dans le cadre d'une stratégie à moyen et à long terme et surtout de veiller au strict respect et l'application des lois et règlements d'urbanisme.

Et aussi bien ,de réfléchir à l'allègement du poids démographique, économique et fonctionnel de la capitale à travers une action d'envergure pour redéfinir le redéploiement, et réunir les conditions nécessaires au développement à l'intérieur du pays en créant des petites et moyennes villes dans le cadre d'une urbanisation et planification spatiales cohérentes et équilibrées.

## Références

<sup>1</sup> [www.ons.org](http://www.ons.org)

<sup>2</sup> [www.ons.org](http://www.ons.org)

<sup>3</sup> RGPH 1977

<sup>4</sup> ANNE-MARI SAHLI (1990), op.cit., p 57

<sup>5</sup> OUADAH REBRAB.S (2007) : Pratiques de mobilités résidentielles et processus de territorialisation : le cas de location-vente AADL.Séminaire de Sousse 27 et 28 avril 2007, Projet FSP « faire la ville en périphérie(s). Territoires et territorialités dans les grandes villes du Maghreb »

<sup>6</sup> BOUMANSOUR DJAAFRI .R (2005) : L'impact des plans d'urbanismes élaborés pour l'extension de la ville d'Alger et la plaine de la Mitidja sur l'étalement urbain. Colloque du 24 AU 27 Novembre 2005 à Sfax ; Les villes au défi du développement durable ; quelle maîtrise de l'étalement urbaine et ségrégation associées ?

<sup>7</sup> COTE.M (1996) : l'Algérie espace et société. Ed. Masson/ Colin, Paris, 253 p

<sup>8</sup> LAOUMI N., SLIMANI A. BOUHADAD Y. AND NOUR A.(2003). The 05/21/2003 Boumerdes Earthquake : Preliminary analysis. Intern Report. CGS.

<sup>9</sup> MINISTERE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT (Décembre 2004) : Programme d'Aménagement Côtier (PAC) "Zone côtière algéroise", Maîtrise de l'urbanisation et de l'artificialisation des sols, Rapport: Etude prospective de l'urbanisation – Phase 2 –

<sup>10</sup> HAFIANE .A (2007) : Les projets d'urbanisme récents en Algérie, 43e Congrès de l'ISOCARP.

<sup>11</sup> MEGUITIFF.S (2008) : Conditions d'articulation urbanisme-transport : le cas de l'agglomération algéroise. Institut d'urbanisme, faculté d'aménagement, mémoire en vue de l'obtention du grade de maîtrise en urbanisme.

<sup>12</sup> HAFIANE .A (2007) : Op.cit.

<sup>13</sup> Commission de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (2003) : L'urbanisation et les risques naturels et industriels en Algérie : inquiétudes actuelles et futures. Alger, le 13 avril 2003, p : 97, pp : 59 .

<sup>14</sup> Idem

<sup>15</sup> HAFIANE .A (2007) : Op.cit.

<sup>16</sup> M. SAFAR ZITOUN ; A.TABTI-TALAMALI (2009) : la mobilité urbaine dans l'agglomération d'Alger : évolutions et perspectives, p : 17

<sup>17</sup> Idem

<sup>18</sup> M. SAFAR ZITOUN ; A.TABTI-TALAMALI (2009) : op.cit. p : 18

<sup>19</sup> OUADAH REBRAB.S (2007) : Op.Cit. p:06

<sup>20</sup> BEREZOWSKA-AZZAG E., 1999.

- <sup>21</sup> **OUADAH REBRAB.S** (2007) : Op.Cit. p:06
- <sup>22</sup> **GOVERNORAT DU GRAND ALGER** (1998) : Alger capitale du 21ème siècle, Le Grand Projet Urbain de la capitale, ,Ed :ANEP , p. 15
- <sup>23</sup> **Idem**
- <sup>24</sup> **Idem**
- <sup>25</sup> **M. SAFAR ZITOUN ; A.TABTI-TALAMALI** (2009) : op.cit. Pp : 32
- <sup>26</sup> **Idem**
- <sup>27</sup> **SAFAR ZITOUN. M ; TABTI-TALAMALI. A** (2009) : op.cit. Pp : 33
- <sup>28</sup> **Idem.**
- <sup>29</sup> Le « Grand Projet Urbain » : découpage de l'ex gouvernorat d'Alger.
- <sup>30</sup> **BOUMANSOUR DJAAFRI.R** (2005 ) : L'impact des plans d'urbanismes élaborés pour l'extension de la ville d'Alger et la plaine de la Mitidja sur l'étalement urbain. Colloque du 24 AU 27 Novembre 2005 à Sfax ; Les villes au défi du développement durable ; quelle maîtrise de l'étalement urbaine et ségrégation associées ?
- <sup>31</sup> **HADJIEDJ.A, CHALINE.C, DUBOIS-MAURY.J ET EN COORDINATION DJEDOUANI. S** (2003) : Alger les nouveaux défis de l'urbanisation. Ed : L'HRAMATTAN, p : 303.
- <sup>32</sup> **OUADAH REBRAB. S** (2007) : Pratiques de mobilités résidentielles et processus de territorialisation : le cas de location-vente AADL
- <sup>33</sup> **Idem**
- <sup>34</sup> [www.ons.org](http://www.ons.org)
- <sup>35</sup> RGPH 2008
- <sup>36</sup> **OUGOUADFEL** (2007) : Nouvelles villes et périphérie algéroises, émission télévisée (Canal Algérie), 01/03/2007.
- <sup>37</sup> **SAFAR ZITOUN. M ; TABTI-TALAMALI. A** (2009) : la mobilité urbaine dans l'agglomération d'Alger : évolutions et perspectives , p : 18.
- <sup>38</sup> **Idem**
- <sup>39</sup> **BELHAI-BENAZZOUC Atika et DJELAL Nadia** (2010) : le foncier vecteur de l'étalement urbain algérois. Colloque : Identité et compétitivité territoriale, du 2à au 22 Septembre 2010, ASRDLF-AISRE.
- <sup>40</sup> [www.ons.org](http://www.ons.org)
- <sup>41</sup> **Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement** (Décembre 2004) : Programme d'Aménagement Côtier (PAC) "Zone côtière algéroise", Maîtrise de l'urbanisation et de l'artificialisation des sols, Rapport: Etude prospective de l'urbanisation – Phase 2 –
- <sup>42</sup> **Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement** (Décembre 2004) : Op.cit.

---

<sup>43</sup> MEGUITIFF.S (2008) : Conditions d'articulation urbanisme-transport : le cas de l'agglomération algéroise. Institut d'urbanisme, faculté d'aménagement, mémoire en vue de l'obtention du grade de maîtrise en urbanisme.

<sup>44</sup> <http://www.djazairess.com/fr/infosoir/43872>, consulté le : 30/06/2011

<sup>45</sup> Idem

<sup>46</sup> **Commission de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement** (2003) : L'urbanisation et les risques naturels et industriels en Algérie : inquiétudes actuelles et futures. Alger, le 13 avril 2003, p : 97, pp : 59 .

<sup>47</sup> HADJIEDJ.A, CHALINE.C, DUBOIS-MAURY.J ET EN COORDINATION DJEDOUANI. S (2003) : Alger les nouveaux défis de l'urbanisation. Ed : L'HRAMATTAN, p 303, pp 15 .

<sup>48</sup> BENYOUCEF.B (2003) : La crise de mutation de la ville algérienne et ses enjeux le cas d'Alger, dans : HADJIEDJ.A, CHALINE.C, DUBOIS-MAURY.J ET EN COORDINATION DJEDOUANI. S (2003) : Alger les nouveaux défis de l'urbanisation. Ed : L'HRAMATTAN, p 303 , pp 35

## **CONCLUSION DE LA DEUXIÈME PARTIE :**

Grâce à son fabuleux site surplombant l'une des plus belles baies du monde, à sa situation géographique stratégique au centre de la méditerranée, à sa célèbre Casbah, comme l'a exprimé Ali Hadjiedj : « *Alger-la blanche- reste l'un des repères éternels de la civilisation méditerranéenne* »<sup>i</sup>. Il serait absurde de laisser une ville d'un tel statut s'exposer à des situations de vulnérabilité et de précarité extrême et aux risques sismiques qui ne font qu'aggraver la situation.

Selon les spécialistes, Alger ne peut pas échapper à un grand séisme. Nous ne savons pas au juste quand il aura lieu, car les séismes sont des phénomènes imprévisibles et non négociables, cela est au fait que la capitale repose sur cinq failles principales qui peuvent bouger à tout moment en plus de la faille en marge. Comme facteur aggravant, la construction à Alger est non seulement dense et anarchique, mais également non conforme, dans sa majorité, aux règles parasismiques. La croissance démographique accentuée dans l'algérois et l'occupation des territoires souvent défavorables ne font qu'accroître le risque sismique dans la région. Le pays n'est pas préparé à ce type de catastrophes dans la capitale, ce qui complique d'avantage la situation.

Après plusieurs séismes et dégâts naturels qu'ils ont engendrés, les habitants attendent des constructions fiables, contrôlées par des experts, et l'apprentissage de réflexes de protection. La diffusion de cette organisation dépend des conditions sociales, linguistiques et culturelles locales. La sécurité parasismique exige de renoncer à des investissements dangereux ou de les moduler selon les spécificités des lieux : zones inconstructibles, limitation des étages, refus de certains matériaux, exigence de fiabilité. Des restrictions souvent contraires aux nécessités d'urbanisation, liées à des dynamiques démographiques, économiques et sociales. Rendre compatible l'application des règles parasismiques réalistes et les investissements urbains sont un défi international.

---

<sup>i</sup> ALI HADJIEDJ (2003) : *Contrainte et déficit de l'urbanisation à Alger* ; Coll. Alger les nouveaux défis de l'urbanisation. Ed : L'HRAMATTAN, p 303, pp 26

## **TROISIÈME PARTIE : PRÉVENIR LE RISQUE SISMIQUE POUR LA CAPITALE ALGÉRIENNE « ALGER ».**

### **INTRODUCTION :**

Quel est le prix que la société Algérienne est prête à payer pour que les générations futures vivent dans un environnement mieux protégé à l'égard des séismes ? Il s'agit à présent de prendre des options aux implications multiples.

La prévention concerne les actions à mener, connaissant les risques sismiques, de manière à diminuer l'impact des tremblements de terre car, il est à constater que huit années après la catastrophe sismique de Boumerdès et trente-et-une années depuis le cataclysme d'El Asnam, l'état de l'art en matière de pensée, d'analyse et d'étude d'un projet quelle que soit son importance est restée "figée" et principalement sous-tendue par des procédures empiriques, voire archaïques ne tenant compte d'aucun paramètre permettant d'appréhender et/ou d'évaluer sérieusement la complexité des phénomènes dynamiques induits par une secousse sismique sévère.

On sait que par leur brutalité et leur force dévastatrice, les séismes continuent à exercer une grande fascination dans l'imaginaire collectif et ne cessent d'être catastrophiques pour l'Etat Algérien, non seulement en termes de vies humaines mais, aussi de coût économique, et ce, malgré les progrès constants des connaissances scientifiques en matière de compréhension et de prévention. Dans le même sens, la politique de prévention des séismes en Algérie demeure contenue dans un certain nombre de dispositions réglementaires et législatives souvent non appliquée.

Cependant, la première phase pour réduire le risque sismique dans la métropole d'Alger est tout d'abord l'évaluation de l'aléa sismique lui-même. La réduction du risque sismique, qui comprend l'application des normes parasismiques, gestion de l'utilisation des sols, urbanisation adéquate, assurance contre les séismes, éducation et information doit être d'abord basée sur une véritable connaissance de l'aléa, c'est-à-dire l'estimation des effets induits par un futur séisme. Cela nous permet d'évaluer la vulnérabilité de la ville face au risque sismique dans un seul souci est celui de protéger la capitale d'une éventuelle calamité dévastatrice.

Par la suite, il faut doter la capitale d'un véritable programme de prévention du Risque Sismique, qui s'appuie sur l'ensemble des acteurs de la prévention du risque sismique. L'objectif est de réduire la vulnérabilité de la capitale ainsi que les villes nord du pays face au risque sismique. Sa stratégie consiste à favoriser une prise de conscience des citoyens, des professionnels du bâtiment et des pouvoirs publics, mais aussi à mettre en œuvre, avec mobilisation des différents acteurs, les dispositions constructives indispensables pour la résistance des bâtiments, tout en poursuivant l'amélioration des savoir-faire.

## **CHAPITRE I : ÉVALUATION DE LA VULNÉRABILITÉ D'ALGER FACE AU RISQUE SISMIQUE.**

### **Introduction :**

L'évaluation du risque sismique implique la prise en considération à la fois des aléas, des enjeux exposés et leurs vulnérabilités. En effet, les bilans socio-économiques et les nombreux retours d'expérience menés ces dernières années, nous enseignent que les catastrophes sont de véritables révélateurs de vulnérabilités humaines et territoriales au sein des communautés et sociétés frappées.

À l'échelle mondiale, la densification des enjeux dans les zones de danger apparaît comme un autre grand catalyseur de vulnérabilités. Il s'agit d'un processus très rarement réversible dont les causes premières sont à rechercher dans une attirance pour certains territoires fertiles ou stratégiques, La croissance démographique, souvent couplée à un exode rural massif et encore actif ; dans un pays comme l'Algérie, a contribué à urbaniser de plus en plus ces sites à risque. À titre informatif, on estime actuellement, à près de six millions le nombre de personnes vivant dans la région d'Alger dans une zone sismique Active.

On comprend dès lors que la réduction du risque, est avant tout une question de réduction des facteurs qui font la vulnérabilités, qu'ils soient d'origine démographique, institutionnelle, organisationnelle, politique, conjoncturelle, technique, socio-économique, culturelle ou psychosociale. Mais cette réduction passe préalablement par la maîtrise d'un concept émergeant, encore très débattu et aux acceptations différentes et la mise à disposition de méthodes d'évaluation jusqu'alors dispersées.

A travers ce chapitre et dans le cadre de la prévention du risque sismique pour la capitale Algérienne, nous allons évaluer sa vulnérabilité face au risque sismique, en proposant ainsi une première tentative de microzonage sismique qui intègre toute la cartographie du risque à savoir la carte d'Aléa, des enjeux et celle du risque sismique. Cette dernière formera une base de données pour toute politique urbaine qui prend en charge la mitigation du risque sismique pour la métropole d'Alger.

## **1. La vulnérabilité sismique, un concept fondamental au cœur des méthodes d'évaluation du risque sismique pour Alger :**

### **1.1. La vulnérabilité, concept problématique ?**

Quand on cherche à étudier la vulnérabilité, on se heurte d'emblée à la pluralité de définitions.

Étymologiquement, la vulnérabilité désigne la blessure. Par extension, est vulnérable celui qui est sensible aux attaques (Le Larousse 2002) . Le terme désigne donc tout à la fois le dommage et la propension à subir ce dommage. Cette ambiguïté originelle a donné lieu à deux approches, distinctes et complémentaires.

La première aspire à mesurer l'endommagement potentiel des éléments exposés. La seconde cherche à déterminer les conditions de l'endommagement et par extension, la capacité de réponse de l'enjeu.

#### **1.1.1. Vulnérabilité physique :**

On parle aujourd'hui de vulnérabilité physique pour désigner cet impact physique d'un aléa sur des bâtiments, des réseaux, des infrastructures, des populations. Le concept de vulnérabilité physique sert une approche quantitative qui se veut objective et qui privilégie les solutions techniques pour enrayer les conséquences déstabilisatrices de l'aléa. Elle étend aux enjeux les méthodes et les principes utilisés dans le traitement de ce dernier. Une telle définition présuppose que la catastrophe est la perturbation d'un état initial auquel la société doit revenir lors de la reconstruction.

#### **1.1.2. La vulnérabilité sociale :**

##### **1.1.2.1. Vulnérabilité et capacité de résistance : « la vulnérabilité biophysique »**

La vulnérabilité, que l'on va qualifier de biophysique, est entendue comme « *fonction de l'aléa, de l'exposition et de la sensibilité aux impacts de l'aléa.*» (GESTER 2005)<sup>1</sup> Elle est déterminée par la nature de l'aléa auquel le système (enjeux) est exposé. Elle est pensée en termes de dommages, ce qui implique qu'un système qui est soumis à un aléa sans subir de dommage peut être considéré comme « *invulnérable* ». Cette définition permet toutefois de déplacer l'attention vers les propriétés des enjeux et de sortir de la focalisation sur l'aléa. Le risque ne dépend plus uniquement d'un facteur externe : il est également lié aux qualités internes de l'élément exposé.

### 1.1.2.2. Vulnérabilité et résilience :

Dans les années 1990, le concept a été largement diffusé dans les sciences sociales anglo-saxonnes, puis en France, notamment grâce à la thèse de C. Aschan-Leygonie (Aschan-Leygonie, 1998)<sup>2</sup>. La résilience pose cependant une double difficulté. Si l'on entend la résilience au sens de l'écologie odumienne, elle signifie que le système revient à l'état antérieur à la catastrophe, retourne à l'identique, ce qui est non seulement quasi impossible, mais qui est surtout peu désirable (GESTER 2005)<sup>3</sup>. Cela signifierait en effet que le système ne se sera pas adapté à la perturbation et qu'il restera toujours vulnérable. Il est donc préférable d'envisager la résilience au sens où l'entend l'écologie des perturbations, à savoir le retour à un état d'équilibre, différent de l'état initial, mais suffisamment éloigné de la crise pour permettre la reprise « normale » de l'activité du système. Même ainsi, on peine à définir cet équilibre : la crise est en effet un puissant facteur de recomposition spatiale et fonctionnelle. À partir de quel seuil définir l'équilibre ? Deux états stables radicalement différents autoriseraient-ils à parler de résilience ? Le concept de résilience porte en lui l'idée d'une stabilité difficile à définir, et ce d'autant plus que le temps nécessaire au retour à la normale n'est pas précisé. En outre, la résilience est difficile à mesurer. De fait, si la valeur explicative de ce concept est indéniable, son caractère opératoire est plus problématique (Dauphiné, 2003)<sup>4</sup>.

### 1.1.3. Evaluation de la vulnérabilité :

Les différents éléments de la problématique de la mitigation du risque sismique à l'échelle territoriale doivent être identifiés, puis évalués, préalablement à la définition des objectifs à atteindre.

La démarche à suivre est sensiblement la même, quelle que soit l'échelle du territoire concerné et ainsi à tous les niveaux décisionnels territoriaux

(Etat, Régions, wilaya , Communes et groupements de communes, Opérateurs d'aménagements publics et privés) (Balandier .P : 2004)<sup>5</sup>:

- Réalisation d'un microzonage de l'aléa sismique local
- Identification des différents éléments à risque (individuel ou statistique).
- Evaluation de la vulnérabilité propre de chaque zone
- Evaluation des vulnérabilités croisées des zones
- Estimation du risque direct et du risque induit sur le territoire pour les séismes de référence
- Analyse coût/bénéfice des actions possibles en vue de la mitigation du risque sismique
- Arbitrages politiques et économiques par l'adoption d'une " politique de mitigation du risque " , applications réglementaires,

- Planification dans le temps de la programmation et de la réalisation des actions.
- Evaluation dans le temps de cette politique pour sa révision.

L'observation de cette démarche, simple en théorie, génère, dans l'état actuel de non-préparation de la société (à maints égards), une problématique des plus complexes. Voire des réticences face à cette complexité de la nouveauté.

## **1.2. La vulnérabilité sismique à Alger :**

### **1.2.1. Évaluation de l'aléa sismique à Alger et ses environs <sup>i</sup>:**

Cette démarche présente l'évaluation de l'aléa sismique au site de la ville d'Alger par l'utilisation de quatre modèles d'atténuation différents de l'accélération. L'analyse de l'aléa sismique effectuée par le Pr Djilali Bounouar et Naili Mounir est réalisée en utilisant un modèle simple d'arrivée des séismes et le nouveau catalogue des tremblements de terre compilé par Benouar pour la région du Maghreb. Le site est défini par la longitude 3.00°E et de latitude 36.45°N. Etant donné le processus du phénomène sismique n'est pas encore compris, il est supposé que les séismes futurs se reproduiront dans les zones où ils se sont déjà produits dans le passé. L'aléa sismique, exprimé en termes de probabilité de dépassement de l'accélération de pointe (PGA), est calculé pour des durées de vie économiques de la structure de 10, 50 et 100 ans.

L'accélération absolue pour une période de retour donnée est aussi déterminée. Due à l'insuffisance des enregistrements des mouvements forts du sol en Algérie, aucune loi d'atténuation n'a été développée pour le pays. L'objectif principal de cette étude est d'analyser l'influence des modèles d'atténuation sur l'évaluation de l'aléa sismique, car les résultats sont sensibles à ces modèles. Donc, la sélection d'une loi d'atténuation appropriée est cruciale. Pour cela, quatre lois d'atténuation qui apparaissent représenter les données sismiques algériennes ont été choisies des travaux précédemment réalisés, parmi ceux-ci sont Joyner et Boore (1981)<sup>6</sup>, Ambraseys et Bommer (1991)<sup>7</sup>, Ambraseys (profondeur contrôlée) et Ambraseys (profondeur non contrôlée) (1995)<sup>8</sup>. Une comparaison de l'aléa sismique attendu permet une première estimation critique montrant que l'aléa sismique est effectivement très sensible aux modèles d'atténuation choisis et

<sup>i</sup> L'évaluation de l'aléa sismique pour Alger est basée sur la référence des travaux effectués par le Pr Djillali BENOUAR USTHB (spécialiste en Risque sismique) et Mounir NAILI- Faculté de Génie Civil, Lab. Bâti dans l'Environnement (LBE)- . Notamment toutes ces données sont publiés dans la revue Vies de villes (2006), faire face aux risques majeurs. N° :04, p : 60-63

l'accélération de pointe (PGA) peut être soit conservative ou non, dépendant du modèle d'atténuation et du niveau de risque accepté par les autorités publiques et la société civile.

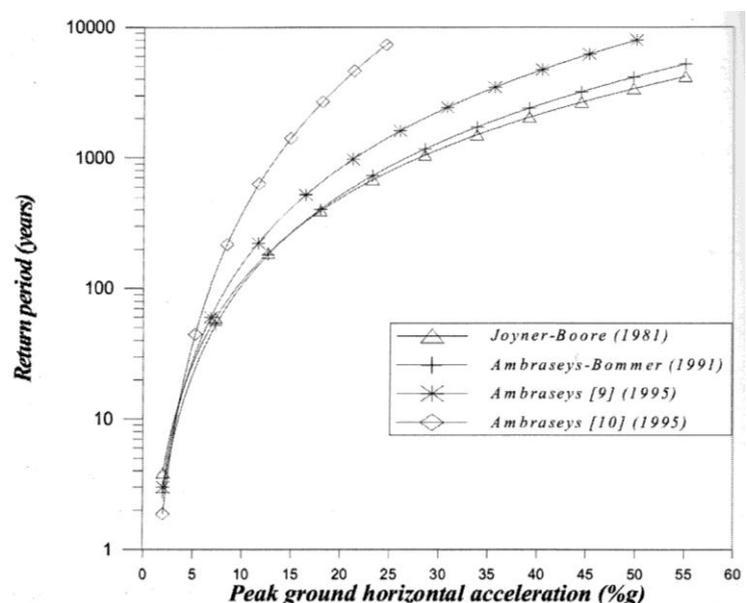
Alger, la Capitale de l'Algérie, avec une population d'environ trois millions, représente la plus importante concentration des investissements et institutions gouvernementales. Elle est le centre intellectuel, social, culturel, politique et économique du pays. La zone étudiée représente une superficie d'un rayon de 200 Km autour du site d'Alger. Dans les années récentes, les effets de catastrophes ont augmenté en raison de la forte densité de la population, la mauvaise planification urbaine et la qualité de la construction, infrastructures et services inadéquats et la dégradation de l'environnement. Pour réduire cette vulnérabilité et donc le risque (conséquences), les autorités publiques et les différents acteurs dans le domaine de la prévention et l'intervention ont besoin d'informations fiables sur les intensités probables du futur séisme qui pourrait frapper la ville d'Alger.

Bien que la carte séismotectonique de la région d'Alger a été complétée récemment (JANCEVSKI,J, BOUDIAF.A, BOUHADAD.Y, EL-FOUL.D ET RABET.M 1993) <sup>9</sup>, le processus du phénomène sismique est jusqu'aujourd'hui mal compris. Par conséquent, l'aléa sismique à Alger était évalué par une approche probabiliste en utilisant un modèle de prédiction stochastique simple. Cet aléa sismique peut être exprimé en termes de probabilité de dépassement de l'accélération de pointe (PGA) et période de retour.

#### 1.2.1.1. Périodes de retour :

La période de retour des séismes à Alger en termes d'accélération de pointe (PGA) est représentée sur le graphe 3 et pour tous les modèles d'atténuations choisis.

**Graphe 3 : Périodes de retour des séismes à Alger en termes d'accélération de pointe en utilisant les différents modèles d'atténuation choisis.**

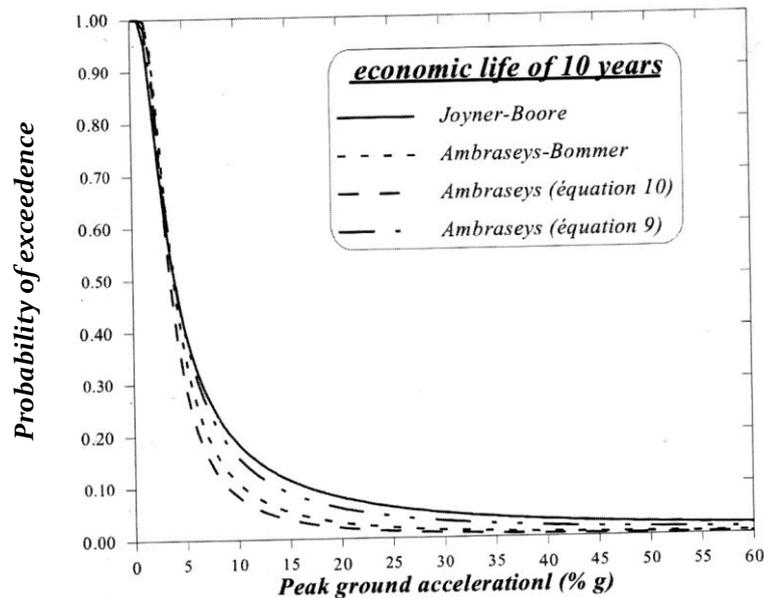


Source : Vies de villes, faire face aux risques majeurs N° :04

### 1.2.1.2. Probabilité de dépassement de l'accélération de dimensionnement :

Due aux incertitudes du nombre futur des séismes, leur énergie (magnitude) et leur épicentre, il est évident que l'aléa sismique doit être exprimé en termes de probabilités de dépassement de l'accélération de pointe (PGA). Les graphes qui suivent montrent respectivement les variations de la probabilité de dépassement de l'accélération de pointe (PGA), pour des durées de vie économiques des structures de 10, 50 et 100 années.

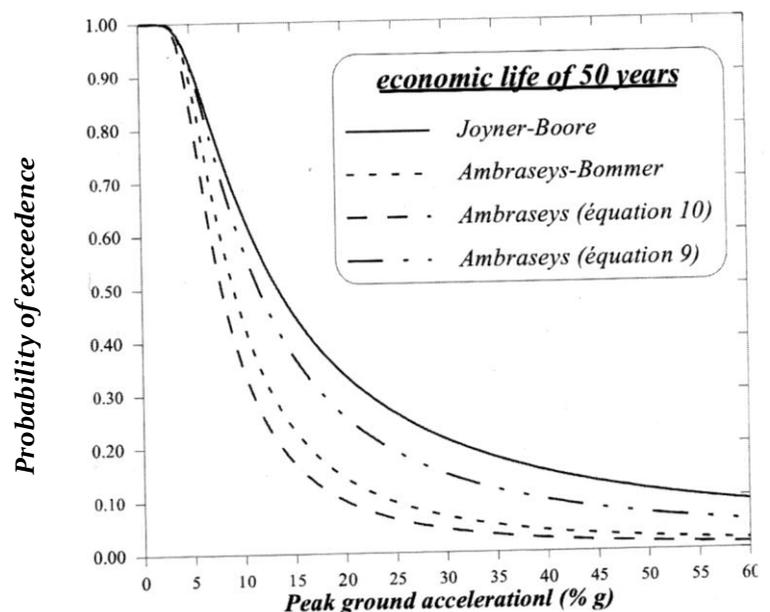
**Graphe 4: Probabilité de dépassement de l'accélération de pointe de la ville d'Alger pour une durée de vie économique de la structure de 10 années.**



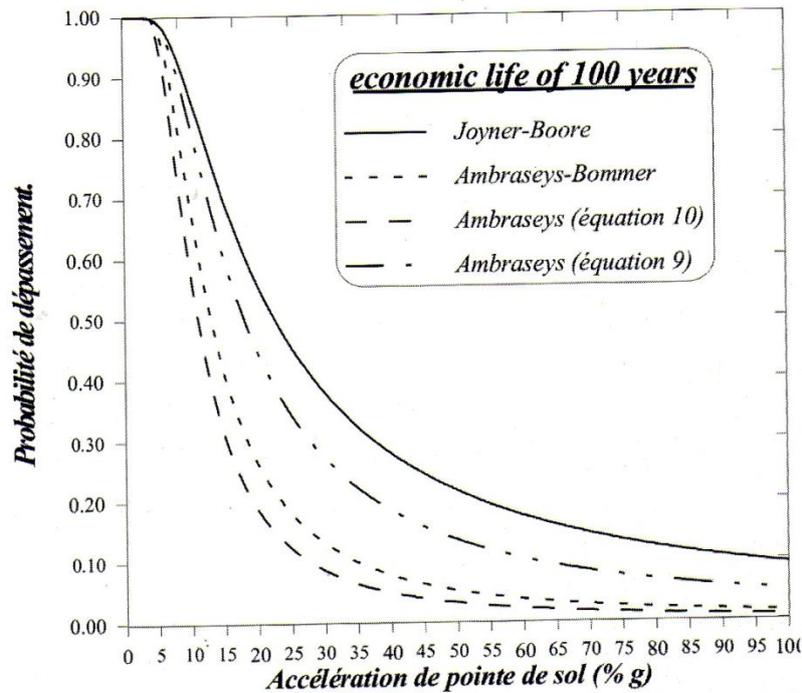
Source : Vies de villes, faire face aux risques majeurs N° :04

**Graphe 5: Probabilité de dépassement de l'accélération de pointe de la ville d'Alger pour une durée de vie économique de la structure de 50 années.**

Source : Vies de villes, faire face aux risques majeurs N° :04



Graphe 6: Probabilité de dépassement de l'accélération de pointe de la ville d'Alger pour une durée de vie économique de la structure de 100 années.



Source : Vies de villes, faire face aux risques majeurs N° :04

Ces graphes montrent clairement que l'aléa sismique est très sensible aux modèles d'atténuation d'accélération choisis. Le niveau d'accélération du sol pourrait varier considérablement d'un modèle à un autre, ce qui pourrait aussi conduire à une valeur conservatrice de l'accélération du dimensionnement de la structure. Ceci dépend fortement du niveau de risque accepté par les autorités publiques et la société civile.

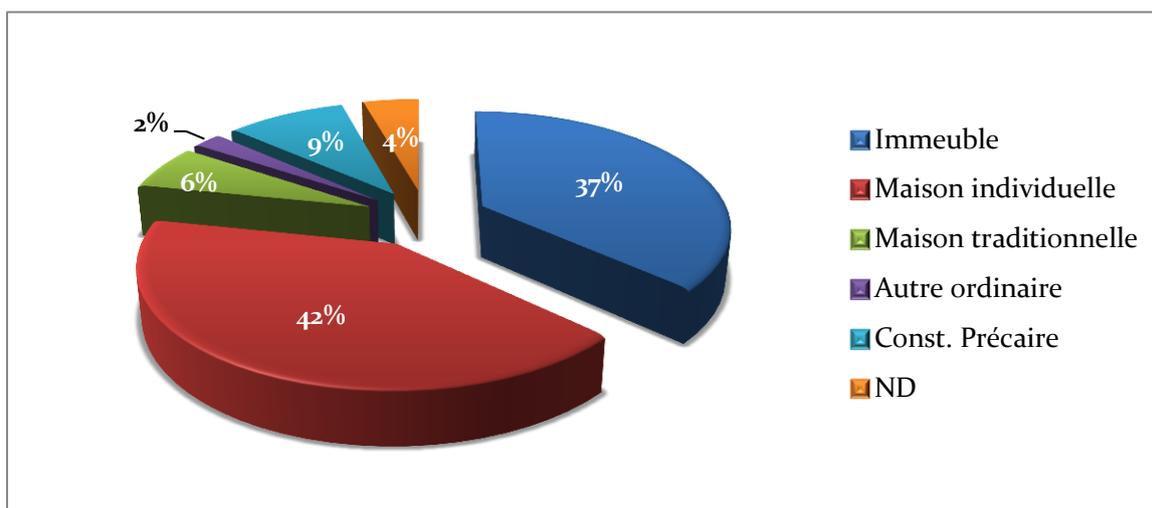
### 1.2.2. Vulnérabilité physique de la ville d'Alger :

Toute la wilaya d'Alger est soumise au risque sismique. Non seulement, elle repose sur six failles mais, aussi Alger est une ville ancienne dont la majorité des établissements et des constructions sont archaïques et n'obéissent pas aux normes parasismiques. A l'heure actuelle on recense plus de 47 000 constructions précaires dont la majorité sont localisées dans les zones les plus affectées par l'aléa sismique ; A titre d'exemple la commune du Gué de Constantine –zone d'aléa sismique élevé– regroupe plus de 6500 constructions précaires (RGPH 2008)<sup>10</sup>.

Le parc actuel de logement à Alger est estimé à 638 804 (en 2010) (Révision du PDAU 2011) <sup>ii</sup> contre 435 605 recensé en 1998 (68,19% du parc de logement existant) soit une croissance de 203 199 logements (31,80% du parc de logement existant).

Ces chiffres révèlent que plus de 80%<sup>ii</sup> du parc de logement existant n'obéisse pas aux normes parasismiques (c'est des logements construits avant la révision du règlement parasismique de 2003).

**Graphe 7 : Répartition des logements habités selon le type de construction**



Source : Auteur en référence du RGPH 2008

La répartition du parc de logement habité selon le type de construction à Alger est répertoriée dans le tableau suivant :

<sup>ii</sup> **Selon les estimations de 2010** : on a 68,19% du parc de logement construit avant 1998 et 31,80% construit entre 1998 et 2010, cela signifie que chaque années la croissance du parc de logement est de 2,65% soit un pourcentage de 13,25% en cinq années (entre 1998 et 2003). Si on ajoute cette dernière 13,25% (pourcentage du parc de logement entre 1998 -2003 ) au pourcentage du parc de logement construit avant 1998 ( 68,19%) ; le résultat est estimé à **81,44%** du parc de logement existant construit avant 2003.

Tableau 13 : Répartition des logements habités selon le type de construction

Communes	Type de construction					Const. précaire	ND	Total
	Immeuble	Maison individuelle	Maison traditionnelle	Autre ordinaire				
Alger-Centre	11315	2400	103	163	48	1138	15167	
Sidi M'hamed	9569	1409	178	236	245	948	12585	
El Madania	3923	1808	553	196	490	324	7294	
Hamma Annassers	4854	1416	745	58	177	454	7705	
Bab El Oued	9170	1278	134	135	40	757	11515	
Bologhine	1616	4110	870	106	852	474	8028	
Casbah	3758	282	2488	153	87	322	7090	
Oued Koreiche	2756	3009	596	50	1575	656	8642	
Bir Mourad Rais	4329	2422	634	60	418	443	8307	
El Biar	3435	4010	246	95	575	477	8837	
Bouzereah	3535	8126	939	64	2002	478	15143	
Birkhadem	2812	7631	1297	156	1148	389	13434	
El Harrach	2705	3604	490	341	886	226	8253	
Baraki	2701	11552	889	347	1351	481	17322	
Oued Smar	1357	2663	103	106	1277	160	5666	
Boubouba	3463	5468	390	245	1210	354	11130	
Hussein Dey	3933	2161	429	80	5	491	7099	
Kouba	10379	6261	609	96	445	1397	19187	
Bachdjarah	5989	6942	716	56	1086	811	15600	
Dar El Beida	3293	8255	234	109	1246	324	13460	
Bab Ezzouar	13431	2386	222	179	379	845	17442	
Ben Aknoun	2138	1035	76	135	37	234	3655	
Dely Ibrahim	3061	2813	52	60	67	364	6417	
Hammamet	2055	1370	507	118	196	164	4410	
Rais Hamidou	899	3337	322	43	447	135	5183	
Djar Kasentina	11955	3895	178	114	6406	1032	23580	
El Mouradia	1255	2342	543	51	0	173	4365	
Hydra	2593	2096	164	32	947	235	6067	
Mohammadia	6956	2816	260	38	368	1084	11522	

Communes	Type de construction					ND	Total
	Immeuble	Maison individuelle	Maison traditionnelle	Autre ordinaire	Const. précaire		
Bordj El Kiffan	5935	11244	1471	1637	3383	826	24496
El Magharia	2131	1998	741	34	746	166	5816
Beni Messous	2112	3043	148	53	1004	190	6551
Eucalyptus	3974	10457	811	753	914	641	17550
Birtouta	1233	2352	328	17	306	125	4360
Tessala El Merdja	125	1467	79	18	441	29	2160
Ouled Chebel	181	1284	892	20	145	89	2612
Sidi Moussa	1299	3464	481	14	259	130	5646
Ain Taya	1174	3810	173	143	443	222	5965
Bordj El Bahri	1425	4281	361	1860	1192	265	9385
El Marsa	239	1360	57	115	338	46	2154
Harraoua	905	1978	594	333	764	77	4651
Rouiba	2623	3851	1059	428	2295	304	10560
Reghaia	4858	5823	543	595	1446	845	14110
Ain Benian	3542	5421	1009	394	1479	454	12299
Staoueli	1121	4332	1119	111	1031	247	7962
Zeralda	3173	3271	272	153	1126	262	8257
Mahelma	476	1871	415	31	145	130	3068
Rahmania	52	566	128	3	314	13	1076
Souidania	421	1436	311	11	471	46	2696
Cheraga	3212	6825	1195	127	1901	602	13862
Ouled Fayet	1776	2026	759	16	340	148	5066
El Achour	3292	3308	499	20	481	322	7922
Draria	2073	5047	268	337	113	267	8104
Douera	985	5503	1240	36	691	163	8619
Baba Hassen	561	2915	396	3	273	111	4260
Khraicia	92	3378	382	14	360	87	4313
Saoula	1105	3997	1059	23	674	155	7013
<b>Total</b>	<b>189334</b>	<b>213208</b>	<b>31755</b>	<b>10921</b>	<b>47087</b>	<b>22333</b>	<b>514638</b>

Source : RGPB 2008

Le parc immobilier d'Alger est vétuste. En effet la capitale, est la ville la plus concernée et la plus touchée en Algérie par le délabrement des bâtisses dans les vieux quartiers mais, aussi les nouvelles constructions qui ne répondaient pas aux normes parasismiques qui sont fragilisées davantage à chaque vibration causée par des séismes à force moyenne. Des vibrations qui génèrent des fissures, un manque d'étanchéité ouvrant le champ aux infiltrations qui, souvent, aggravent le processus de dégradation qui parfois, précipite l'effondrement de l'immeuble. À l'instar de l'hôtel du Square Port-Saïd, à proximité du TNA, à Alger, qui s'est écroulé le 21 décembre 2005, faisant 8 morts et 22 blessés<sup>12</sup>.

**Photo 26 : Effondrement du Square Port-Saïd, le 21 décembre 2005.**



Source : Google image

Rappelons-nous également l'effondrement de l'immeuble La Parisienne, sis à 8, rue Sergent Addoun, en plein cœur d'Alger-Centre. Un joyau qui a été, purement et simplement, «*victime du laisser-aller*». Une récente étude du CTC a recensé pas moins de 250 constructions, sur 17 617, qui sont menacées d'effondrement, soit près de 1% du parc immobilier du centre de la wilaya d'Alger.

Sur les 57 communes que compte Alger, sept d'entre elles représentent un grand danger pour les habitants, à savoir la casbah, Bab El Oued, qui est la commune la plus peuplée et la plus ancienne en matière de bâtisses, El Madania, Sidi M'hamed, Belouizdad, Hussein Dey et El Harrach. Par ailleurs, toutes les vieilles constructions menaçant ruine ont été touchées par différentes catastrophes naturelles, séismes, inondations, glissements de terrain, etc.

Selon le diagnostic du CTC, les bâtisses sont classées par niveaux : la classe I représente 15% des bâtisses qui sont menacées. La classe II, à savoir celles qui sont en dégradation critique, représente 52% des bâtisses menacées, alors que la classe III représente 30% et, enfin, la classe IV 1% seulement<sup>13</sup>.

Par ailleurs, L'hôpital Mustapha-Pacha et le siège de la wilaya sont parmi les édifices nécessitant des travaux en urgence.

Le CGS a mené une étude de vulnérabilité entre 1992 et 1996, dont la première phase touchait les bâtiments stratégiques au niveau de la wilaya d'Alger. Pour le secteur de la santé, cette étude a fait ressortir l'état de non-conformité des constructions de l'hôpital Mustapha-Pacha. «A l'époque, on avait constaté que l'hôpital devait être reconstruit bloc par bloc. Ou bien avec une autre conception plus moderne avec des monoblocs pour répondre à sa fonction en cas de catastrophe, puisque la plupart des pavillons sont vieux, construits en maçonnerie porteuse non chaînée», a déclaré M. Belazougui. Donc, «c'est un hôpital très vulnérable qui normalement doit être repensé en entier», a-t-il estimé<sup>14</sup>.

L'étude de vulnérabilité a concerné également les centraux téléphoniques et les recommandations consistent en des schémas de renforcement là où cela est nécessaire. Le siège de la wilaya avec son annexe ont aussi fait l'objet de recommandations. De même, deux casernes de la Protection civile, dont celle se trouvant au port d'Alger, qui est très vieille et pour laquelle le CTC a préconisé la démolition.

#### **1.2.2.1. Caractéristique du cadre bâti d'Alger :**

L'analyse de la lecture urbanistique de la ville d'Alger fait ressortir quatre phases de développement:

- La première phase constituée de la Médina avec un système constructif tout à fait particulier de celui du reste du tissu urbain, il s'agit de maisons construites en murs porteurs constituées de briques pleines adossées les unes aux autres.
- La deuxième phase a consisté avec le développement des faubourgs limitrophes, à savoir le faubourg Mustapha et le faubourg Bab El Oued.
- La troisième phase a concerné la restructuration du centre-ville avec la construction des bâtiments administratifs. La densification du tissu existant par la construction des cités de recasement et la jonction des anciens quartiers au centre-ville.
- La quatrième phase regroupe la construction des mégas Zunes et caractérise ainsi l'étalement de la ville vers la périphérie.

Les constructions de la deuxième phase sont réalisées essentiellement par des murs en pierres et des planchers en bois, parfois en voûtains. Les gabarits des immeubles sont généralement compris entre trois et cinq niveaux. Il semble que le plus gros des travaux a été réalisé durant la troisième phase, où on identifie deux typologies de construction. L'une consacrée aux bâtiments de la restructuration du centre-ville destinés aux infrastructures administratives et l'autre aux cités de relogements des populations délogées de ce site, implantées sur les hauteurs du quartier de Bab El Oued. Le développement urbain de la ville d'Alger s'est amorcé durant la période 1953- 1954.

Compte tenu de la démographie qu'a connue la ville d'Alger, sa croissance est restée en perpétuelle évolution jusqu'à nos jours. Plusieurs programmes de construction ont été réalisés à la périphérie après la jonction de la ville de Mustapha, la ville d'Isly et la construction du quartier du front de mer. En résumé actuellement l'agglomération d'Alger occupe une superficie de 809km<sup>2</sup> constituée de 57 communes, sa population au 31 décembre 2008 est de 2 987 160 habitants. Son parc de logements est de 638 804 logements en 2010, réparti sur les périodes de constructions regroupées dans le tableau suivant :

Tableau 14 : Répartition de la population d'Alger dans l'Agglomération d'Alger selon les périodes.

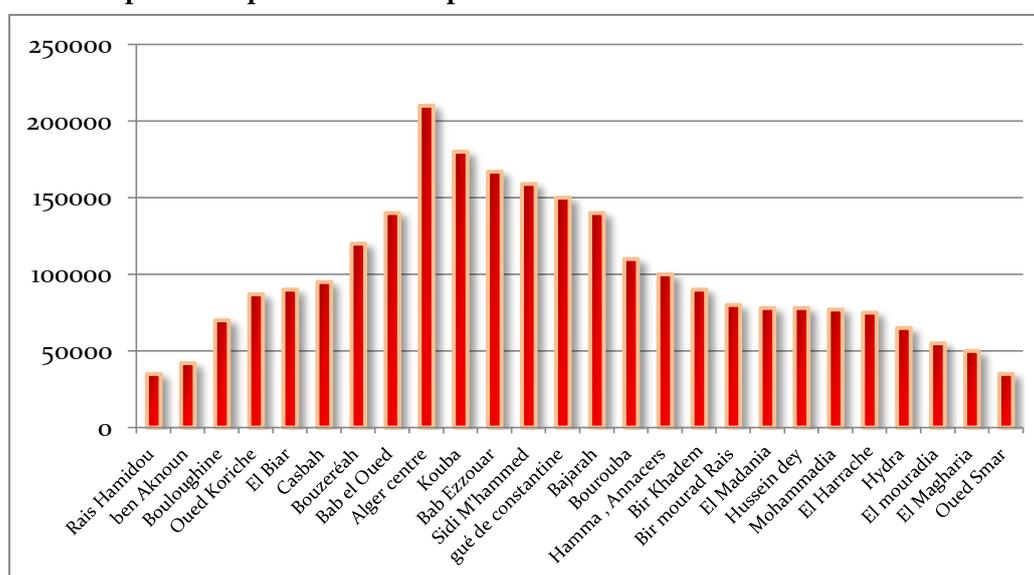
Année	Parc logement	Population
1962	198 000	980 000
1966	217 398	1 257 219
1998	435 605	2 562 428
2008	514 638	2 987 160

Source : urbanisme et analyse statistique du bâti de la ville D'Alger

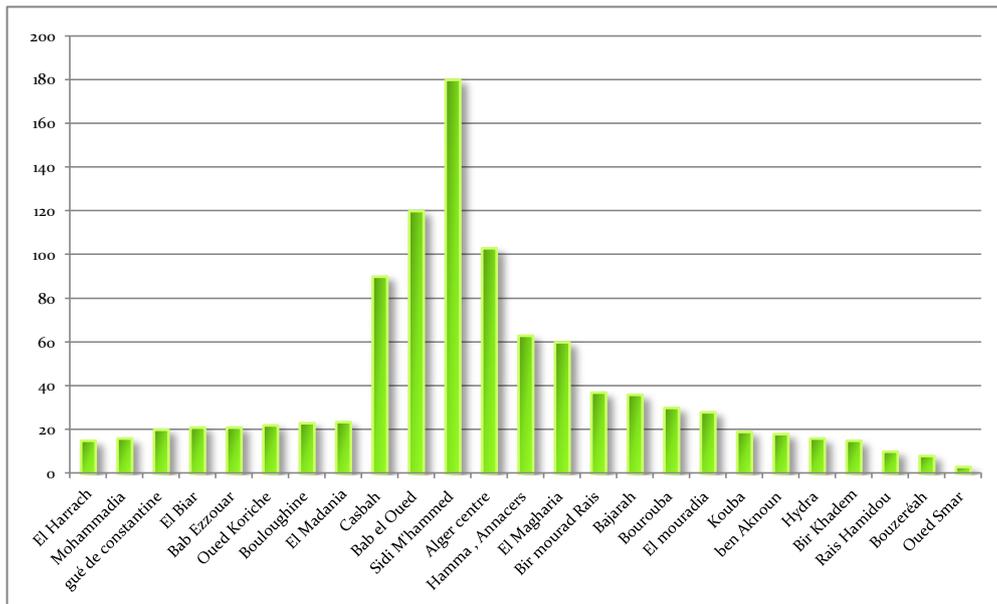
1.2.2.2. Analyse statistique globale du bâti de la ville d'Alger :

L'exploitation des données fournies par l'Office National des Statistiques (ONS) de vingt-six (26) Communes de la région Algéroise a fait ressortir que pour certaines communes, la densité en population est inversement proportionnelle à la surface de cette dernière. (Graphe 8 et 9)

Graphe 8: Répartition des superficies en hectare dans les 26 communes



Source : Auteur en Référence des données fournies par P.C d'Alger

**Graph 9 : Densité en logements par hectare dans les 26 communes considérées.**

Source : urbanisme et analyse statistique du bâti de la ville D'Alger

- Parmi les vingt-six communes, la superficie de la commune de Bouzaréah est relativement la plus grande. Elle est presque le double de celle de Kouba qui avoisine les 1000 hectares, les surfaces des communes de Bir Khadem, de Oued Smar, de Bab Ezzouar et de Djasr Kasentina, sont de l'ordre de 750 hectares. Les plus petites superficies sont celles de la commune de Bab El Oued , de la Casbah et d'El Magharbia qui sont de l'ordre de 100 hectares.
- En termes de logements, la commune d'Alger centre dispose de plus de 20 000 logements. Les communes d'Oued Smar, Ben Aknoun et Rais Hamidou ont un nombre moins important, qui est de l'ordre de 5000 logements.

Le classement par groupe et par tranche variant de 500 logements fait ressortir que les communes de Kouba, Bab Ezzouar, Sidi M'Hamed ont le nombre de logements compris entre 22 000 et 15 000, tandis que les communes de Bab El Oued, Badjarah, Bouzaréah, Bourouba des communes ont un nombre de logements compris entre 10 000 et 15 000.

- En terme de densité de population, la commune de Bab El Oued est placée en tête, vient ensuite celles d'Alger centre, la Casbah et Sidi M'hamed. A l'exception de sept communes qui sont celles de Mohammadia, de Hydra, de Rais Hamidou, de Bouzaréah, de Bir Khadem, d'El-Harrach et de Oued-Smar dont la densité d'habitants est moins de 150 par hectare, le reste des communes ont une densité qui se situe, approximativement entre 150 et 260 habitants par hectare.
- L'évolution de la construction dans la ville durant les quatre périodes en l'occurrence avant 1962, 1962-1980, 1980-1998 , 1998-2008 montre, qu'à l'exception de la commune de Bab-Ezzouar et à un

degré moindre celles de Ben-Aknoun et de Bir-Khadem, plus de 47% des constructions ont été réalisées avant 1962. Moins de 20% ont été réalisées durant la période 1980-1998. Et 31,80 % entre 1998 et 2010<sup>15</sup>.

### 1.2.2.3. Identification des typologies constructives et de l'usage des constructions

L'analyse de la vulnérabilité d'un tissu urbain à grande échelle nécessite la caractérisation du bâti existant de toute l'aire d'Alger. Pour notre cas on s'est limité à l'étude des communes d'Alger centre qui se seront étendus pour le reste des communes.

Les typologies identifiées doivent être représentatives et la première indication ou étape à entreprendre dans ce cas est de bien identifier les périodes de construction. En effet, quel que soit l'état d'urbanisation d'une région ou d'une ville, il résulte d'un long processus de développement très souvent marqué par des moments de gestation et d'inactivité dans le bâtiment. A chacun de ces moments correspondent des techniques évolutives et typologiques de constructions, c'est pourquoi à l'échelle d'une ville plusieurs types de constructions coexistent. Ainsi le patrimoine bâti d'une région se présente comme une stratification de procédés de construction correspondant aux grandes périodes de constructions. A l'échelle de la région méditerranéenne, J.Ptrovski (1992)<sup>16</sup> a identifié trois grandes familles de constructions correspondant à trois périodes de construction:

\* Avant 1920: Dominance de constructions traditionnelles réalisées avec l'adobe, la maçonnerie de pierre et de briques avec des planchers en bois et / ou en voûtains.

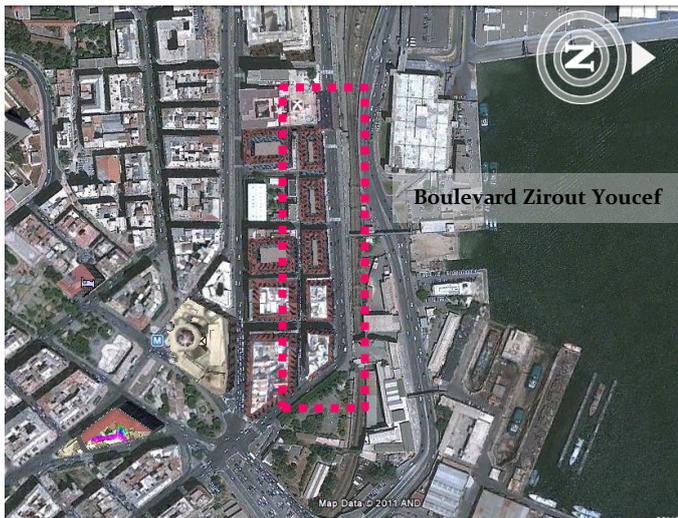
\* Période 1920-1950: constructions en maçonnerie de pierres et / ou de briques avec des planchers dalles en béton armé.

\* Après 1950: constructions modernes en poteaux poutres en béton armé. Toute étude de vulnérabilité doit pouvoir repérer la répartition spatiale des différentes typologies de constructions. Dans le cas d'une telle analyse à grande échelle, en raison de la complexité liée à l'hétérogénéité et à la distribution spatiale du parc immobilier dans une région ou dans une ville, l'identification des typologies constructives se base sur un repérage visuel des zones homogènes. Plusieurs techniques peuvent être employées, mais l'utilisation de l'une plutôt qu'une autre se justifie par le degré de précision souhaité par le résultat final. Les différentes sources d'information possibles à exploiter pour identifier les typologies constructives.

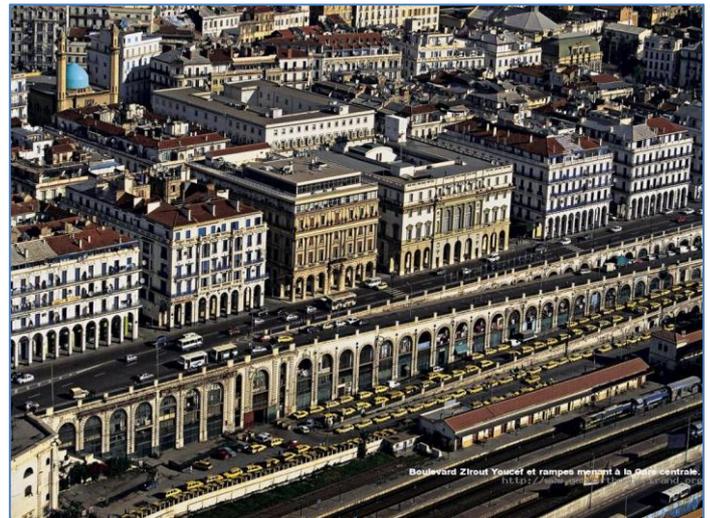
a. *Description des typologies :*

L'axe Boulevard Zirout Youcef autrefois appelé Boulevard de l'impératrice constitue la ligne directrice de développement de toute l'agglomération algéroise. Le contexte topographique aidant, la ville d'Alger a été urbanisée en suivant les courbes de niveau, sur lesquelles est superposé le réseau des voies de communication. Ce paramètre a fortement conditionné le tracé du tissu de la ville à base d'îlots rectangulaires à mailles régulières. Les irrégularités dues à la morphologie du terrain sont rattrapées par des îlots triangulaires

Photo 27 : Boulevard Zighoud – Youcef



Source :Google earth 2011



Source : [www.photosdalgerie.com/details.php?image\\_id=641](http://www.photosdalgerie.com/details.php?image_id=641)

En qualité de système constructif, on rencontre au centre les constructions en maçonnerie dont le nombre d'étages n'excède pas six niveaux et dans la périphérie immédiat, sur la partie haute de Bab el Oued et dans le quartier du champ de Manœuvres des bâtiments de grandes hauteurs réalisées en béton armé et en périphérie un peu plus lointaine des constructions en préfabrication lourde. Sur le tableau ci-après on peut identifier les systèmes constructifs, leur période de réalisation ainsi que leur localisation dans l'agglomération d'Alger.

Tableau 15 : Les différentes typologies constructives du parc immobilier de la ville d'Alger

Typologie	Système constructif	Age	Localisation
<b>Casbah</b>	Murs porteurs en briques et tout venant	Jusqu'en 1830	- Casbah
<b>Quartiers anciens</b>	Mur Porteurs en pierres	Avant 1920	- Mustapha - Bab el oued - Centre-ville
<b>Les 1<sup>er</sup> HLM</b>	Maçonnerie Bâtiments en îlots ouverts	1920-1930	- HLM Champs de Manœuvre - Cité Babillot - Cité Verdun - Cité de la consolation
<b>Les 1<sup>er</sup>s grands ensembles modernes</b>	Béton Armé Poteaux -Poutres	1950-1955	- Aissat Idir - Groupe Champs de Manœuvre - Aéro Habitat
<b>Les cités de recasement</b>	Maçonnerie	1950-1960	- Djenane Al Hassen - Diar el Kef
<b>Les œuvres de Pouillon</b>		1954-1957	- Climat de France - Diar el Mahçoul - Diar El Sâada
<b>Les grands ensembles</b>	Bâtiments en Barres Poteaux -Poutres, préfabrication lourdes	1958-1959	- Diar el Djemâa - Les dunes - Cité mehieddine - Diar el Afia
<b>Les nouvelles cités</b>	Béton Armé préfabrication lourdes	1970	- Cité Chevaley - Cité Lavegerie - Cité les Sources - Cité les Anassers

Source : urbanisme et analyse statistique du bâti de la ville D'Alger

On peut constater que mis à part les premiers programmes construits durant la période 1920– 1930, qui sont insérés dans le tissu urbain existant, la majeure partie de l'habitat construit après a été implanté loin du centre-ville. Cet effet pourrait s'expliquer par le fait que la taille de ces premiers programmes est inférieure à 100 logements, donc pouvant être inséré dans le tissu existant.

*b. Répartition des constructions selon leur usage :*

Dans le cadre de notre analyse qui a concerné quatre communes du centre-ville d'Alger, l'identification de la typologie constituant leur parc immobilier a été basée sur les documents

recueillis auprès de la Protection civile d'Alger<sup>iii</sup>. Les paramètres retenus sont le système constructif, le nombre de niveaux et l'usage de la construction. Les résultats auxquels nous avons abouti sont résumés dans les tableaux ci-dessous.

**Tableau 16 : Répartition des constructions identifiées selon leur système constructif et leur usage**

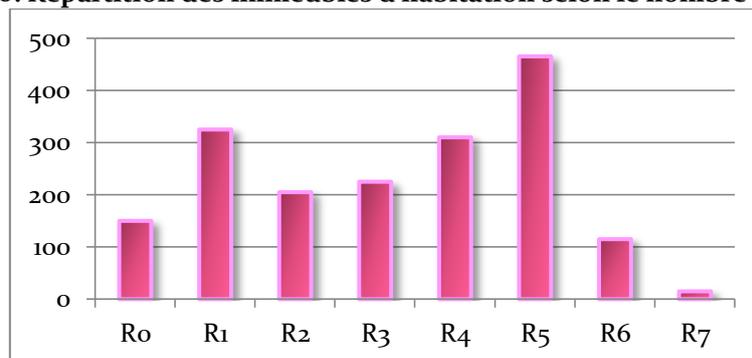
	Total	Habitation	Scolaire	Santé	Administration	Socioculturel	Public
<b>Maçonnerie</b>	2064	1824	42	11	60	17	110
<b>Béton Armé</b>	307	231	20	6	23	1	26
<b>Charpente</b>	20	11	1	1			7
<b>Mixte</b>	289	246	5	1	13	1	21
<b>Précaire</b>	20						
<b>Total</b>	2700	2312	68	19	96	19	164

Source : urbanisme et analyse statistique du bâti de la ville D'Alger

Les résultats obtenus de cet inventaire, montrent que sur les 2700 immeubles recensés 2064 sont en maçonnerie. On constate que dans cette zone le nombre de constructions en béton armé est relativement très faible. Il est de l'ordre de 300 bâtiments qui avoisine celui des constructions sur lesquelles des rajouts et des extensions ont été effectuées (appelées structures mixtes). Dans la région étudiée le tissu urbain est tellement dense que le nombre de constructions précaires est insignifiant. Si on exclue les bâtiments ayant leur rez-de-chaussée à usage commercial, on constate que sur les 2700 ouvrages recensés, 2312 sont à usage d'habitation. Le reste des bâtiments est départagé respectivement à usage public, hospitalier, scolaire, administratif et socioculturel. La compilation des fiches d'inventaire fait ressortir, que dans le centre d'Alger le système constructif mur porteur est prépondérant. Il représente 76%<sup>17</sup> de la totalité des systèmes utilisés dans la région, le reste est réparti à proportion égale entre le système constructif en béton armé et le système mixte. Pour les ouvrages à usage public, on constate selon les résultats des statistiques que 70% sont en murs porteurs. L'analyse en considérant le paramètre nombre de niveau (Graphe 9) conclue que les bâtiments à usage d'habitation qui sont majoritairement en murs porteurs, ont un gabarit variant entre un et huit niveaux.

<sup>iii</sup> **Urbanisme et analyse statistique du bâti de la ville D'Alger** : Document récupéré auprès de la direction de la protection civile d'Alger, service des risques majeurs ; Alger, hydra paradoo. Ce document peut être téléchargé de ce site : [http://www.4shared.com/get/8U72mnOk/AURAN\\_Algers\\_phase1.html](http://www.4shared.com/get/8U72mnOk/AURAN_Algers_phase1.html)

Graph 10: Répartition des immeubles d'habitation selon le nombre de niveaux



Source : urbanisme et analyse statistique du bâti de la ville D'Alger

c. Analyse de la typologie structurale :

L'analyse des données fournies par la protection civile et l'inspection visuelle fait ressortir que les typologies structurales composant le bâti de l'agglomération Algéroise est tel qu'il est décrit dans le tableau ci-après :

Tableau 17 : typologies structurales

Typologie	Eléments verticaux	Localisation	Eléments Horizontaux	Configuration en plan	Entretien
Maçonnerie	Murs porteurs en pierre	- Quartier Mustapha - Bab EL Oued	- Voûtains en briques - Bois - :Corps Creux - Dalles en béton	- Bâtiments isolés - Bâtiments en îlots (Dimensions d'une maille de tracé)	- Très souvent manque d'entretien - Ouvrages vétustes
	Murs porteurs en bloc de tuff	- Quartier El Kitani - Bd Zirout Youcef - Bab Azzoun - Basse Casbah			
	Murs en briques peines plus tout venant	- Bab Azzoun - Casbah			
Béton Armé	Portiques	- Bab el Oued - Quartier mustapha	- Poutres et poutrelles (corps creux) - Dalles	- Bâtiments à cinq étages	Très peu entretenus
	Murs en béton plus éléments en charpentes	Hauteur de Bab El Oued		• Bâtiments barres	

Source : urbanisme et analyse statistique du bâti de la ville D'Alger

Tous les résultats révèlent que la commune de Bab el oued se présente comme étant la commune qui cumule une forte densité en population. Sa situation urbanistique est telle qu'à l'étroitesse des voies de communication s'ajoute la situation géographique et topographique de son site d'implantation qui se trouve bloquée par plusieurs éléments naturels.

### 1.2.3. Vulnérabilité Sociale des habitants d'Alger :

Dans le chapitre précédent, nous avons identifié l'évolution de population d'Alger et sa mobilité du centre vers la périphérie<sup>8</sup>, à présent et dans un premier temps nous allons exploiter l'étude faite par le ministère d'habitat et d'aménagement du territoire sur les hypothèses prospectives de la croissance de la population, en vue de connaître son évolution pour la prochaine décennie afin d'identifier les limites de sa mobilité.

Et dans un deuxième temps, élucider les résultats de l'enquête par questionnaire sur le risque sismique menée pour la ville d'Alger. Cela nous permet de déterminer le souci, les réactions et le comportement de la population en cas de catastrophe sismique.

#### 1.2.3.1. Hypothèses prospective d'évolution de la population d'Alger :

Après avoir connu un niveau de croissance parmi les plus élevés au monde, un spectaculaire fléchissement de l'accroissement annuel a été observé en Algérie depuis 1980 et confirmé lors du recensement de 1987. Les résultats de l'enquête PAPCHILD(M.H.A.T)<sup>19</sup>, menée en 1992, puis ceux du recensement général de 1998 et de 2008 confirment qu'il s'agit bien d'une baisse structurelle et non conjoncturelle et que la population algérienne s'engage dans un schéma de transition démographique.

Pour les besoins de la présente étude, deux hypothèses d'évolution ont été mises en évidence:

- **La première hypothèse "1"** est indicative. Elle s'appuie sur les taux d'accroissement observé entre 1987 et 1998 et vise à reproduire un scénario qui pourrait être qualifié de scénario "alarmiste" si la croissance démographique venait à se maintenir ainsi. Il s'agit d'une hypothèse forte. La population totale dans la zone d'Alger (y compris les wilayas limitrophes : Boumerdès et Blida) passerait ainsi de 4.791.163 habitants en 2008<sup>iv</sup> à 6.484.030 habitants en 2020, soit une charge démographique additionnelle de 2.214.465 habitants.

**Tableau 18 : Perspectives de population à l'horizon 2020 selon l'hypothèse "1"**

	Taux d'acct. 87/98	Pop. 1998	Pop. 2008	Pop. 2015	Pop. 2020
<b>Alger</b>	1,73	2.572.814	2.987.716	3.443.830	3.752.210

Source : Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (Décembre 2004), Programme d'Aménagement Côtier

<sup>iv</sup> **RGPH 2008** : (population d'Alger " 29877160" + Population de Boumerdès "801068" +Population de Blida "1002935")

Tableau 19 : Charges démographiques additionnelles par rapport au RGPH 1998 selon l'hypothèse "1"

	Période 98/2008	Court terme 2008/2010	Moyen terme 98/2015	Long terme 98/2020
Alger	424.732		871.016	1.179.396

Source : Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (Décembre 2004),  
Programme d'Aménagement Côtier

53% de la charge démographique additionnelle à l'horizon 2020 sera concentrée dans la Wilaya d'Alger.

- **La seconde hypothèse "2"** repose sur les taux démographiques établis par les services de l'Office National des Statistiques à l'horizon 2020. Ce dernier a élaboré trois hypothèses de calcul, dont l'hypothèse forte est pour notre cas d'étude la mieux adaptée en raison de l'attractivité qu'exerce la zone dans le schéma de structuration global. Selon cette hypothèse, la population totale dans la zone d'Alger atteindrait 5.784.020 habitants en l'an 2020. La charge démographique additionnelle représenterait 1.514.455 habitants entre 1998 et 2020. Ce surplus demeure élevé.

Tableau 20 : Perspectives de population à l'horizon 2020 selon l'hypothèse "2"

	Pop. 1998	Pop. 2008	Pop. 2020
Alger	2.572.814	2.987.160	3.034.340

Source : Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (Décembre 2004),  
Programme d'Aménagement Côtier

a. La population urbaine :

A l'ensemble des recensements (RGPH) effectués, est observée une augmentation progressive de la population urbaine qui évolue plus vite que la population totale. En terme d'hypothèse d'évolution, la démarche adoptée est fondée sur la base d'un taux d'urbanisation évoluant de plus de + 0,5%<sup>20</sup> par an, tel qu'observé dans la zone entre 1977 et 1998. Alger serait de manière certaine une wilaya dont la population serait totalement urbaine à l'horizon 2020,

Tableau 21 : Taux d'urbanisation attendus à l'horizon 2020 (+0,5%/an)

	Taux urbain 98	Actuel 2008	CT 2015	MT 2020
Alger	90,3	96,3	98,8	100,0

Source : Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (Décembre 2004),  
Programme d'Aménagement Côtier

**Tableau 22 : Perspectives de population urbaine à l'horizon 2020 selon 'hypothèse forte "1"**

	Taux urbain 98	Actuel 2008	CT 2015	MT 2020
<b>Alger</b>	2.323.348	2.987.160	3.410.000	3.752.000

Source : Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (Décembre 2004),  
Programme d'Aménagement Côtier

**Tableau 23 : Charges démographiques urbaines additionnelles entre 1998 et 2020 selon L'hypothèse forte "1" (chiffres arrondis)**

	Pop. Urbaine 98	Pop. Urbaine 2008	MT 2020	Charges démographiques additionnelles 98/2020
<b>Alger</b>	2.323.348	2.987.160	3.752.000	1.428.000

Source : Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (Décembre 2004),  
Programme d'Aménagement Côtier

L'agglomération d'Alger accuse un ralentissement de sa croissance démographique estimée à 0,35% par an entre 1987 et 1998. Mais une augmentation considérable de sa croissance démographique entre 1998 et 2008 estimée à 1.4 % par an. Sa périphérie se développe avec un taux de croissance annuel de 5,71%, ce qui explique le redéploiement de l'excédent de population de l'ancien centre communément appelé "Grand Alger" (qui regroupe 28 communes) vers les communes périphériques; c'est ainsi qu'Alger absorbe progressivement des communes situées dans les wilayas limitrophes de Blida, Boumerdès et TIPAZA.

En effet, Alger, capitale politique et économique, exerce une forte domination sur son aire métropolitaine. Selon les observations faites, l'agglomération d'Alger perd en moyenne, depuis 1987, près d'un point par an (-1%) tandis que sa périphérie en gagne un (1%), comme indiqué dans le tableau 24. Si l'agglomération algéroise conserve le même nombre d'arrondissements urbains (28 au total), elle ne représentera en 2020 que 40% de la population totale de sa Wilaya et évoluera de la manière suivante:

**Tableau 24 : Evolution du rapport de dispersion géographique (%) entre l'agglomération d'Alger et sa périphérie**

Année	Pop. 1987	Pop. 1998	Pop. 2008	Pop. 2015	Pop. 2020
<b>Gd. Alger</b>	70,8	61,0	50,0	45,0	40,0
<b>Périphérie</b>	29,2	39,0	50,0	55,0	60,0

Source : Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (Décembre 2004),  
Programme d'Aménagement Côtier

**Tableau 25 : Charges démographiques additionnelles selon l'hypothèse "1"**

Année	1998	2020	Charges démographiques 98/2020
Gd. Alger	1.569.897	1.500.884	- 69.013
Périphérie	1.002.917	2.251.326	+ 1.248.409
Total	2.572.814	3.752.210	+ 1.179.396

Source : Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (Décembre 2004), Programme d'Aménagement Côtier

Selon cette hypothèse, l'agglomération d'Alger atteindrait en 2020 près de 1.500.000 habitants. Elle perdrait ainsi progressivement près de 70.000 habitants entre 1998 et 2020 (M.H.A.T, 2004)<sup>21</sup>.

**Tableau 26 : Charges démographiques additionnelles selon l'hypothèse "2"**

Année	1998	2020	Charges démographiques 98/2020
Gd. Alger	1.569.897	1.213.736	- 356.161
Périphérie	1.002.917	1.820.604	+ 817.687
Total	2.572.814	3.034.340	+ 461.526

Source : Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (Décembre 2004), Programme d'Aménagement Côtier

La périphérie d'Alger prendra de plus en plus de poids par rapport à son ancien centre qu'est l'agglomération d'Alger. Si Alger prend difficilement en charge la croissance urbaine de sa périphérie, celle-ci constituera à coup sûr, dès le court terme, l'enjeu majeur de son urbanisme, à même de prendre en charge autant les besoins toujours croissants de sa population, que ceux qui lui permettraient de remplir l'ensemble des fonctions urbaines, singulièrement d'échanges, qui lui sont assujetties. Ainsi on attire l'attention sur le fait que toute la périphérie algéroise est soumise à de forts effets sismique dues à la présence de trois failles actives à savoir : la faille de la Mitidja au sud , la faille de thénia à l'est et la faille de chenaoua à l'ouest .

### **1.2.3.2. Les principaux Résultats de l'enquête :**

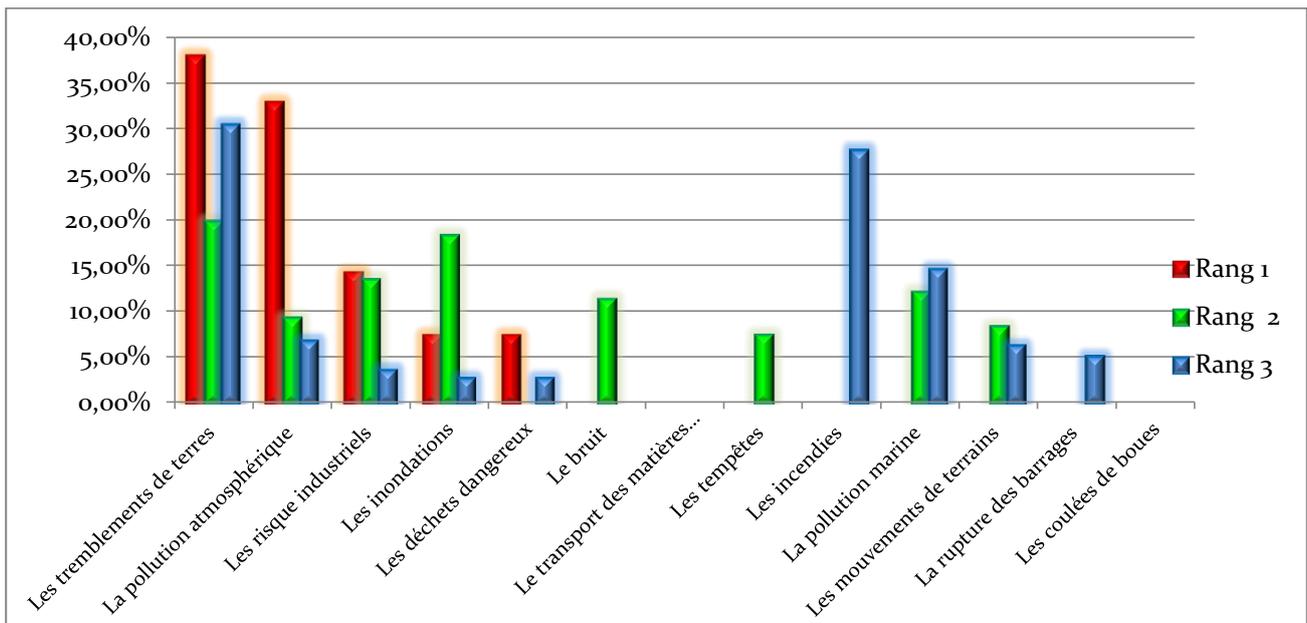
L'enquête par questionnaire menée pour Alger a visé la population la plus menacée par l'aléa sismique. L'intérêt s'est porté sur le niveau de conscience de la population notamment, les connaissances des consignes à suivre en cas de catastrophe sismique.

Les interrogations étaient articulées sur deux volets principaux :

#### ***a. Les connaissances générales de la population enquêtées sur le risque sismique :***

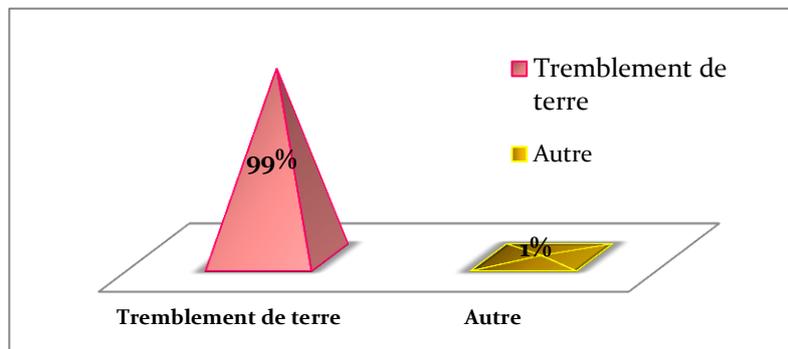
Contrairement à tout ce que nous avons estimé, la population d'Alger se trouve consciente au risque sismique qui la menace car la majorité des personnes enquêtées redoute cette catastrophe pour la capitale du pays. Les graphes suivants illustrent bien cet état de fait :

Graphe 11 : Classements des trois risques auxquels les enquêtés se sentent le plus exposés



Source : Auteur

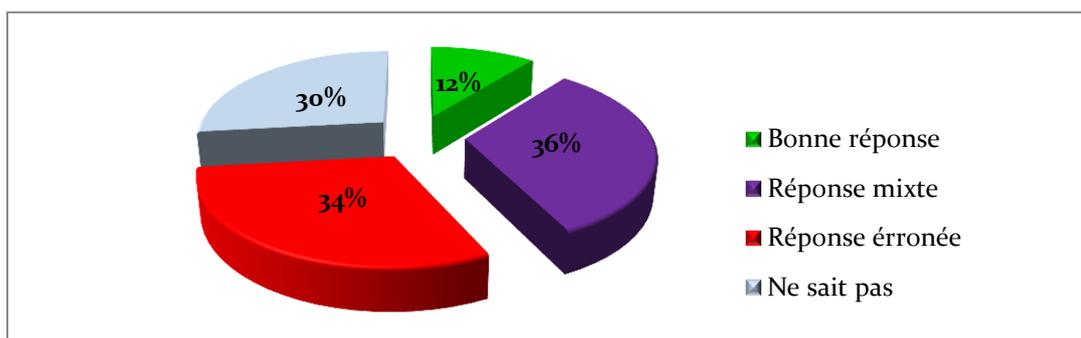
Graphe 12 : la catastrophe la plus redoutée pour Alger



Source : Auteur

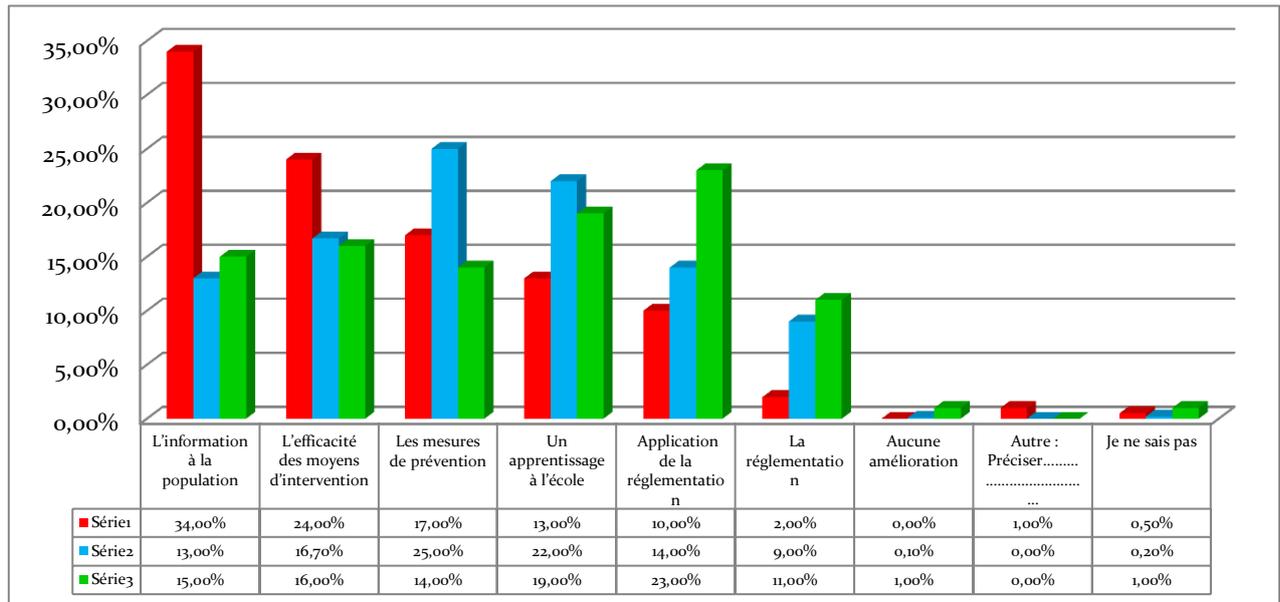
Le graphe ci-dessous démontre que la population algéroise se heurte dans une situation délicate car, sur l'ensemble de la population enquêtée, seulement les 12% connaissent les consignes à suivre en cas de catastrophes sismiques. Cela se confirme par la réaction immédiate des enquêtés lors du choc principal de la catastrophe de Boumerdes-Alger en 2003.

Graphe 13 : Connaissances des consignes à suivre en cas de catastrophe sismique.



Source : Auteur

Graph 14 : procédures à développer pour améliorer la sécurité face aux risques sismiques



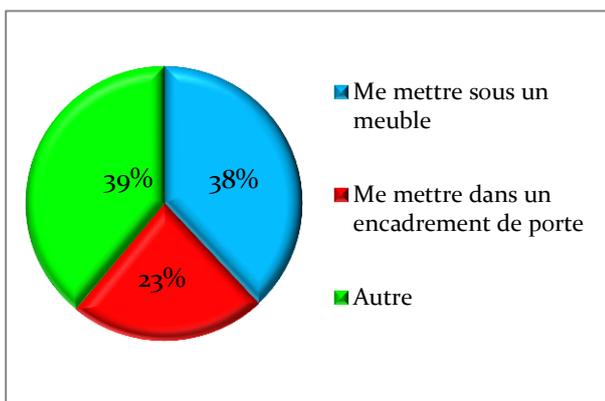
Source : Auteur

b. La catastrophe de Boumerdes-Alger 2003: "une expérience dramatique vécue par la population enquêtée"

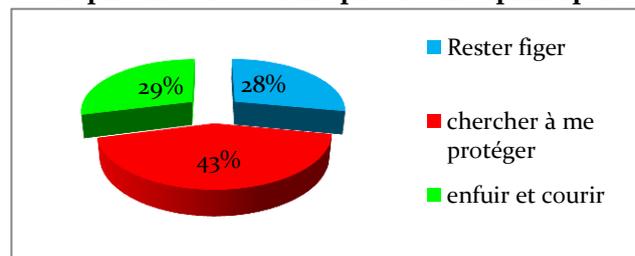
L'expérience de la catastrophe de 2003 a rappelé de nouveau que ni le pays, ni la population n'étaient préparés à ce genre de drame. La panique de population lors du choc principal (la majorité ne savait quoi faire !) due au manque d'information qui concernait la méconnaissance des phénomènes qui se sont produits lors du choc principal que les répliques qui ont traumatisées la population. Additionné à ce dernier, le retard de la mobilisation des secours relevé par les personnes enquêtés, n'a fait qu'augmenter les conséquences.

L'ensemble des réactions et des remarques relevées par la population lors de la catastrophe du 21 mai 2003 sont répertoriés dans les graphes ci-dessous.

Graph 15 : Possibilité de protection lors du choc principal



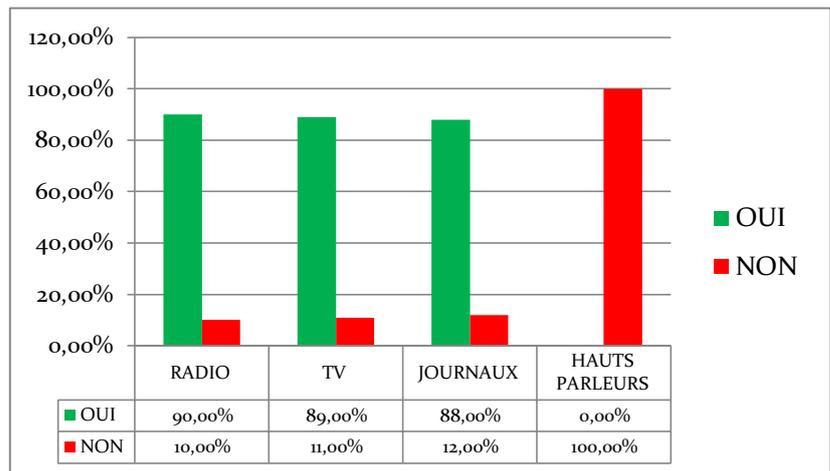
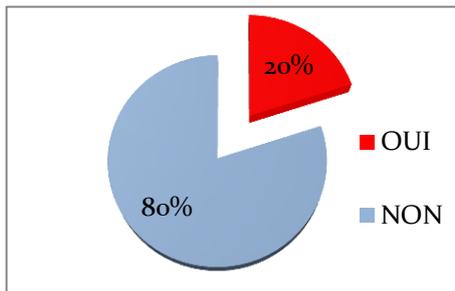
Graph 16 : Réaction après le choc principal



Source : Auteur

Graphe 17 : Diffusion des consignes après le choc principal

Graphe 18 : Réaction des secours après le choc principal



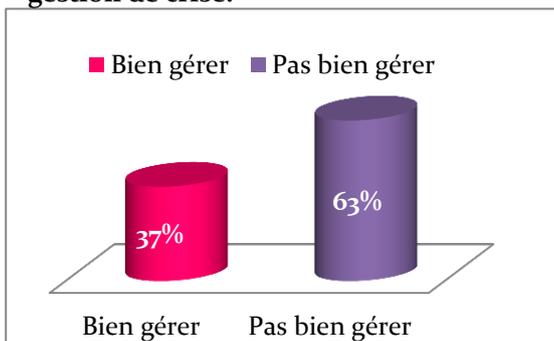
Source : Auteur

La disponibilité des espaces dégagés de refuge pouvant accueillir les populations sinistrées lors des répliques, constitue l'un des principaux paramètres à prendre en charge au stade de la conception pour les zones sismiques. Il s'agit bien des espaces utiles, d'accompagnements en prévision à une éventuelle catastrophe. « Or, la calamité de 2003 révèle de nouveaux que ces espaces n'existaient pas, vu qu'il s'agissait des tissus saturés et denses. Les secours avait du mal à évacuer les personnes sinistrées dont beaucoup d'entre elles perdirent la vie lors des répliques ». Dévoile le capitaine Chergui, responsable des risques sismiques majeurs de la protection civile d'Alger.

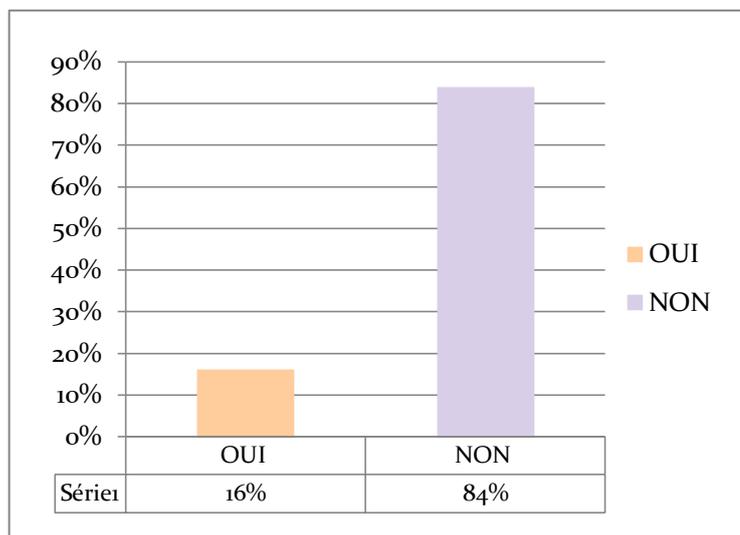
Aussi bien cet état de fait fut rapporté par les personnes enquêtées, illustré dans les graphes suivants:

Graphe 19 : La disponibilité des espaces dégagés de refuge lors des répliques.

Graphe 20 : Avis de l'enquêté sur la gestion de crise.



Source : Auteur



A travers ces données, l'Algérie est censée tirer des leçons des dernières catastrophes et se pencher vers l'application des actions nécessaires à la mitigation du risque sismique dont l'information et la sensibilisation des populations en zone sismique constituent, l'un des enjeux principaux à prendre en charge.

## **2. Microzonnage et cartographie du risque sismique pour Alger :**

La cartographie de microzonnage sismique consiste à individualiser les zones homogènes pouvant se comporter d'une manière identique durant les sollicitations sismiques. Par ailleurs la cartographie de microzonnage sismique dans la capitale Alger présente un double intérêt :

- Pour les zones déjà urbanisées, elle permet de considérer la vulnérabilité des sols à côté de la vulnérabilité des structures dans les études de réduction du risque sismique où plusieurs zones sont vétustes.
- Pour les zones à urbaniser dans le cadre de l'extension de la métropole, elles permettent aux aménageurs de prendre en considération ce facteur tant ignoré dans les études d'aménagement qu'est le risque sismique.

La cartographie proposée ultérieurement (à savoir la carte d'Aléa et du risque sismique pour Alger) est basée sur l'étude des scénarios d'évaluation du risque sismique pour Alger, menée par la Japon international coopération Agency et le centre nationale de génie parasismique ainsi que les travaux effectués par le BRGM (dans le cadre la réduction de la vulnérabilité du massif de Bouzeréah face aux risques naturels) . Toutes ces études ont été recueillies auprès de la protection civile d'Alger, service des risques majeurs.

### **2.1. Scénarios d'évaluation du risque sismique pour la ville d'Alger <sup>v</sup>:**

#### **2.1.1. Scénario de la JICA et Le CGS :**

Suite au séisme de Boumerdès-Alger 2003 et dans le cadre de l'aide internationale qui a suivie, le gouvernement du Japon a initié une étude d'évaluation du risque sismique dans la wilaya d'Alger selon un scénario de catastrophe sismique donné. Cette analyse menée conjointement par les experts de la *Japan International Cooperation Agency (JICA)* et le *centre national de recherche en Génieparasismique (CGS)* a concerné 35 communes (225 km<sup>2</sup>) sur les 54 que compte la wilaya.

---

<sup>v</sup> Cette étude fut recueillie sur place auprès de la direction de la protection civile d'Alger, service des risques majeurs.

Ce projet vise l'évaluation des risques sismiques, les recommandations pour un plan d'actions et pour l'amélioration du plan de gestion du programme d'organisation des secours (ORSEC). La convention entre l'Algérie et le Japon à Propos de cette étude a été signée, pour rappel, à Alger le 08 Février 2005. Trente cinq communes concernées par le projet, dont le but est de construire des cartes de risque sismique, couvriront la zone d'étude, montre l'évaluation des dégâts matériels et les pertes en vies humaines causés par un éventuel séisme.

#### **2.1.1.1. Objectifs de l'étude :**

Sur la base du microzonage du risque sismique un plan de gestion des catastrophes sismiques de la Wilaya d'Alger est proposé aux autorités de la ville.

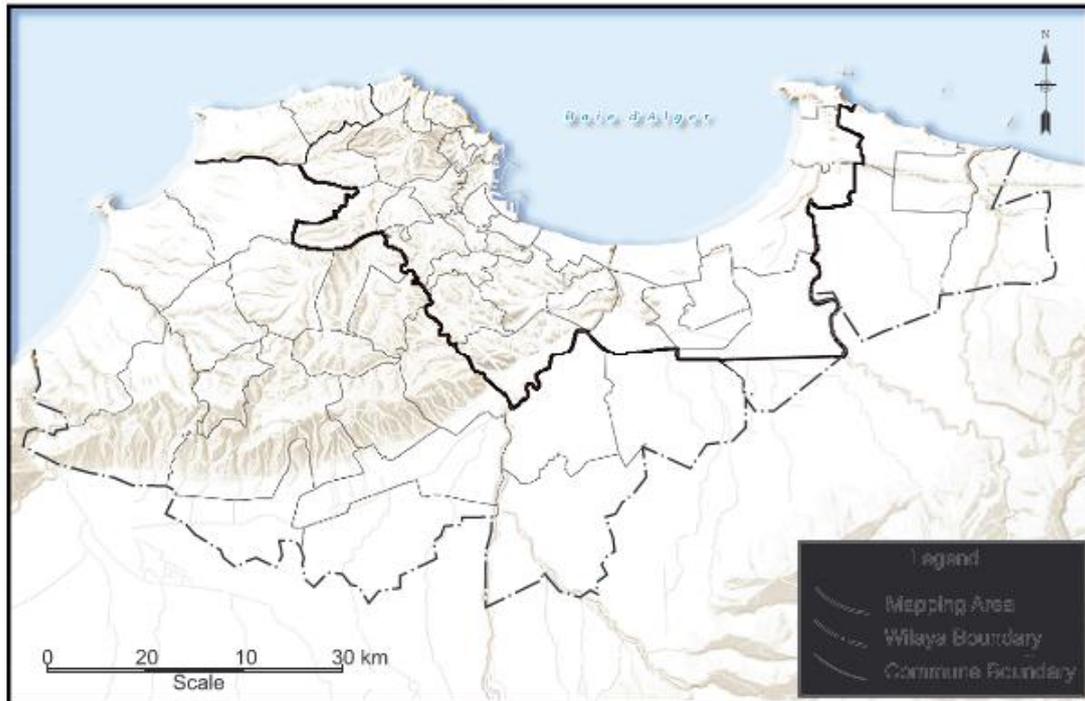
Ce plan de gestion des catastrophes est élaboré en deux phases sur la base du schéma classique:

- Analyse de la capacité actuelle de gestion des catastrophes qui consiste à évaluer les ressources de gestion, les stratégies, le cadre législatif et institutionnel, les plans existants, les moyens matériels et les activités précédentes au niveau du gouvernement et des autorités locales et communautaires et ensuite,
- Proposition pour l'amélioration et le renforcement de ces capacités existantes

Les résultats de l'étude de microzonage incluant l'estimation de la distribution détaillée du mouvement de sol (aléas) et des dommages qui en découleront sont utilisés pour l'amélioration de la planification et de la consolidation de la capacité de gestion des catastrophes sismiques. L'étude est menée suivant les six (6) étapes suivantes :

- Étape 1: Collecte, analyse et évaluation des données existantes sur les conditions topographiques, géologiques et des sols, la population, les bâtiments, les équipements ayant trait aux catastrophes, etc.
- Étape 2: Investigations des conditions de sol et de bâtiments.
- Étape 3: Développement de bases de données et analyse basée sur le SIG.
- Étape 4: Analyse du mouvement sismique pour l'estimation du mouvement du sol.
- Étape 5: Estimation des dommages (dommages aux bâtiments, victimes, liquéfaction, rupture de terrains en pente, etc.)
- Étape 6: Compilation des cartes des aléas et des dommages.

Carte 39 : zone d'étude



Source : Vies de villes ( 2008) : Prévenir le risque sismique : stratégies et scénarios N° 10

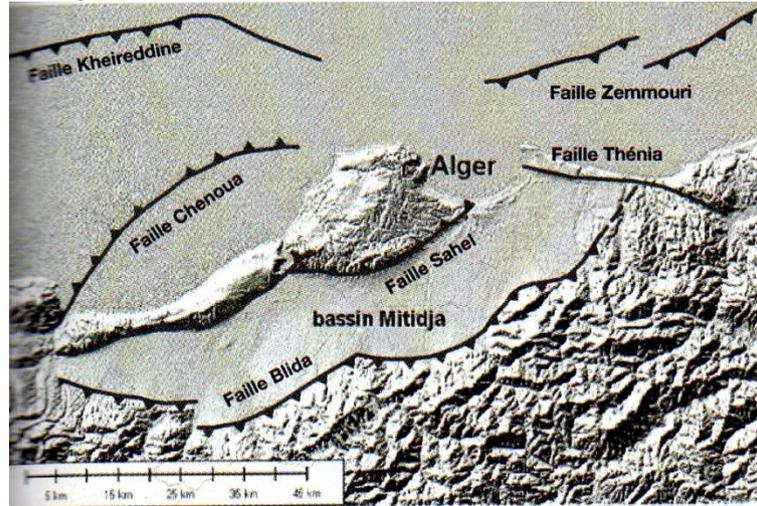
#### 2.1.1.2. Aléa sismique :

L'étude d'aléa sismique réalisée dans le cadre de ce scénario sismique d'Alger a confirmé les sources sismiques déjà connues dans la région. Les magnitudes potentielles qui ont été affectées à chacune d'elles ne font pas l'unanimité de tous les spécialistes et notamment algériens.

Dans l'analyse de l'aléa sismique, il a été mis en évidence six failles principales à savoir : la faille de Sahel , chenoua, Mitidja , kheireddine , Zemmouri et thenia )qui pourront affecter sérieusement la ville d'Alger . Sur les six failles potentielles localisées autour d'Alger suite à une étude d'Aléa sismique, seules deux (kheireddine et Zemouri ) qui sont les plus sévères , la première pour la partie ouest d'Alger et la seconde pour la partie Est d'Alger , ont été retenues pour le scénarii . Ces failles ont été modélisées pour estimer les magnitudes en relation avec la période de retour et déterminer les séismes du scénario.

Tenant compte la sismotectonique et la sismicité de la région d'Alger (entamée la première partie), l'estimation de l'aléa sismique en terme d'accélération de pointe du sol ( PGA) est montrée sur la Carte 42 . De même, l'aléa sismique évalué en termes d'intensité sur l'échelle MSK est montrés sur la Carte 43

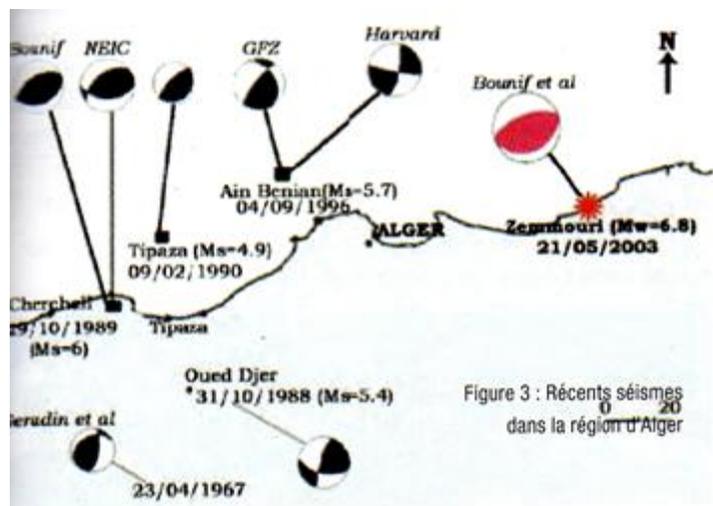
Carte 40 : Localisation des traces de surface inférées aux failles



Source : Vies de villes (2008) : Prévenir le risque sismique : stratégies et scénarios N° :10

Carte 41: localisation des importants événements sismiques à Alger et ses environs

Alger et ses environs ont été affectés par plusieurs séismes destructeurs<sup>vi</sup> dans le passé. Le premier rapporté à la zone d'étude qui a causé d'énormes dégâts à la ville et a provoqué un tsunami. Le dernier séisme enregistré est le séisme de Boumerdes du 21 Mai 2003 mais, le plus grand séisme enregistré est celui d'Alger en 1716 de magnitude supérieure à 7.



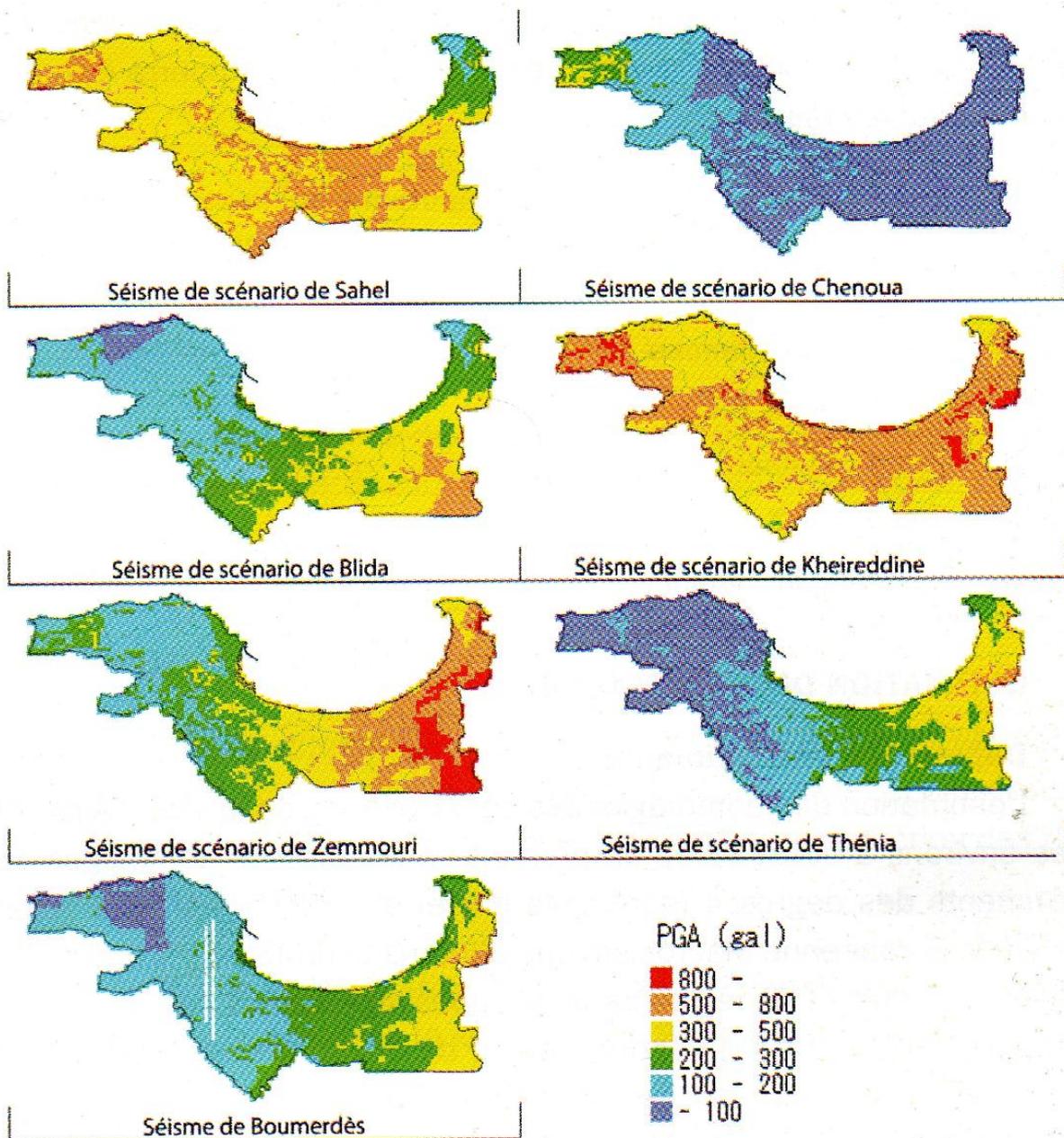
Source : Vies de villes (2008) : Prévenir le risque sismique : stratégies et scénarios N° :10

Ceci a permis d'évaluer le mouvement fort du sol en termes d'accélération de pointe du sol (PGA) ainsi que l'intensité sur l'échelle MSK dans un maillage de 250 m de côté. Le mouvement sismique fort du sol a été évalué en utilisant une loi d'atténuation de l'intensité sismique choisie de la littérature. Le mouvement sismique fort du sol s'est avéré le plus important pour Alger quand il s'agit de la faille Khiereddine et dont l'intensité a été estimée entre VII et IX (MSK)

Tenant en compte de l'aléa séismotectonique et de la sismicité de la région, l'estimation de l'aléa sismique en termes d'accélération de pointe du sol (PGA) est montrée sur la carte suivante.

<sup>vi</sup> Voir Chapitre II de la Première partie ; historique de la sismicité à Alger

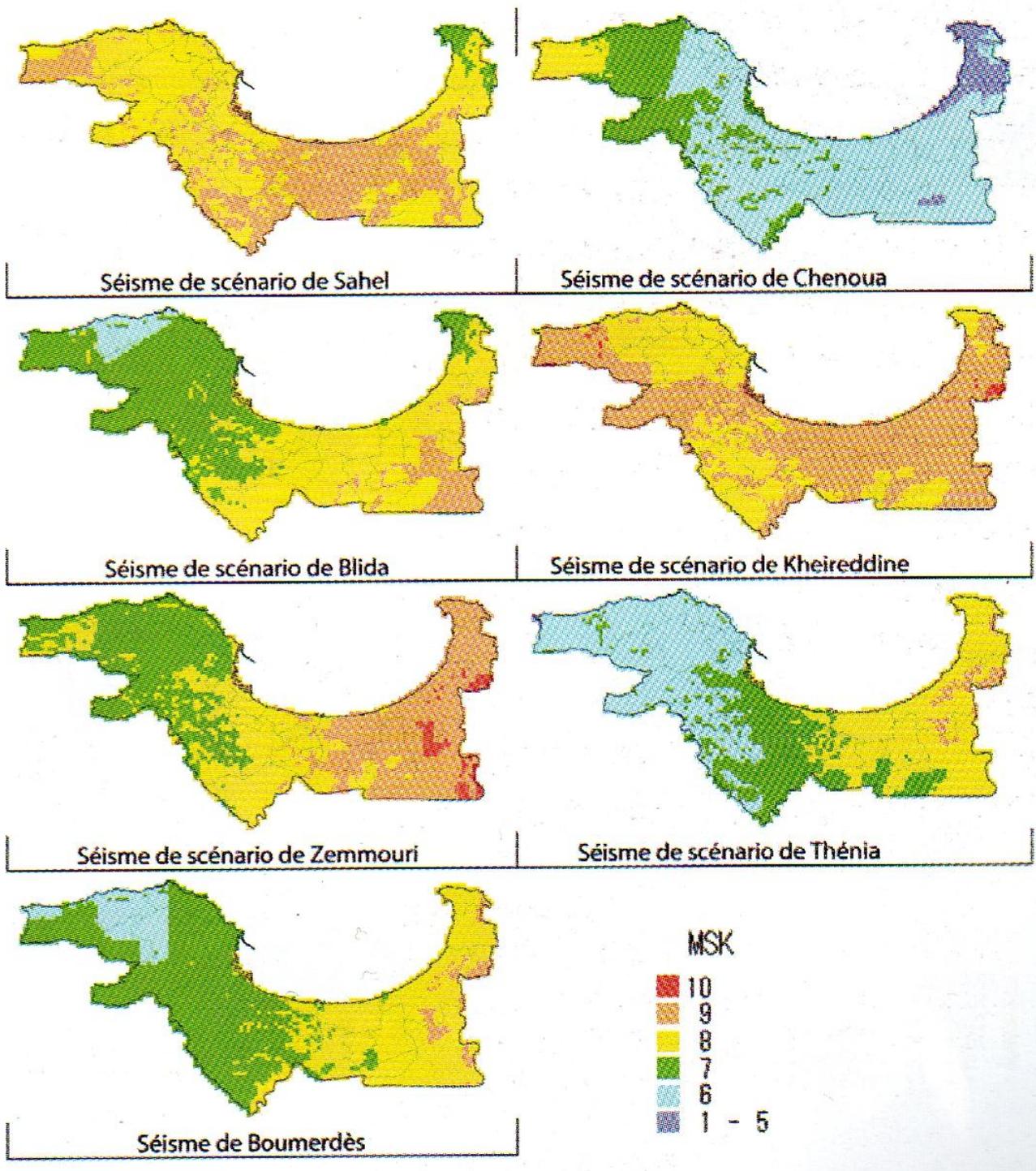
Carte 42 : Distribution de l'accélération de pointe du sol (PGA) à la surface du sol.



Source : Vies de villes (2008) : Prévenir le risque sismique : stratégies et scénarios N° :10

De même, l'aléa sismique évalué en termes d'intensité sur l'échelle MSK est montrée sur la carte suivante :

Carte 43: Distribution de l'intensité sismique sur l'échelle MSK



Source : Vies de villes ( 2008 ) : Prévenir le risque sismique : stratégies et scénarios N° :10

### 2.1.1.3. Séismes du scénario :

Parmi les six failles étudiées, il s'avère que les failles de kheireddine et de zemmouri sont celles qui affecteront le plus la ville d'Alger et ses environs. Entre ces deux failles, il a été trouvé que la faille de kheireddine engendrera le plus grand mouvement sismique fort du sol pour Alger et dont l'intensité

a été estimée entre VIII et IX (MSK) . Le tableau suivant montre la magnitude des séismes qui pourra être engendrée par les failles respectives.

**Tableau 27 : la magnitude des séismes qui pourra être engendrée par les six failles**

Source sismique	Magnitude dans la période de retour de 475 ans (MW)
Faille de Sahel	5.9 ± 0.3
Faille de Chenoua	5.8 ± 0.3
Faille de Blida	6.8 ± 0.2
Faille kheireddine	6.8 ± 0.2
Faille de Zemmouri	7.0 ± 0.1
Faille de Thénia	5.9 ± 0.2

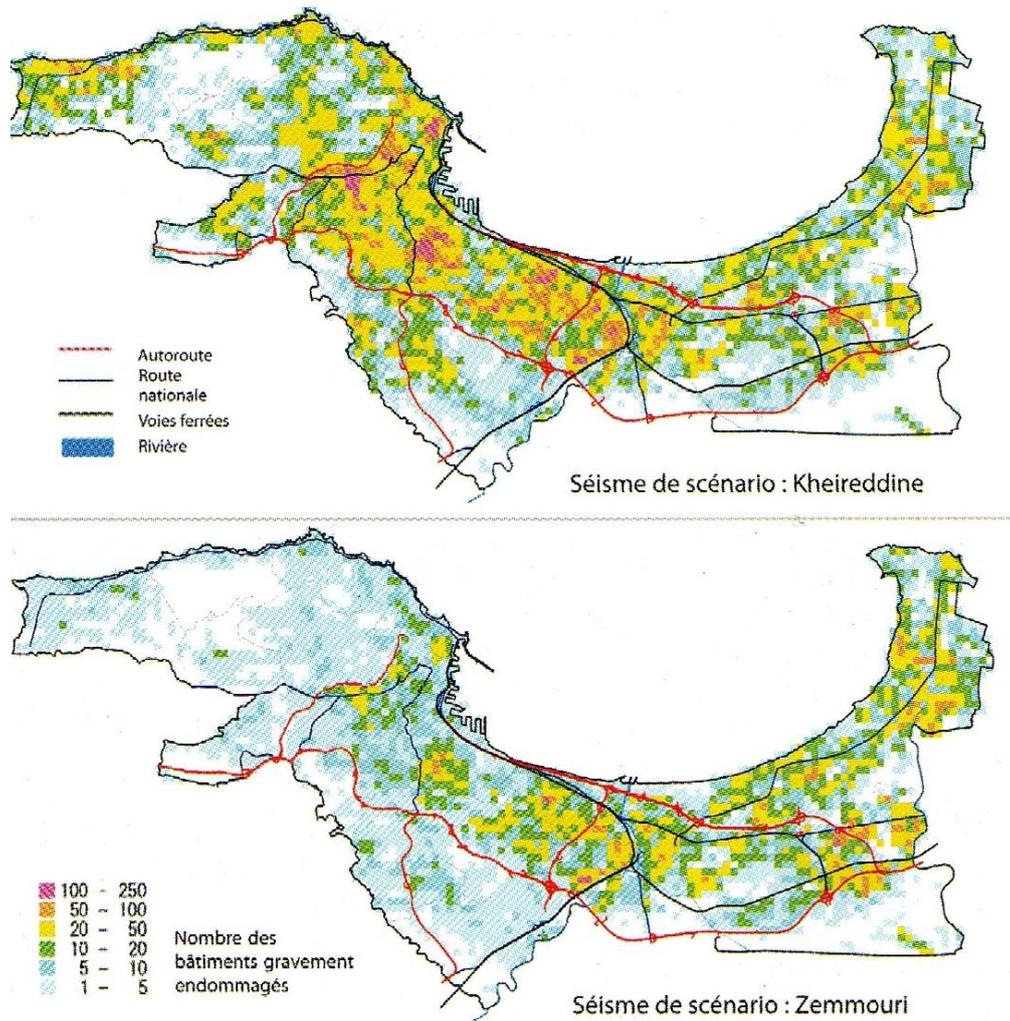
Source : Vies de villes ( 2008) : Prévenir le risque sismique : stratégies et scénarios N° :10

#### 2.1.1.4. Estimation des dommages :

##### a. Dommages aux bâtiments :

L'estimation des dommages des constructions de la ville d'Alger et ses environs a été réalisée en prenant en compte les dommages de bâtiments des degrés 4 (dommage grave) et 5 (effondrement) selon l'échelle européenne macrosismique d'intensité (EMS 98) . D'après l'inventaire réalisé et les règles parasismiques Algériennes, les bâtiments ont été classés en 8 catégories avant de construire les courbes de vulnérabilité en fonction des dommages enregistrés lors des séismes d'el Asnam de 1980 et celui de Boumerdès de 2003. Les rapports précédents des séismes passés donnent les dommages et les pertes en vies humaines enregistrés et ont permis d'estimer le nombre de bâtiments qui seront gravement atteints, soit 56 000 pour le séisme de scénario d'Alger concernant la faille de Kheireddine et 29 000 pour la faille de Zemmouri.

Carte 44 : Nombre de bâtiments gravement endommagés.

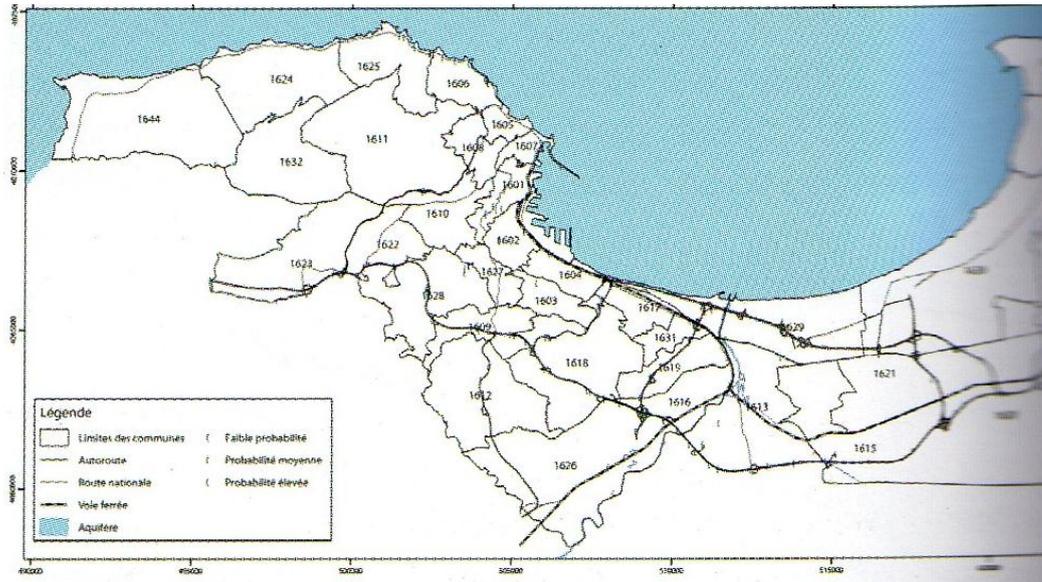


Source : Vies de villes (2008) Prévenir le risque sismique : stratégies et scénarios N° :10

b. Domages aux infrastructures :

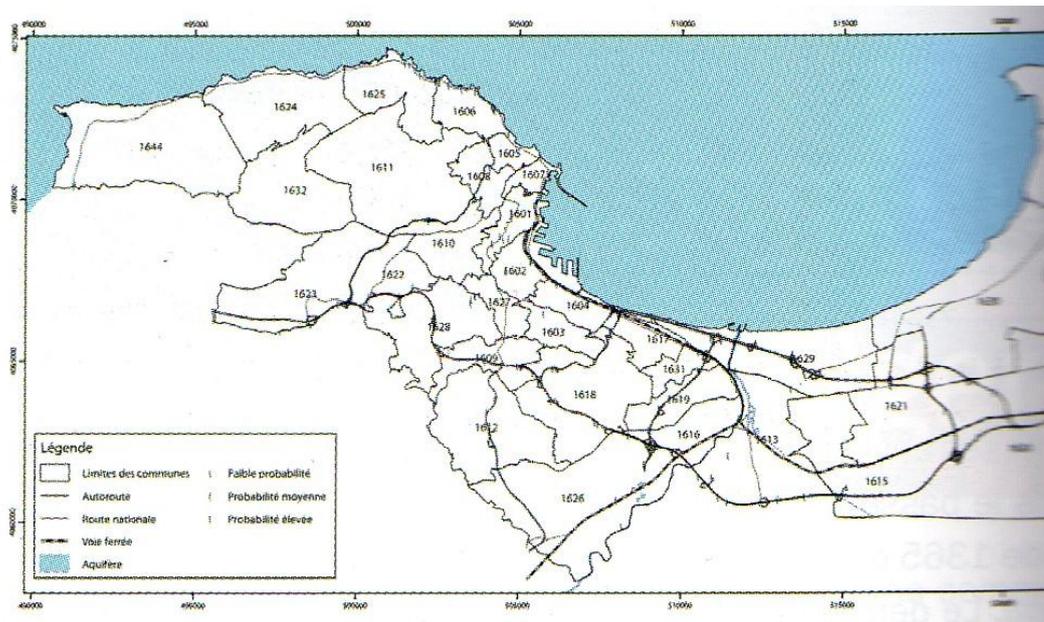
De même, les dommages ont été évalués aussi pour les infrastructures comme les ponts, le port et l'aéroport . Pour le scénario de la faille de kheireddine, 22 ponts subiront des dégâts importants et risquent de tomber de leurs appuis. Pour la faille de Zemmouri , 11 ponts subiront des dommages importants et risquent aussi de tomber de leurs appuis .

**Carte 45 : Carte des localisations de probabilités des ponts en relation avec la chute des poutres ; faille de Kheireddine.**



Source : Vies de villes ( 2008) Prévenir le risque sismique : stratégies et scénarios N° :10

**Carte 46 : Carte des localisations de probabilités des ponts en relation avec la chute des poutres ; faille de Zemmouri**



Source : Vies de villes ( 2008) : Prévenir le risque sismique : stratégies et scénarios N° :10

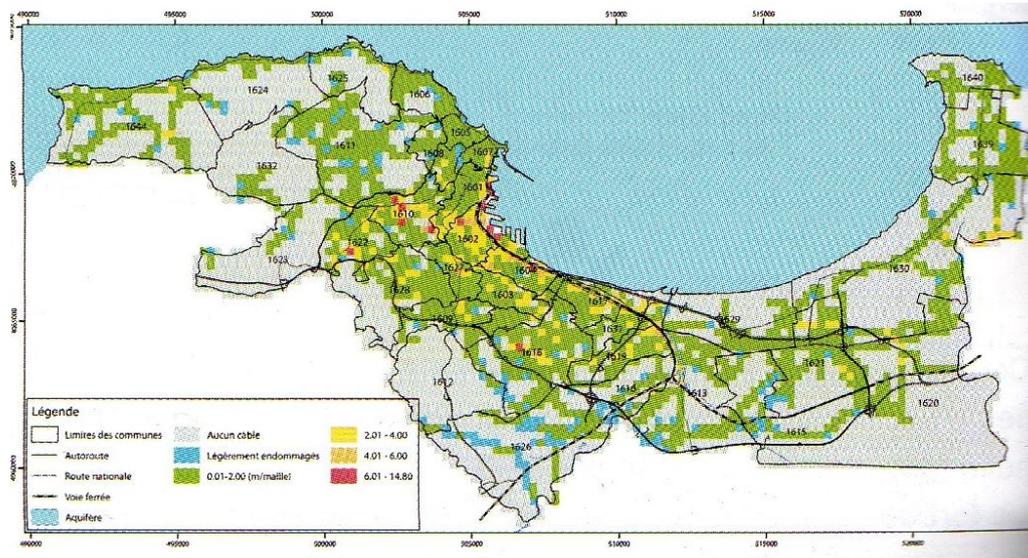
Le port d'Alger subirait aussi des dommages considérables sur la plupart des ouvrages structurels principaux au point de perdre leurs fonctions. La partie nord du port pourrait subir un dommage modéré mais certaines autres parties pourront cesser de fonctionner pour la faille kheireddine . Dans le cas du scénario de la faille de kheireddine , l'aéroport subira des dommages de degré 2. A cause de

la différence de l'accélération de pointe du sol (PGA), le cas de la faille de Zemmouri affecterait plus l'aéroport que celle de kheireddine.

c. Domages aux réseaux de services :

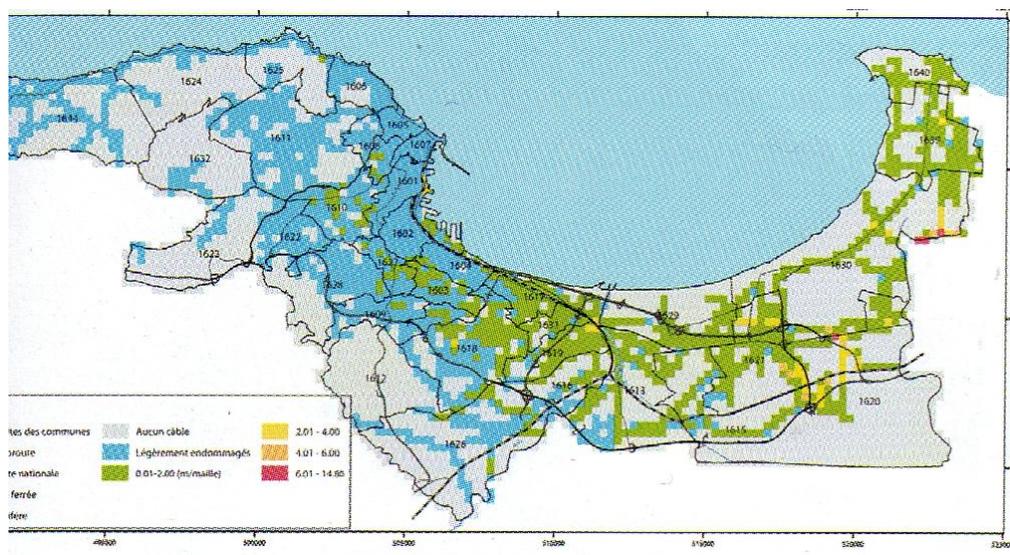
Les résultats obtenus pour l'évaluation des dommages sur le réseau d'eau potable sont montrés sur les deux cartes suivantes :

**Carte 47 : point de dommage du réseau AEP ; faille Kheireddine**



Source : Vies de villes ( 2008) :Prévenir le risque sismique : stratégies et scénarios N° :10

**Carte 48 : point de dommage du réseau AEP ; faille Zemmouri**

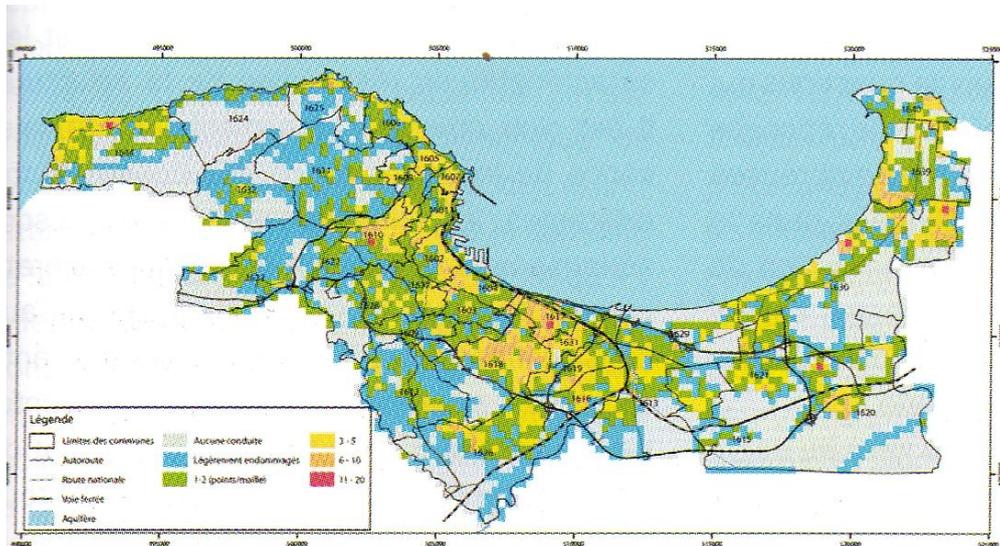


Source : Vies de villes ( 2008) ; Prévenir le risque sismique : stratégies et scénarios N° :10

Les cartes montrent que les points sont concentrés dans la partie centrale de la zone d'étude et le long de la côte pour la faille de kheireddine et dans la partie orientale pour la faille de Zemmouri. Le réseau d'assainissement enregistrera le plus de dommages dans une partie de Bordj El Kiffan, Bordj

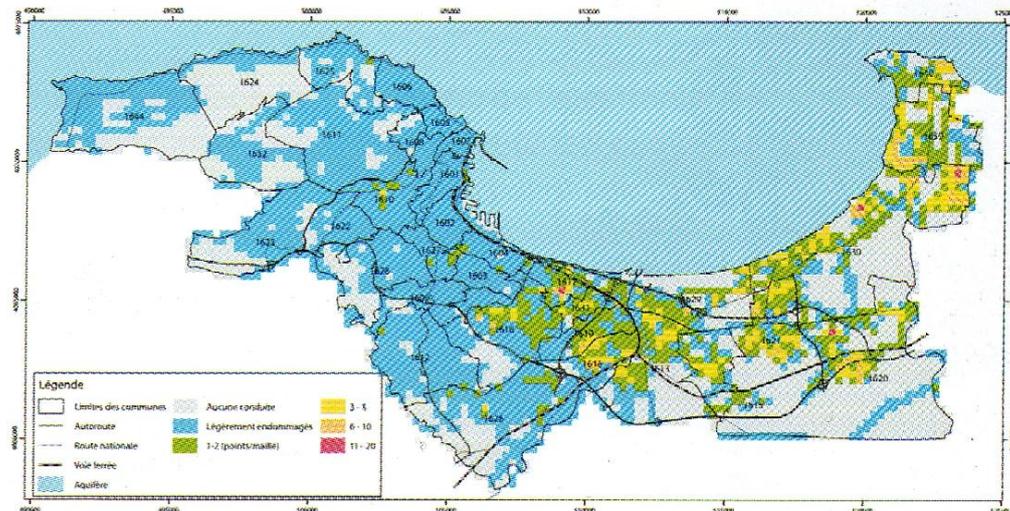
EL Bahri et El Marsa pour les deux cas de scénario de la faille de kheireddine et de Zemmouri. Le réseau électrique de haute tension (220 000 V ou 60 000V) ne subiront que peu de dommages durant les séismes. Les fils électriques comparables à ceux des bâtiments, puisque les fils électriques sont installés le long des bâtiments. La longueur totale des fils électriques endommagée est de 1596 mètres pour le cas de kheireddine et de 508 mètres pour le cas de Zemmouri .

**Carte 49 : Longueur endommagée du câble à moyenne tension ; faille Kheireddine**



Source : Vies de villes ( 2008) : Prévenir le risque sismique : stratégies et scénarios N° :10

**Carte 50 : Longueur endommagée du câble à moyenne tension ; faille Zemmouri**



Source : Vies de villes ( 2008) ;Prévenir le risque sismique : stratégies et scénarios N° :10

Pour les canalisations de gaz, les points de rupture sont concentrés dans la zone de Bachdjarah et Bourouba ainsi que la partie ouest de Bordj EL Kiffan pour les deux cas de Kheireddine et de Zemmouri.

**2.1.1.5. Recommandations :**

Les résultats obtenus de la réalisation du scénario de catastrophe sismique de la ville d'Alger et ses environs a permis de recommander les actions et les mesures suivantes (qui seront détaillés dans la dernière partie de ce travail) pour une réduction des risques de catastrophes :

- Création de la délégation de la prévention aux risques majeurs comme stipulée dans la loi 04 /20 du 25 décembre 2004.
- Répartition des tâches et coordination des rôles de chaque organisme concerné par la réduction des risques de catastrophes.
- Intégration du processus de réduction des risques de catastrophes dans les documents d'urbanisme.
- Elaboration d'un programme de réhabilitation / renforcement du bâti existant vulnérable aux charges sismiques.
- Renforcement des compétences et des capacités à tous les niveaux de l'administration (nationale, régionale, locale).

**2.1.2. Scénario Alarmant d'un séisme de forte magnitude : « une autre expérience du séisme de 1716 »<sup>vii</sup> :**

Alger sera presque complètement rasée si un séisme d'une magnitude 7 sur l'échelle de Richter l'ébranle comme ce fut le cas en 1716<sup>22</sup> . Plus de 67 000 victimes seront dénombrées. C'est ce qu'a révélé, Abdelkrim Chelghoum, professeur en numérique en génie parasismique au Sénat lors de son intervention aux journées parlementaires sur la défense nationale ouvertes le 25, 26, 27 février 2006 au Conseil de la nation. Axant sa communication sur les risques sismiques qui menacent Alger, l'expert a exposé une simulation (une étude scientifique en cours de finalisation) des effets induits par une catastrophe naturelle (le cas d'une catastrophe sismique) sur la métropole d'Alger et ses agglomérations. *“Le principe de la simulation, développé ici, est basé sur une reconstruction fictive des différentes phases de déroulement du tremblement de terre à l'échelle d'une ville. Il n'en demeure pas moins que le scénario catastrophe, qui en découle, pourrait se transposer à un cas envisageable pouvant dépasser notablement le cadre de cette simulation”*, a souligné M. Chelghoum, également président du Club des risques majeurs.

---

<sup>vii</sup> La communication du Pr Chelghoum était récupérée auprès du siège du centre national de recherche appliqué en génie parasismique , Hussein Dey. Egalement, cette communication fut publiée par le journal de liberté en 2006 : <http://www.liberte-algerie.com/entretiens/les-projets-immobiliers-sont-implantes-dans-des-zones-dangereuses-abdelkrim-chelghoum-specialiste-en-genie-parasismique-a-liberte-156776>

Selon lui, un tremblement de terre, de magnitude 7 sur l'échelle de Richter, qui frapperait dans la baie d'Alger (8 kilomètres de Aïn Benian) à minuit détruirait environ 100 000 immeubles et fera 67 320 victimes (sans compter les blessés). Pratiquement tous les quartiers d'Alger seraient rasés. Les commandements de la Gendarmerie nationale, de la Protection civile, du Croissant-Rouge, les hôpitaux, les ministères, ainsi que le palais présidentiel d'El-Mouradia, le siège de la chefferie du gouvernement et le ministère de la Défense nationale ne seraient pas épargnés par la catastrophe. Les bâtiments, abritant ces institutions, ne résisteraient pas aux fortes secousses telluriques car, ces constructions datent de plus de 80 ans. *“Les secours seraient difficiles, voire impossibles, car aucun centre de commandement ne serait opérationnel”*, a affirmé le professeur qui a certifié que les dégâts matériels, dans une situation cataclysmique pareille, s'élèveraient à 200 milliards de dollars. Le verdict de cet expert est sans appel. *“J'expose une réalité dans une simulation hypothétique. Alger ne peut pas échapper à un grand séisme. Nous ne savons au juste pas quand il aura lieu, car les tremblements de terre sont un phénomène imprévisible et non négociable”*, déclare-t-il en marge de la conférence. Il a affirmé que la capitale repose sur cinq failles principales qui peuvent bouger à tout moment. *“En matière de risques majeurs, le tableau est sombre”*, a-t-il précisé d'un air navré.

L'inquiétude du professeur Chelghoum provient de la certitude que la construction à Alger est non seulement dense et anarchique, mais également non conforme, dans sa majorité, aux règles parasismiques. *“En toute honnêteté, le pays n'est pas préparé à ce type de catastrophes dans la capitale, à Oran et à Constantine”*, révèle encore l'expert en génie parasismique. *“Selon lui, il faut absolument protéger la ville en renforçant le vieux bâti”*. *“Il existe des méthodes souples. La ville de Nice, qui est moins menacée par l'activité sismique, a entamé le travail de confortement de ses constructions”*, a-t-il proclamé, dans une ultime tentative de tirer la sonnette d'alarme avant qu'il ne soit trop tard. Il a recommandé, par ailleurs, l'arrêt des travaux dans la nouvelle ville de **Sidi-Abdallah, exposée à un grand aléa sismique**, comme de limiter la construction sur les hauteurs d'Alger, notamment sur l'axe Bougara. *“À Aïn Allah, Bab-Ezzouar, Val d'Hydra et Bougara, il y a un sérieux problème de glissement de terrain”*, a-t-il prévenu. En invitant le Pr Chelghoum à parler des risques majeurs, la présidence du Conseil de la nation ne s'attendait certainement pas à une intervention aussi alarmiste.

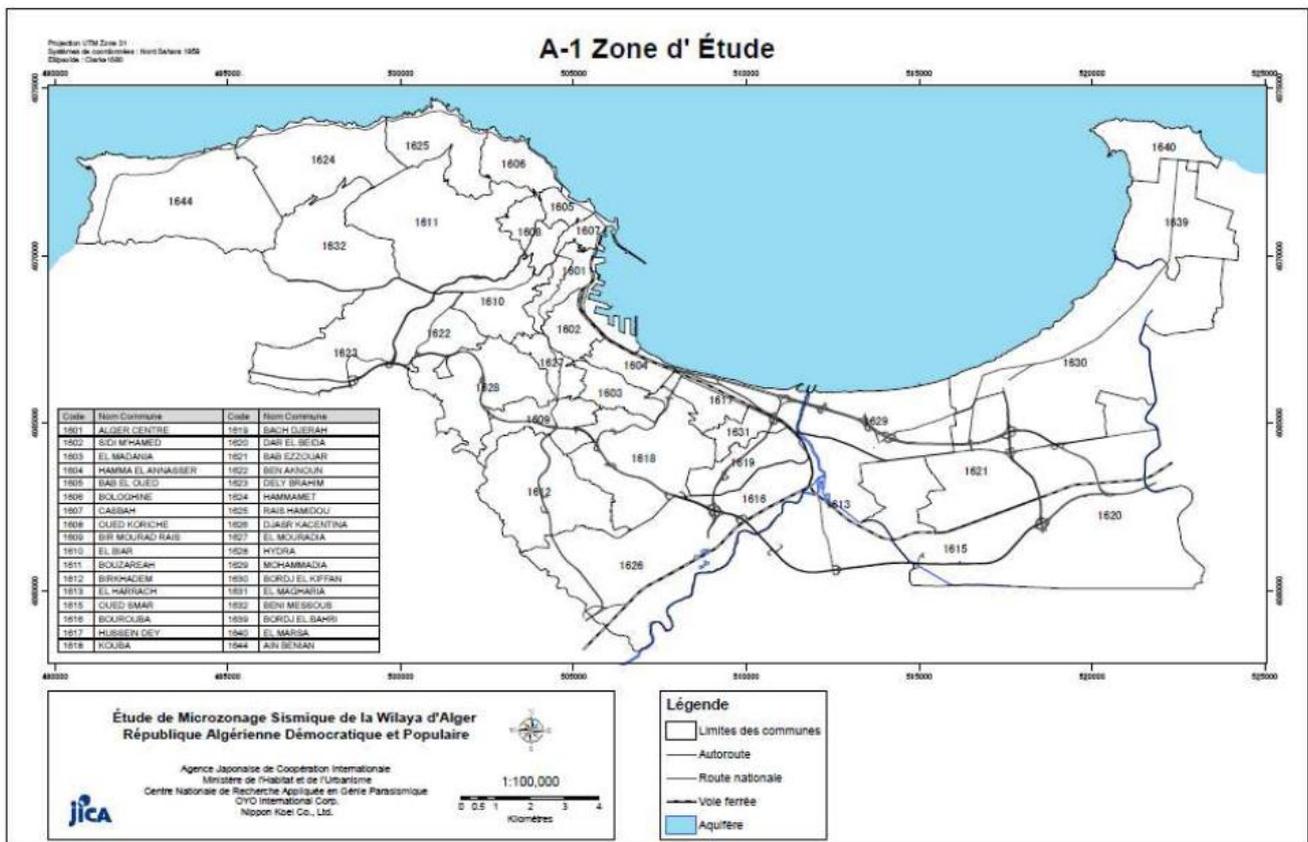
## **2.2. Cartes de délimitation des zones à risques :**

Les éléments considérés dans la réalisation des cartes d'aléa et du risque sismique, présentés plus tard, proviennent de deux sources distinctes et avec des niveaux d'informations différentes. D'un côté, il y a les études de microzonage sismique du Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique (CGS), et, d'un autre côté, il y a l'étude de microzonage du JICA (2006)-présentée

précédemment-. Les études de microzonage sismique du CGS (2007-2009) couvrent toute la Wilaya d'Alger, divisée en trois zones.<sup>23</sup>

D'autre part, l'étude du JICA (2006) se concentre seulement sur une partie de la Wilaya d'Alger, c'est-à-dire 34 communes pour être plus précis, comme le montre la carte 51. Cette étude présente une évaluation de la vulnérabilité urbaine au risque sismique, basée sur un nombre limité de critères, qui ont été choisis pour mesurer la vulnérabilité et l'exposition des éléments sujets au risque. L'évaluation doit être considérée comme statique parce qu'aucun « séisme de scénario » n'est pris en compte, ni la convolution avec l'aléa sismique est faite pour obtenir une réelle mesure du risque sismique associé, dans un sens probabiliste. C'est-à-dire que les résultats montrés sur les cartes, figurant ci-dessus, correspondent à une hypothèse d'égale probabilité d'occurrence de séismes pour toute la Wilaya.

Carte 51 : Communes de la Wilaya d'Alger incluses dans l'étude du JICA (2006)



Source : PDAU d'Alger ; stratégie et plans de prévention contre les risques naturels et technologiques

La vulnérabilité au risque sismique des zones urbaines de 34 communes a été évaluée par l'équipe d'étude du JICA (2006) d'après les critères suivants : (A) Densité de population ; (B) Âge de bâtiment ; (C) Valeur économique ; (D) Potentiel de mouvement de la surface de sol ; (E) Risque de rupture de terrains en pente ; (F) Facilité d'évacuation et de secours en cas d'urgence. Les trois premiers critères

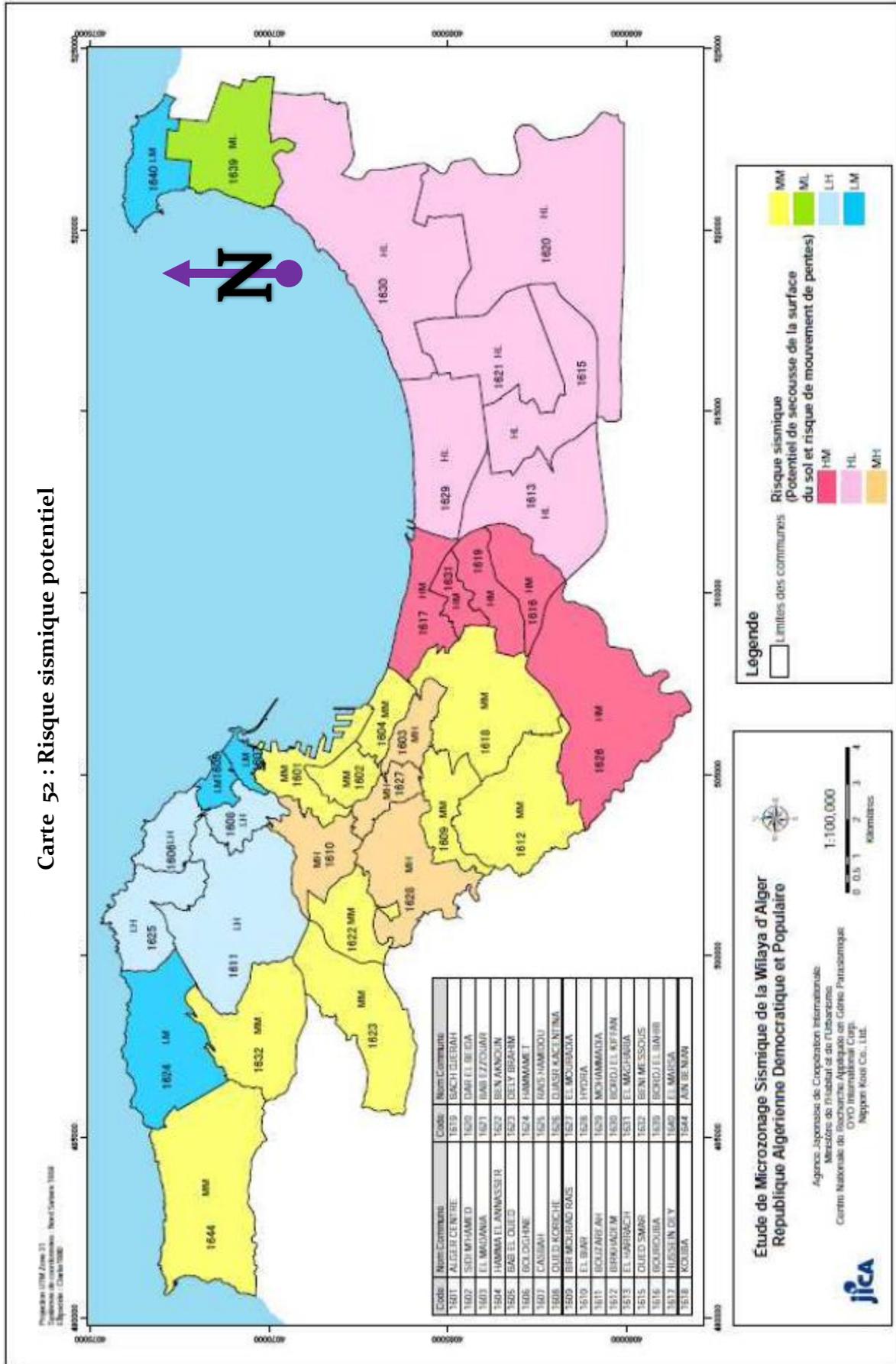
représentent les éléments vulnérables, les deux suivants représentent le risque sismique potentiel et le dernier peut être associé à la situation d'émergence après le séisme. Les données disponibles ont été revues et évaluées dans l'étude du JICA (2006), en tenant compte des éléments mentionnés. Ceci a permis à de fixer les critères pour la détermination de la vulnérabilité au risque sismique des zones urbaines.

Chacun de ces critères a été apprécié par commune et classé en fonction de cinq points d'appréciation des données calculées.

L'interprétation de résultats fournis par l'équipe d'étude du JICA (2006) est la suivante :

- 1) **Risque élevé** : EM/EF – Il y a 11 communes classées dans la catégorie de risque sismique élevé (EM ou EF). Ces 11 communes sont caractérisées par le potentiel de mouvement de la surface de sol de niveau élevé et le risque de rupture de terrains en pente. *Hussein Dey, El Magarhia, Bach Djarah, Bourouba et Gué de Constantine* ont été évaluées à EM. *Bordj el Kiffan, Dar El Beida, Oued Smar, El Harrach, Bordj el Bahri et Mohammadia* sont à EF.
- 2) **Risque modéré** : ME/MM/MF – Il y a 15 communes évaluées à risque sismique modéré (ME, MM ou MF) dans la zone d'étude. Ces 15 communes ont le potentiel de mouvement de la surface de sol modéré. Parmi ces 15 communes, *El Biar, Hydra, El Mouradia et El Madania* ont le risque de rupture de terrains en pente relativement élevé par rapport aux autres communes. Celles-ci sont *Alger Centre, Sidi M'hamed, Belouizdad, Kouba, Birkhadem, Bir Mourad Rais, Ben Aknoun, Dely Brahim, Beni Messous, Ain Benian et Bordj el Bahri* qui ont d'ailleurs le potentiel de rupture de terrains en pente modéré.
- 3) **Risque faible** : FM/FE – Il y a huit communes évaluées à risque faible (FM ou FE). Parmi ces communes, *Rais Hamidou, Bologhine, Bouzareah et Oued Koriche* ont un risque de rupture de terrains en pente relativement élevé. *Hammamet, Bab El Oued et El Marsa* suivent ces quatre communes.

En ce qui concerne le risque sismique potentiel, on peut associer aux communes, soit dans la région *collinaire du Sahel*, soit dans les zones adjacentes, un risque de rupture de terrains en pente relativement élevé, alors que celles sur *la plaine de la Mitidja* présentent le potentiel de mouvement de la surface de sol relativement élevé dans la zone d'étude.



Source : PDAU ; STRATÉGIE ET PLANS DE PRÉVENTION CONTRE LES RISQUES NATURELS ET TECHNOLOGIQUES

### 2.2.1. Carte de l'aléa :

La région de l'Algérie du Nord, et particulièrement la Wilaya d'Alger, située sur le bord sud de la mer Méditerranée, est une zone tectoniquement complexe, logée à proximité de l'interface entre la plaque eurasiatique au nord et la plaque africaine au sud. Cette interface est une zone sismiquement active qui relie les îles des Açores à la Sicile à travers le Nord du Maghreb. Dans sa partie centrale, où la frontière Afrique-Eurasie accommode deux lithosphères continentales convergentes, le mouvement relatif des plaques n'est pas absorbé sur un accident unique, mais distribué sur une large ceinture de déformations, incluant l'accident tellien (BRGM2006, JICA, 2006)<sup>24</sup>. L'aléa sismique de la Wilaya d'Alger est naturellement influencé par cet environnement tectonique. Cependant, afin de définir une carte d'aléa sismique dans le contexte de cette étude, d'autres facteurs doivent être pris en considération comme, par exemple, les effets locaux associés au sol de fondation. Ces effets sont très importants pour détailler l'aléa au niveau de la ville d'Alger, mais pour l'obtenir il faut avoir des études de microzonage sismique.

Parmi la bibliographie mise à disposition, trois sources d'information, avec différents niveaux de détail, ont été utilisées pour définir la carte d'aléa sismique de la Wilaya d'Alger. La première, *les Règles Parasismiques Algériennes, RPA* (2003), qui attribue une sismicité uniforme à toute cette région, la plus élevée en Algérie, mais où l'on note un manque d'information sur les effets locaux. Les autres deux sources d'information sont les études de microzonage sismique du *JICA* (2006) et du *CGS* (2007-2009). L'étude de la *JICA* (2006) couvre seulement 34 des 57 communes de la Wilaya d'Alger, mais elle prend en considération les effets du sol de fondation. Pour ces communes, une échelle de sept niveaux d'aléa, allant de faible à élevé, a été créé. Au contraire, les études de microzonage sismique du *CGS* (2007-2009) couvrent toute la Wilaya d'Alger, mais elles sont actuellement en cours. Les 23 communes restantes sont classées seulement en fonction de deux niveaux d'aléa, modéré et élevé.



### **2.2.2. Carte des enjeux :**

L'évaluation de la vulnérabilité de la ville d'Alger passe par une évaluation des enjeux menacés en cas de catastrophe sismique.

La ville d'Alger, première ville du pays, concentre les principaux centres de commandement du pays, les principales infrastructures économiques, politiques, sanitaires, éducatifs, sportifs ... Voir la densité de population la plus élevée. En somme Un séisme de forte magnitude décapiterait les principaux centres de décision et laisserait l'Algérie sans pouvoir et sans commandement car, la majorité des établissements seront dévastés par la catastrophe.

C'est dans ce contexte que la prise en charge de la mitigation du risque sismique pour Alger est l'action qui conduit à réduire l'intensité de l'aléa qui à son tour ne peut être atténué qu'avec la réduction des enjeux exposés à cet aléa.

Cependant, les principaux enjeux sont recensés comme suit :

#### **2.2.2.1. La population comme enjeu principal :**

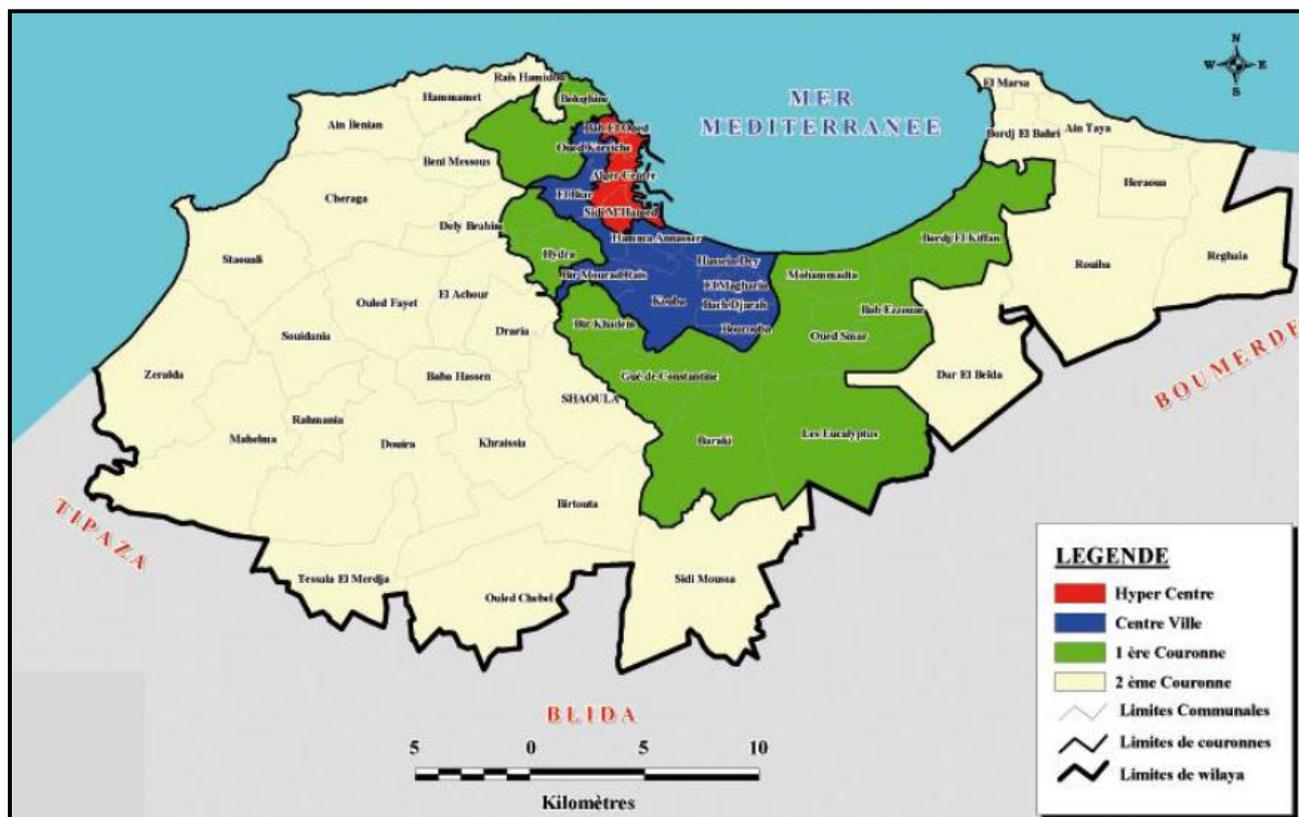
La population est à considérer comme le premier enjeu à prendre en charge en cas de catastrophe sismique. Cet enjeu demeure le premier à subir les conséquences des secousses sismiques.

La population d'Alger n'a pas cessé de s'accroître depuis l'indépendance du pays. Après avoir connu un essor spectaculaire durant les premières décennies qui ont suivi l'indépendance, son taux de croissance a régressé pour les deux dernières décennies).

A nos jours, cette dernière a atteint le seuil de 3 millions d'habitants répartis dans les zones figurants sur la carte 62.

Note : Tout le processus de la croissance de la population d'Alger ainsi que les différentes mutations qu'il a engendré, sont détaillés dans la deuxième partie du chapitre II ; les enjeux démographiques.

Carte 54 : Découpage Zonal d'Alger



<span style="color: red;">■</span>	Hyper centre : 235 047 habitants, 33 695 hab/km <sup>2</sup>
<span style="color: blue;">■</span>	Centre-ville : 572 179 habitants ; 15 924 hab/km <sup>2</sup>
<span style="color: green;">■</span>	Première couronne : 1 004 764 habitants ; 7 235 hab/km <sup>2</sup>
<span style="color: yellow;">■</span>	Deuxième couronne : 1 135 456 habitants ; 2 587 hab/km <sup>2</sup>

**Population en 2008 :**

2 974 446 habitants

Source : M.SAFAR ZITOUN A. TABTI-TALAMALI (2009) la mobilité urbaine dans l'agglomération d'Alger : évolutions et perspectives

**2.2.2.2. Infrastructures : portuaires , aéroportuaires et routières***a. Infrastructures portuaires :*

Les ports de la wilaya d'Alger :

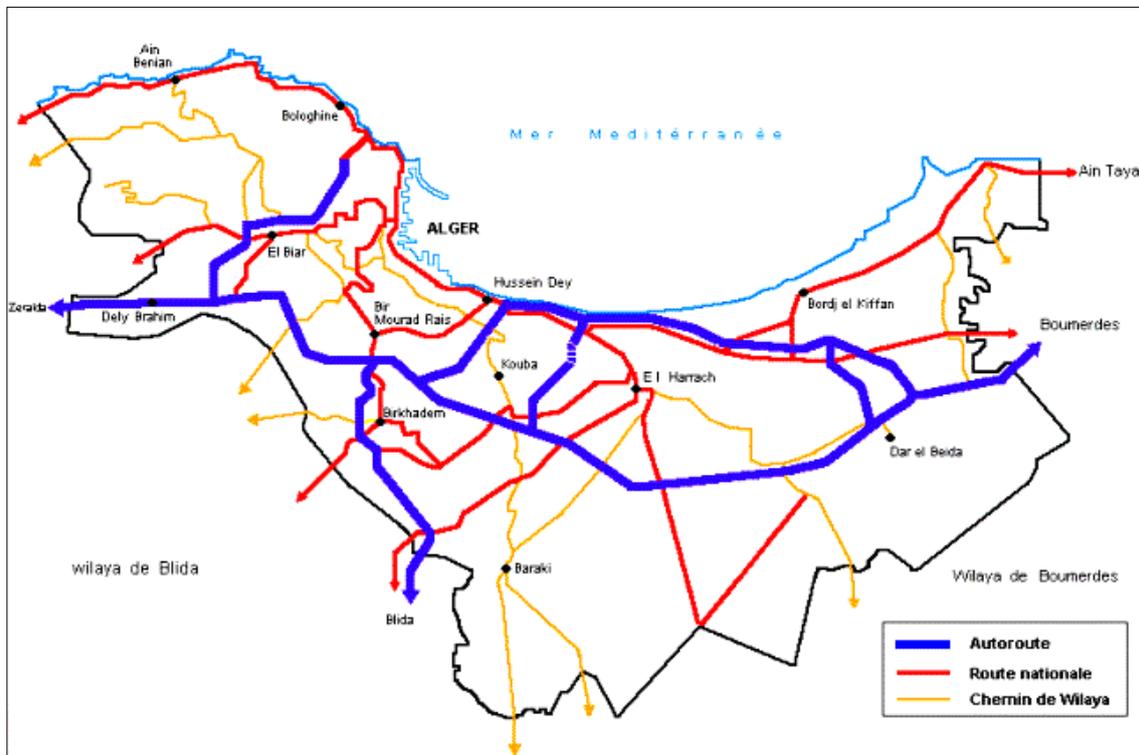
- port d'Alger (mixte)
- port d'el Djamila (pêche et plaisance)
- port de sidi Fredj (de plaisance)
- port de tamentfoust
- port de palm Beach (de plaisance)
- abri de pêche de rais hamidou

b. Infrastructures aéroportuaires

L'aéroport d'Alger est situé à 20 km. Inauguré le 5 juillet 2006, la nouvelle aéro-gare internationale. Ses Infrastructures très modernes peuvent mieux Gérer le flux des trafics internationaux.

c. Infrastructures routières :

Carte 55 : Infrastructure routière à Alger



Voies expresses (kms)		171
Routes nationales (kms)		293
Chemins de wilaya (kms)		354
Chemins communaux (kms)		1.200
Ouvrages d'arts		232

Source :Alger , capitale privilégiée pour l'investissement

d. Infrastructures ferroviaire :

Tableau 28 : Infrastructures ferroviaires à Alger

Lignes desservies	02
Longueur du réseau	57
Nombre de voitures	201
Capacité offerte par jour	241.200
Gares et haltes ferroviaires	29

Source : DPAT d'Alger, recensé en 2008

2.2.2.3. **Les Infrastructures de Formation :**

a. Les infrastructures éducatives :

Tableau 29 : Infrastructures éducatives

Niveau	Nbre établissement	NBr de classes	Nbre d'élève	Nbr d'enseignant	Nbre d'élève /classe
Primaire	846	10.622	315.987	11.478	30.1
Moyen	261	4.971	175.630	10.414	35.3
Secondaire	113	2.918	90.424	5.967	30.9

Source : DPAT d'Alger, recensé en 2008

b. Enseignement Supérieur :

Alger constitue un espace intelligent intégrant des services, 2 grands Centres Universitaires, 8 grandes écoles et 14 instituts. C'est un véritable vivier pour les entreprises : plus de 120 000 étudiants y poursuivent leurs études.

2.2.2.4. **Les infrastructures sanitaires :**

Tableau 30 : Infrastructures sanitaires

Centre hospitalo-universitaire	04
Secteurs sanitaires	10
Etablissements hospitaliers spécialisés	13
Nombre de lits	7.554
Cliniques	38
Nombres de lits	740
cabinets médecins spécialistes	1.054
Cabinets médecins généralistes	771
Officines pharmaceutiques	817
Laboratoires d'analyses médicales	90
Cliniques ambulatoires	13
Cliniques médicochirurgicales	26
Maternités privées	08
Etablissements de distributions des produits pharmaceutiques	202
Psychologues	33

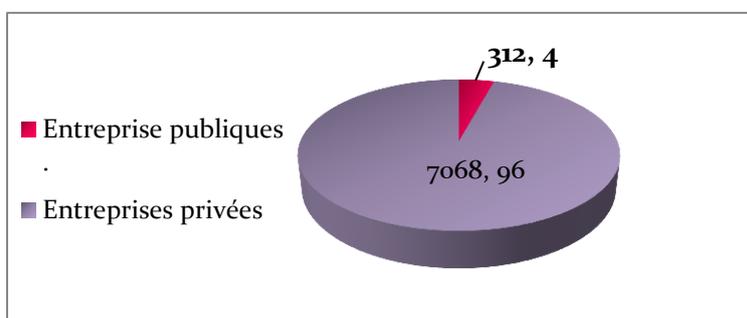
Source : DPAT d'Alger, recensé en 2008

2.2.2.5. **Les infrastructures industrielles :**

Les industries du gaz d'énergies électriques , de produits pharmaceutiques, d'engrais, de pesticides, de plastiques, de produits chimiques (chlore, soude, hydrogène, hypochlorite de sodium et de l'acide chlorhydrique) et de mécanique sont relativement **très développées** à Alger et présentent toutes des **risques de fuites accidentelles de produits dangereux**.

Celles-ci se trouvent dans **les agglomérations à forte densité de population** (Bab Ezzouar, Bab-el Ouad , Bab-Ali , Hamma, Husein Dey et à El-harrach). Aucune installation n'a fait l'objet d'études d'impact sur l'environnement, dans la mesure où la plus grande part de la croissance industrielle s'est développée autour des années soixante et soixante-dix et la réglementation en la matière faisait défaut.

**Graphe 21: Secteur industriel à Alger**

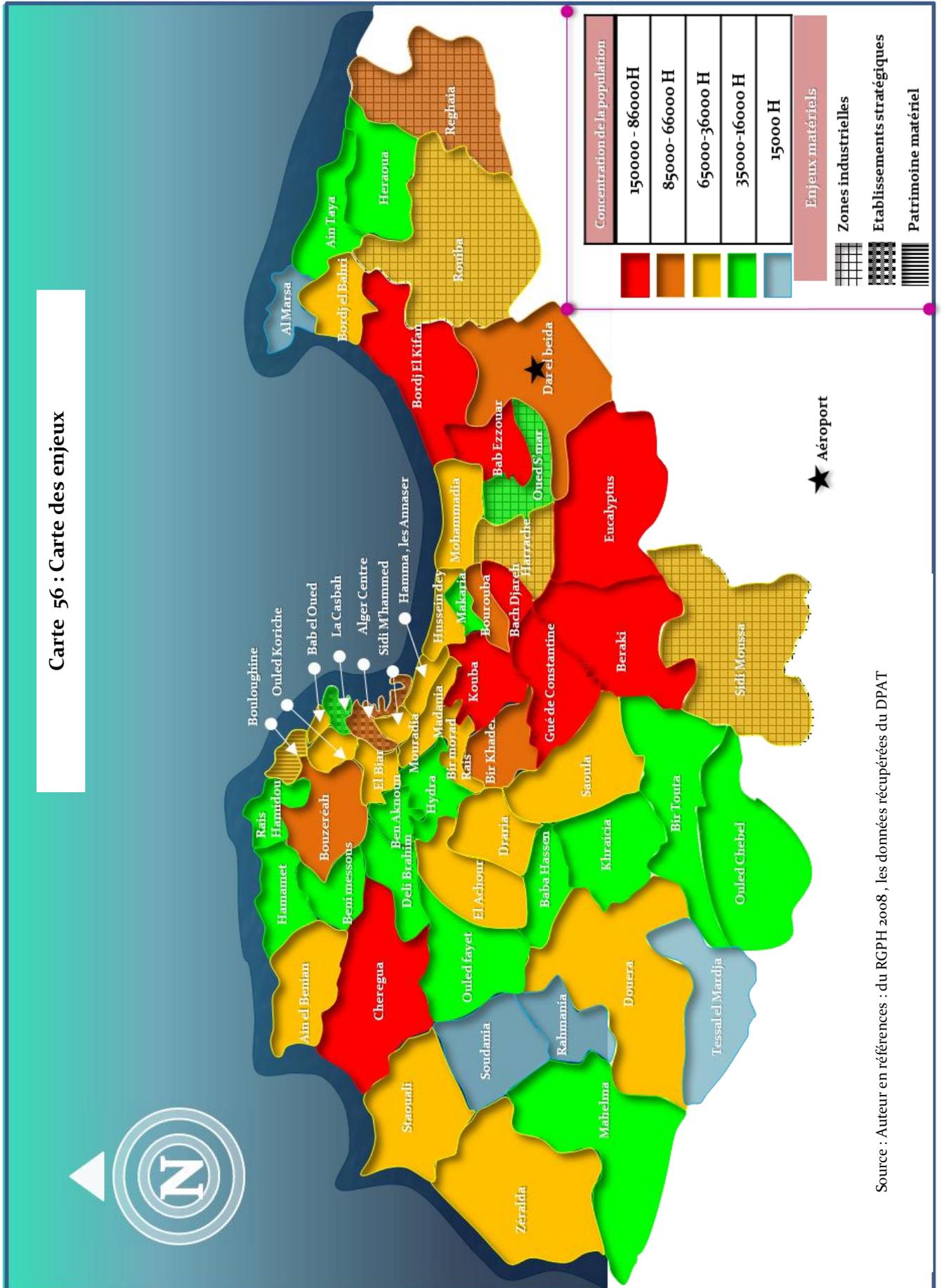


Source : DPAT d'Alger, recensé en 2008

**Tableau 31 : Infrastructures Industrielles**

Zones industrielles		Ha
Oued S'mar		78
El harrach		78
Sidi Moussa		57
Rouiba/Reghaia		900
Baba Ali		12
Zones d'activités		Ha
• Centre de la wilaya		
Dar el Beida	17	
Hydra( haut site )	2.7	
Dergana	8	
Baraki (Dopotoir)	4	
Baraki	4.4	
Hamadine (Eucalyptus)	3.6	
Kourifa	3.6	
Bab Ezzouar (Kaidi)	8	
Dely Brahim	6.6	
Mohammadia ouest	3.4	
Ain naadja	2.5	
• Ouest de la wilaya		
Zéralda		35
Souidania		3.7
Douera		8.4
Cheraga		6
Kharaïci		19.6
El Achour		11
Baba Hacene		12
Saoula		12
Ain el Benian		11
Staouali		2
• Est de la wilaya		
Reghaia ( Al Kerrouche)	3.7	
Ain taya	2	
Bordj el Bahri	4	

Source : DPAT d'Alger, recensé en 2008



### 2.2.3. Carte du risque sismique « carte du microzonage » :

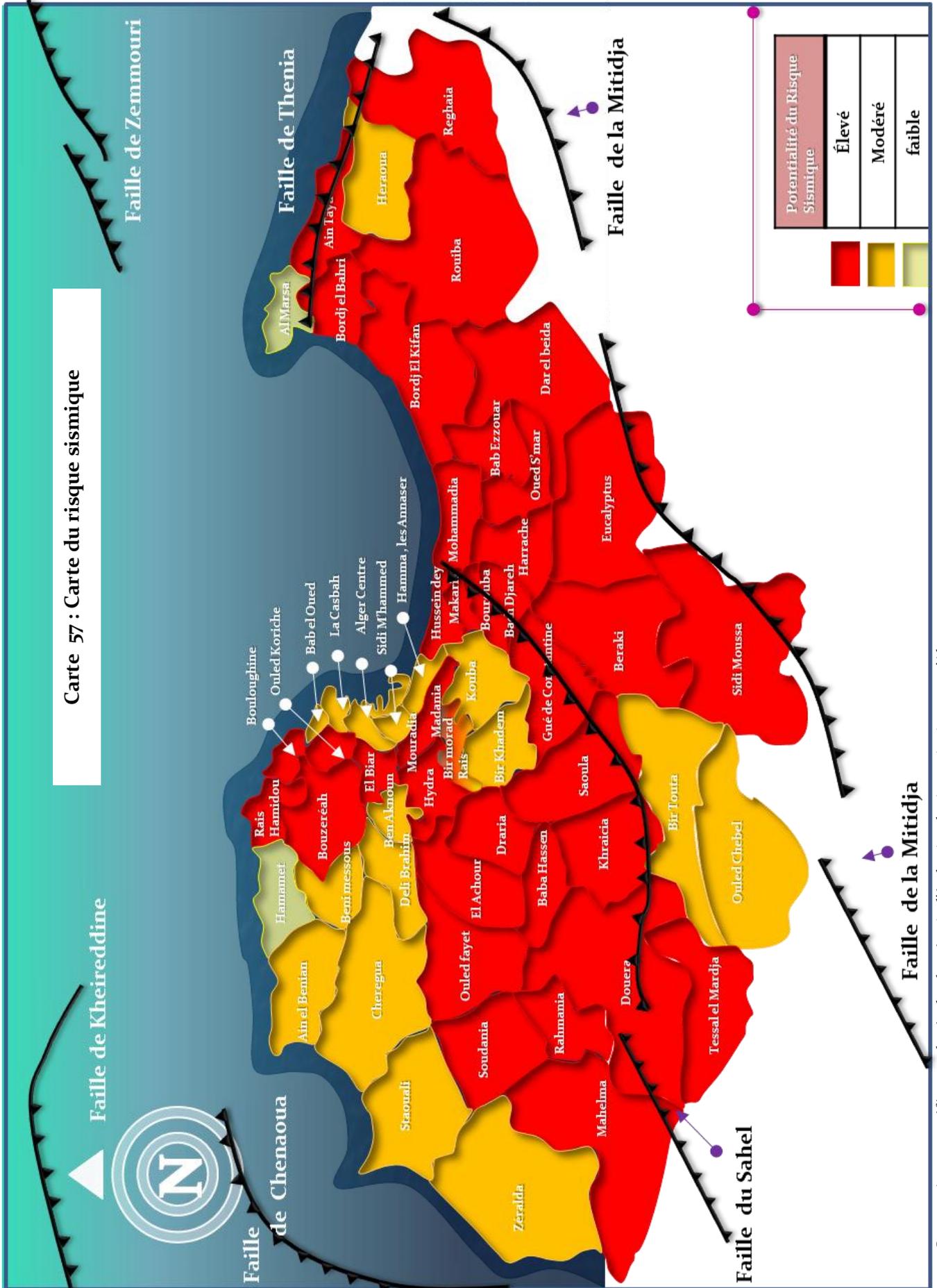
Pour la carte du risque sismique, la vulnérabilité sismique est considérée comme étant uniforme partout dans la Wilaya d'Alger, ce qui signifie que le risque sismique devient directement proportionnel à l'aléa et à l'exposition. Cette hypothèse est raisonnable parce qu'on parle d'un plan d'aménagement : l'exposition résulte directement des options territoriales mais, la vulnérabilité doit elle-même être contrôlée à travers des mesures spécifiques. En fait, et dans le cas particulier des ouvrages de génie civile, la vulnérabilité sismique des nouveaux bâtiments est contrôlée par simple application des règlements parasismiques algériens, RPA (2003), dans leur conception structurelle ; en revanche, les bâtiments existants, avec différents niveaux de vulnérabilité sismique, doivent être soumis à des travaux de renforcement spécifiques pour réduire leur vulnérabilité sismique.

Seulement trois niveaux ont été considérés dans la carte de risque sismique faible, modéré et élevé, représentés par les couleurs jaune, orange et rouge. La carte suivante montre la répartition de ces niveaux entre les communes de la Wilaya d'Alger : 34 communes à niveau élevé, 21 communes à niveau modéré, et, seulement, 2 communes à niveau faible. On peut dire que les communes où le risque sismique est élevé sont clairement dominantes et que, par conséquent, les options d'aménagement auront une influence limitée au niveau du risque sismique global. Cette carte devra aussi être revue après la conclusion des études de microzonage sismique du CGS qui sont en cours.

Un séisme génère une chaîne d'événements naturels, souvent catastrophiques et difficiles à prédire, les plus importants effets géologiques des séismes sont :

- Rupture de faille en surface
- Vibration du sol (niveau d'accélération du mouvement et amplification)
- Effondrement des sols (tassement, liquéfaction, glissements)
- Inondation pénétrées pour les effets induits par les séismes.

Ces effets ont longtemps été ignorés par les ingénieurs et les aménageurs. Il aura fallu plusieurs dizaines d'années au prix de nombreuses victimes pour les prendre en charges.



Source : Auteur en références des études de scénario d'évaluation du risque sismique pour Alger

A l'heure actuelle le risque sismique ne peut plus être abordé dans une logique mono sectorielle. Au contraire, il est indispensable de prendre leur éventuelle interaction, car des imbrications entre aléas sont toujours prévisible non seulement que les séismes engendrent des glissements de terrains, des liquéfactions des sols et des coulées de boues. Les séismes, en raison de leurs effets destructeurs sur les structures et les équipements, aggravent la pollution hydrique des cours d'eau, des nappes phréatiques et du sol, en frappant des unités industrielles qui utilisent des produits chimiques dans le cadre de leur activité, nuisant à l'environnement, comme les pipe-lines et les raffineries pétrolières, les industries alimentaires et pharmaceutiques sans pour autant oublier les stations d'épuration des eaux usées. C'est la raison pour laquelle une prise en charges des différents aléas naturels ou technologiques doit être menée afin de protéger nos biens et nos sociétés.

- Pour les Glissements de terrain et liquéfaction des sols :

Les sites prioritaires identifiés ont été les suivants :

- La ville nouvelle de Sidi Abdellah, où ont été répertoriés trois glissements de terrain peu graves en 2000 et 2002 et deux glissements de terrain significatifs en 2005 ;
- La zone des Grands Vents, qui n'a pas subi de glissements de terrain importants mais qui représente un risque potentiel à tenir en compte ;
- La commune d'Hamma El Annasser, où il n'y a pas mention de glissements de terrain dans la partie Nord de la commune, alors que dans la partie Sud, un glissement important, en 1999, a entraîné la mort d'une personne et causé l'effondrement de plusieurs bâtiments ;
- Le centre-ville d'Alger, où les deux communes d'Alger Centre et de Sidi M'Hamed sont très touchées par les mouvements de terrain. Pour la commune d'Alger Centre, il faut signaler le glissement de Télémy, et pour la commune de Sidi M'Hamed, les glissements dans la zone qui comprend les rues Rabeh Midat et Ibn El Khalib et la forêt de Bobillot ;
- Le glissement de terrain de Beni Messous : cette commune a été considérée, en vertu des conséquences de ce glissement sur la commune de Cheraga.

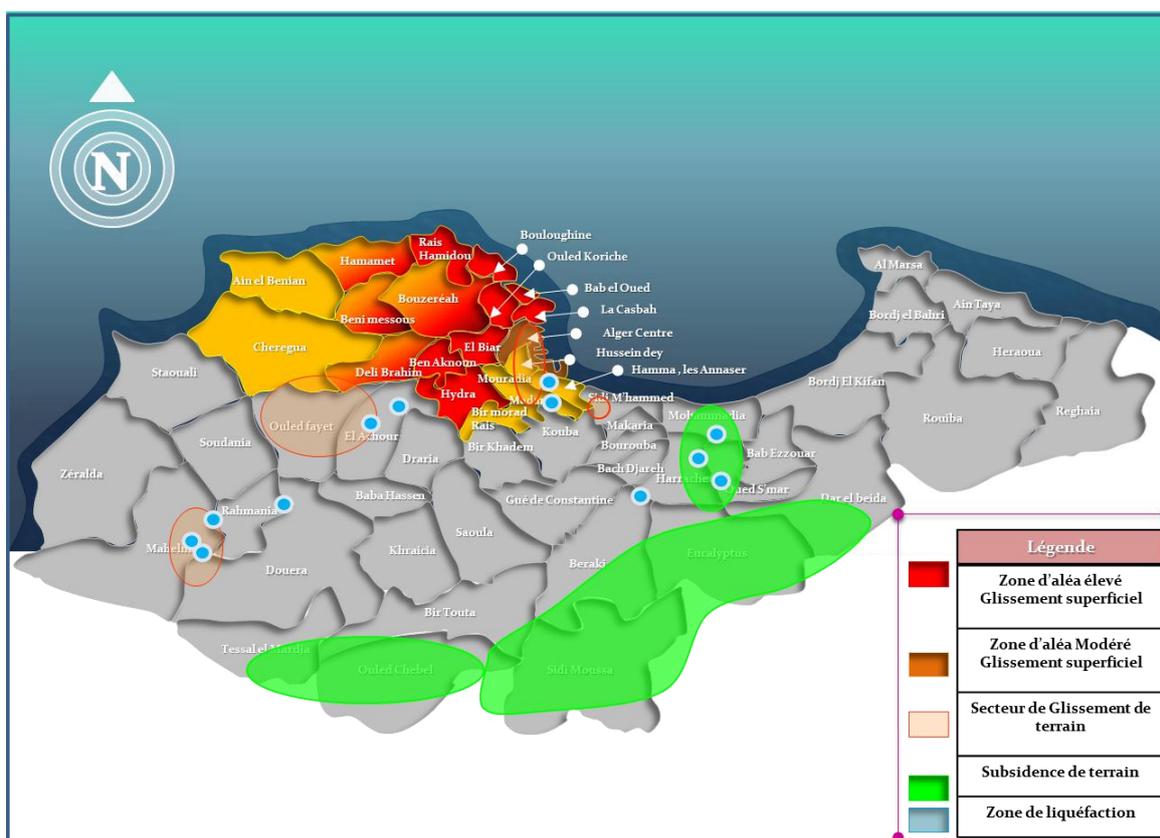
En dehors des risques de glissements de terrain, les aléas suivants ont été signalés dans le Diagnostic Prospectif : potentiel de liquéfaction du sol, subsidence du terrain et ascendance du terrain.

L'aléa potentiel de liquéfaction du sol a été présenté par l'étude de JICA (2006), qui a pris en considération différents scénarios sismiques démontrés précédemment. Par exemple, dans le cadre

des scénarios sismiques du Sahel, de Blida et de Khair Eddin, la limite entre el Harrach et Bourouba, le long de l'oued El Harrach, présente un potentiel sismique élevé.

Les zones de subsidence et d'ascendance dans la Wilaya d'Alger ont été inventoriées par l'étude menée par le BURGEAP (2005 et 2006). Les zones de subsidence s'observent au niveau de la plaine de la Mitidja, concernant en particulier les communes des Eucalyptus, Baraki, Birtouta, Ouled Chebel et Sidi Moussa, et dans la partie en aval de l'oued El Harrach. Dans la première zone, le phénomène de subsidence est non négligeable, pouvant atteindre une vitesse supérieure à 5 mm/an. Les zones d'ascendance, où la vitesse est supérieure à 3 mm/an<sup>25</sup>, se situent à l'ouest, sur la commune de Zéralda et sur le Telemly, à cheval sur la commune d'El Biar et d'Alger Centre.

Carte 58 : Risque mouvement de terrains et liquéfaction des sols.



Source : Auteur en référence des données de l'étude du BRGM (2006)

- Pour le Risque Industriel :

Un prélèvement récent de la Direction de l'Environnement de la Wilaya d'Alger sur les unités industrielles a relevé (Tebani, 2008b) que :

- Sur les 57 communes de la wilaya, 16 communes, dont 7 communes côtières, sont exposées aux risques industriels réparties dans le tableau qui suit :

Tableau 32 : recensement industriel dans la wilaya d'Alger

COMMUNES	TYPE D'ACTIVITE
<b>Alger Centre</b>	Dépôt d'hydrocarbure, silos, centrale électrique
<b>Bab Ezzouar</b>	Centrale électrique
<b>Bach Djrah</b>	Pneumatique
<b>Baraki</b>	Pesticide, pétrochimique
<b>Belouizdad</b>	Centrale électrique, produits chimiques
<b>Birtouta</b>	Synthèse du chlore, dépôt hydrocarbure, silos
<b>Bordj el Kifan</b>	Silos
<b>Chéraga</b>	Peinture
<b>Dar El Beida</b>	Dépôt d'hydrocarbure, silos
<b>El Harrach</b>	Dépôt d'hydrocarbure
<b>Hussein Dey</b>	Dépôt d'hydrocarbure et alcool, insecticides
<b>Kouba</b>	Kouba Silos
<b>Oued Smar</b>	Peinture, insecticide, cosmétique
<b>Rais Hamidou</b>	Silos
<b>Rouiba-Réghaia</b>	Silos, cosmétique, gaz industriel, produits chimiques
<b>Zéralda</b>	Peinture, silos

Source : Tebani (2008 B)

- Parmi les 12 établissements classés ayant signé les contrats de performance, trois sont classés à risque (ENAP de **Chéraga** et **Oued Smar**, Cimenterie de **Rais Hamidou**).
- Sur les 39 établissements à risque :
  - 10 ont réalisés l'audit environnemental et l'étude de danger ;
  - 25 sont en cours d'élaboration d'audit et d'étude de danger ;
  - quatre ont réalisées des études d'impact.

La carte du risque technologique présentée ci-dessous détermine :

#### Zones à risque élevé :

Il s'agit, en général, des noyaux très proches et autour des quatre stations de dessalement, des silos de stockage de céréales (port d'**Alger** et **Bordj el Kiffan**), du grand périmètre de stockage de grandes quantités d'hydrocarbures et de gaz à **Hussein-Dey** et du Centre de Recherche Scientifique de **Draria** (par précaution).

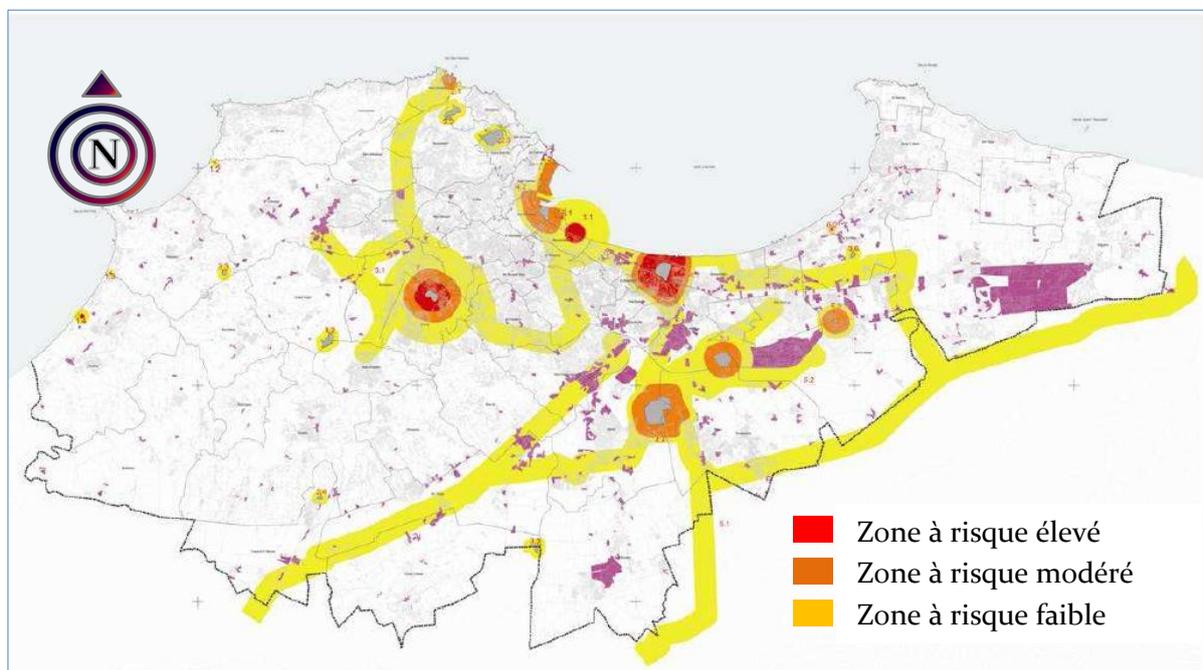
#### Zones à risque modéré :

Il s'agit de celles associées aux zones à risque élevée précédente, auxquelles s'ajoutent la cimenterie de **Rais Hamidou**, le CET d'**Oued Smar**, la raffinerie et les parcs de stockage d'hydrocarbures, de gaz et d'essence (port d'**Alger**, **Baraki** et **Dar el Beida**).

Zones à risque faible :

De façon similaire, celles-ci se situent dans l'enveloppe extérieure des zones précédentes, s'ajoutant à cela toute l'extension du réseau de pipe-lines de transport d'hydrocarbure et du gaz, depuis l'origine jusqu'à des raffineries et/ou au stockage et/ou à la distribution dans la Wilaya.

Carte 59 : Risque industriel dans la wilaya d'Alger



Source : Stratégie et plan de prévention contre les risques naturels et technologiques, PDAU d'Alger en cours de révision

## **Conclusion :**

Le présent chapitre a montré la grande vulnérabilité de la ville d'Alger face au risque sismique ; L'ancien site urbain qui contient les quartiers de : Hussein-Dey, Belouzdad, Premier Mai, Alger-Centre, Bab-El-Oued, etc., qui sont les plus peuplés, sont les plus vulnérables du fait du vieux tissu urbain (constitués des bâtiments en maçonnerie datant pour la plupart du début du 20<sup>e</sup> siècle), de l'étroitesse des rues, de la vétusté des réseaux d'AEP, GAZ, etc., l'accès à ces quartiers sera très difficile en cas de catastrophe.

Les résultats obtenus dans le cadre de cette étude font l'objet d'incertitude et d'imprévisions provenant du peu de données portant sur le cadre bâti de la ville et la grandeur d'échelle de l'air d'Alger .Cependant, une étude complémentaire de l'évaluation de la vulnérabilité physique de toutes les communes de la wilaya d'Alger enrichira le travail et permettra d'améliorer la précision de la vulnérabilité globale de la capitale algérienne.

Ces résultats doivent être pris en compte dans la prévision du développement économique et social de la ville d'Alger et ses environs. Ils constituent un moyen fondamental qui devrait guider les services concernés à tous les niveaux de l'administration par l'élaboration de stratégie de développement, en zones menacées, par un aménagement du territoire et urbain approprié, une planification de l'occupation de sol, une application stricte d'un code de construction adéquat, une réhabilitation appropriée du bâti existant et une politique des mesures de prévention et de réduction des effets néfastes de ces phénomènes, ainsi que pour la préparation de la réponse.

Il est recommandé que dans le cadre du projet séisme éventuellement prolongé et entendu ,des actions de coopération interdisciplinaire concrètes soient initiées à l'effet d'utiliser les résultats connus de la recherche et l'expérience des uns et des autres dans les domaines de vulnérabilités , de l'évaluation des risques , des pertes induits , le microzanage afin de les intégrer dans les politiques de gestions du risque au niveau de chaque commune . Des actions continues de formations et de perfectionnement sont également à encourager fortement avec la création des institutions spécialisées.

## Références

- <sup>1</sup> **Collection de l'équipe d'accueil GESTER (2005)** : La vulnérabilité des sociétés et des territoires face aux menaces naturelles ; Sous la direction de **Frédéric LEONE & Freddy VINET** (Université Paul-Valéry — Montpellier III), Collection « Géorisques » no 1
- <sup>2</sup> **ASCHAN-LEYGONIE. C** (1998) : La résilience d'un système spatial : L'exemple du Comtat : Une étude comparée de deux périodes de crise au XIXe et au XXe siècles. Paris : Université Paris I – Panthéon Sorbonne, 1998. 405 p. (Th. Doctorat : Géographie : Paris I )
- <sup>3</sup> **Collection de l'équipe d'accueil GESTER (2005)** : Op.Cit.
- <sup>4</sup> **DAUPHINÉ.A** (2003) : Risques et catastrophes. Observer, spatialiser, comprendre, gérer. Paris, Armand Colin (Coll. «U – Géographie»), 288 p.
- <sup>5</sup> **BALANDIER.P** (2004) : Urbanisme et aménagement : objectif et problématique. Cahier : 03 , collection : conception parasismique, p : 09
- <sup>6</sup> **JOYNER, W.B AND BOORE, D.W(1981)**: Peak horizontal acceleration and velocity from strong motion records including records from the 1979 Imperial Valley, California, earthquake, Bull. Seism. Soc. Am. 71, 2011-2038.
- <sup>7</sup> **AMBRASEYS. N.N et BOMMER.J,** (1991): The attenuation of ground acceleration in Europe, Earth.Eng.Struct.Dyn. 20, 1179-1202. 1991.
- <sup>8</sup> **AMBRASEYS.N.N,** (1995): The prediction of earthquake peak ground acceleration in Europe, Eart. Eng. Struct. Dyn. 24, 467-490.
- <sup>9</sup> **JANCEVSKI.J, BOUDIAF.A, BOUHADAD.Y, EL-FOULD ET RABET.M** (1993) : Determination des caractéristiques néotectoniques et sismotectoniques de la région d'Alger par la méthodologie d'analyse morphostructurale. Acte du 5<sup>e</sup> Séminaire Maghrébin du Génie Parasismique, Alger 15, 16 et 17 Février 1993. Vol 2 143-155
- <sup>10</sup> RGPH 2008 ; volet parc de logements.
- <sup>11</sup> Révision du PDAU d'Alger .
- <sup>12</sup><http://dzairinfos.com/article/effondrement-d-un-hotel-hier-au-square-port-said-a-alger-8-morts-et-22-blesses>.
- Consulter le : 31/12/2011
- <sup>13</sup> <http://www.algerie-dz.com/forums/showthread.php?t=127402>
- <sup>14</sup><http://hdeypyrenees.over-blog.com/article-algerie-vetuste-alarmanche-du-parc-immobilier-65780962.html>
- <sup>15</sup> www.ons.org
- <sup>16</sup> Les tissus urbains, Colloque International, Oran 1-3 décembre 1987.

---

<sup>17</sup> Urbanisme et analyse statistique du bâti de la ville D'Alger : Document récupéré auprès de la direction de la protection civile d'Alger , service des risques majeurs ; Alger , hydra parado. Ce document peut être téléchargé de ce site :

« z »[http://www.4shared.com/get/8U72mnOk/AURAN\\_Algers\\_phase1.html](http://www.4shared.com/get/8U72mnOk/AURAN_Algers_phase1.html)

<sup>18</sup> Voir Chapitre II de la deuxième Partie, les enjeux démographiques

<sup>19</sup> **M.H.A.T.** (2004) : Programme d'Aménagement Côtier (PAC) "Zone côtière algéroise", Maîtrise de l'urbanisation et de l'artificialisation des sols, Rapport: Etude prospective de l'urbanisation – Phase 2

<sup>20</sup> **Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (Décembre 2004)** : Programme d'Aménagement Côtier (PAC) "Zone côtière algéroise", Maîtrise de l'urbanisation et de l'artificialisation des sols, Rapport: Etude prospective de l'urbanisation – Phase 2 –

<sup>21</sup> **Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (Décembre 2004)** : Programme d'Aménagement Côtier (PAC) "Zone côtière algéroise", Maîtrise de l'urbanisation et de l'artificialisation des sols, Rapport: Etude prospective de l'urbanisation – Phase 2 –

<sup>22</sup> Voir première partie, chapitre II, Historique de la sismicité à Alger durant la période Ottomane.

<sup>23</sup> **PDAU d'Alger** ; stratégie et plans de prévention contre les risques naturels et technologiques.

<sup>24</sup> Des études confirmées par le BRGM2006 et JICA, 2006

<sup>25</sup> **BRGM** (2006) :

## **CHAPITRE II : LA MITIGATION DU RISQUE SISMIQUE POUR ALGER**

### **Introduction :**

L'évaluation de la vulnérabilité menée jusque-là pour la capitale Alger, nous révèle qu'un séisme de forte magnitude – une autre expérience du séisme de 1716- sera dévastateur avec des conséquences irréfutables, car ni le pays, ni la population ne sont préparés à ce genre de cataclysme dont le premier facteur intervenant est les constructions non conformes aux normes parasismiques. En déduire que le risque sismique est négligeable serait pourtant une erreur, tant dans la région métropolitaines d'Alger que pour les villes nord du pays.

L'effort de réduction du risque sismique doit être mené sur plusieurs fronts, souvent indépendants : Urbanisme et construction neuve, Réhabilitation parasismique du parc immobilier existant et consolidation des terrains dont la stabilité risque d'être compromise par des mouvements sismiques.

Les acteurs de la prévention du risque sismique, et, en premier lieu, les collectivités territoriales, ont un rôle essentiel à jouer. L'objectif est d'amener les populations à acquérir une culture du risque sismique, ainsi qu'à intégrer, dans leurs décisions, les choix qui permettront une réduction globale de la vulnérabilité de nos sociétés face aux séismes.

La prise en compte de ce risque fait évoluer la réglementation parasismique. Les communes soumises à l'obligation de respecter les normes parasismiques sont désormais plus fois nombreuses. Cependant, la protection réglementaire a ses limites. Cependant il est possible d'aller plus loin en optant pour une architecture et un urbanisme "parasismiques", qui s'inscrivent dans la démarche du développement durable.

Dans ce chapitre nous fournissons un guide de la protection parasismique à l'échelle d'un bâtiment (neuf ou existant), ainsi qu'à l'échelle d'une ville.

La conception parasismique des bâtiments étant très peu enseignée dans les écoles d'architecture, nous souhaitons que le présent chapitre puisse aider à combler cette lacune.

En effet, L'absence de formation des concepteurs de projets à la construction parasismique n'est donc pas défendable. Ils ont pour mission de réaliser pour leurs clients des ouvrages fonctionnels et sûrs. L'architecte peut donc jouer un rôle important dans la protection des bâtiments contre les effets des séismes. Il est de son intérêt d'acquérir cette compétence, de la revendiquer et de la faire valoir.

## **1. Les objectifs et les moyens :**

### **1.1. Le but: une société préparée à l'éventualité d'un séisme :**

En première analyse, la préparation d'une société à l'éventualité d'un séisme majeur est définie comme l'ensemble des actions concourant à la sauvegarde des vies humaines, soit (Balandier .P : 2004)<sup>1</sup> :

- le bon comportement des ouvrages à construire, sous l'action sismique,
- la réduction de la vulnérabilité de certains ouvrages existants sous l'action sismique,
- l'élaboration de plans de secours appropriés au territoire sismique.

Or, les observations réalisées à l'occasion des missions post-sismiques mettent en évidence le rôle pénalisant d'un urbanisme, et en général d'un aménagement territorial, inappropriés. Ainsi on constate, à des degrés plus ou moins élevés, des pertes aggravées sur les biens et les personnes, en raison :

- manque de prise en considération de la réponse sismique d'un site plus ou moins pénalisante au regard de son type d'occupation,
- Les grandes difficultés à mettre en place le plan de secours tel que prévu,
- L'impossibilité de maîtriser de nombreux aspects matériels de la crise de société post-sismique,
- Les délais de retour à l'activité normale après la phase de crise très pénalisants pour l'économie régionale.

L'occurrence de ces pertes induites et dysfonctionnements ne sont pas directement dépendants de la vulnérabilité propre des Eléments à Risque, constructions, équipements, populations et activités, mais également de leur implantation qui peut les rendre inopérants dans le nouveau contexte généré par les destructions diverses touchant le territoire.

Ainsi, les choix inappropriés en matière d'aménagement du territoire et d'urbanisme pour des régions exposées à un risque sismique élevé génèrent systématiquement une aggravation du bilan de la catastrophe qui ne peut être arrêté au seul décompte des victimes.

L'effet de cette aggravation peut être immédiat (augmentation des pertes directes suite au séisme et indirectes pendant la crise post-sismique), ou différé (allongement du délai de sortie de crise et de celui du retour à la vie normale).

La planification urbaine est de la responsabilité des aménageurs, en général non formés à la problématique sismique et qui exercent dans un cadre réglementaire défailant en matière de planification urbaine " parasismique ".

*« Au-delà des règles de constructions parasismiques arbitrées pour des niveaux d'exigences dépendant des enjeux, directs (Ouvrages à Risque Normal) ou indirects (Ouvrages à Risque Spécial), c'est la société entière, au travers de ses acteurs et de ses structures matérielles et immatérielles qui doit être parasismique, c'est à dire préparée à l'éventualité du séisme majeur . » (Balandier .P : 2004)<sup>2</sup>*

Cette préparation doit être envisagée pour tous les EAR de la société: humains, économiques, patrimoniaux... dans leur contexte territorial, l'interaction néfaste de leurs vulnérabilités propres pouvant peser très lourd sur le bilan final d'une catastrophe d'origine sismique.

### **1.2. Les moyens : une politique territoriale prenant la mitigation du risque sismique en compte :**

La culture sismique d'une société, comme toute culture de risque majeur, et la politique de prévention qui en découle, doivent être construites en termes de (Balandier .P : 2004)<sup>3</sup>:

- Recherche scientifique et technologique visant une bonne connaissance du risque (aléa et vulnérabilité des enjeux, réponses aux problèmes).
- Arbitrages politiques et traduction réglementaire des objectifs retenus pour l'aménagement et l'équipement en zone sismique
- Intégration de cette réglementation liée au risque dans tous les documents d'urbanisme
- Formation professionnelle des acteurs
- Information du citoyen sur ses droits et devoirs
- Incitations au dépassement de la stricte réglementation pour faire évoluer le consensus culturel en matière de sécurité.

#### **1.2.1. Politique de recherche scientifique et technologique :**

A l'image des recherches menées pour la réduction de la vulnérabilité propre des ouvrages sous l'action des séismes, et de celles qui émergent en matière de sociologie des catastrophes pour réduire l'impact des comportements irrationnels en situation de crise, des recherches sur la vulnérabilité croisée des éléments à risque aux différentes échelles territoriales doivent être développées.

Des recherches concernant la réduction de la vulnérabilité propre des ouvrages d'art (voies, réseaux, équipements...) nécessaires au bon fonctionnement territorial de la société sont réalisées et nombre d'entre elles ont abouti à l'élaboration de règles de l'art, voire de réglementations.

En ce qui concerne l'approche rationnelle des dysfonctionnements post sismiques à l'échelle urbaine, l'essentiel du travail de recherche reste à faire.

**Ainsi, dans un pays comme l'Algérie, on peut constater que le volet de la recherche visant la mitigation du risque sismique à l'échelle territoriale par prise en considération de la vulnérabilité croisée des divers éléments à risque est négligé. En effet, ce thème de recherche n'émerge pas lors des conférences nationales ou internationales. Il conviendrait d'inciter à son développement, notamment au sein des universités et écoles d'architecture et d'urbanisme.**

**Comme dans les autres domaines, les arbitrages que sont les décisions réglementaires permettant le développement d'une politique d'aménagement du territoire parasismique doivent s'appuyer sur les résultats de la recherche scientifique et technologique.**

### **1.2.2. Politique d'encadrement juridique et administratif :**

En général, seule la construction des ouvrages est encadrée par la réglementation " parasismique " dans les régions concernées par le risque sismique.

En revanche la prise en considération réglementaire du risque sismique en matière d'aménagement du territoire et d'urbanisme est, elle, quasi inexistante.

En Algérie la mitigation du risque sismique a été développée sur les travaux des ingénieurs en structure et des spécialistes des mouvements forts. Les architectes, urbanistes et géographes s'intéressent encore trop peu à la question pour influencer sur le Code de l'Urbanisme, la rédaction des PDAU.

*« Ainsi, un des objectifs de l'encadrement réglementaire de l'aménagement en zone sismique est que ses dispositions (zonage, réglementation, réserves foncières, conception et implantation des voies, des réseaux, des espaces publics, des équipements divers...) complètent les dispositions prises par ailleurs en termes de réduction de la vulnérabilité propre des ouvrages et de préparation des secours.*

*L'aménagement et l'urbanisme " parasismiques " sont les pendants indissociables, mais encore trop négligés par la société, des règles de construction sur lesquelles s'appuie la politique de mitigation pour une prise en compte effective de la réduction du risque sismique concernant notre société » (Balandier .P : 2004)<sup>4</sup>.*

### **1.2.3. Politique de formation et d'information des acteurs :**

Une formation professionnelle appropriée des différents acteurs de l'aménagement du territoire et l'information du public sur ses droits et devoirs sont les mesures d'accompagnement nécessaires de toute politique opérationnelle de mitigation d'un risque.

Outre l'aspect opérationnel de cette politique de formation et d'information, l'appropriation des connaissances par les non-spécialistes prépare l'accroissement du niveau d'exigence de la société. Or, la politique réglementaire est un arbitrage entre les niveaux de connaissances scientifiques et technologiques et l'effort qu'une société donnée peut accepter à un moment donné de son histoire en fonction de la conjoncture économique, mais aussi du niveau de conscience du problème à traiter parmi les autres problèmes la concernant.

*«L'accroissement du niveau d'exigence réglementaire ne peut se faire qu'en s'appuyant sur l'accroissement du niveau de responsabilités, de conscience et d'instruction spécifiques de la population dans ses différentes composantes.. Le risque sismique est à la fois méconnu, objet de superstitions et hautement médiatisé dans le seul contexte des grandes catastrophes qui leur confère un aspect "fatal ". Aussi le sentiment d'impuissance est encore trop présent parmi les populations concernées. En effet, à magnitude égale une catastrophe dans un pays pauvre sera plus largement médiatisée que le bilan plus maîtrisé d'un pays dont le niveau culturel et économique est plus élevé. Il serait pourtant important de communiquer sur les réussites et pas seulement sur les échecs ».* (Balandier .P : 2004)<sup>5</sup>

## **2. Cadre législatif algérien et intégration des dispositions dans le système réglementaire :**

### **2.1. Législation des années 1980 à 2000 :**

Entre 1980 et 2000, plusieurs décrets et lois avaient permis de réglementer en partie la prévention vis-à-vis des risques naturels et technologiques, en particulier :

- **Le Décret n°85-231** fixant les conditions et modalités d'organisation et de mise en œuvre des interventions et secours en cas de catastrophes. C'est ce décret qui a permis la mise en place des « Plans d'organisation des interventions et secours » (*Plans ORSEC*), à la fois à l'échelle des wilayas, des communes et des unités (industrielles par exemple).

- **Le Décret n°85-232** relatif à la prévention des risques de catastrophe. Il comporte 11 articles. Le terme « *Plan de Prévention des Risques* », d'origine naturelle ou technologique, est indiqué (article 2), mais sans qu'il y ait de description détaillée de ses objectifs, de son contenu et de sa réalisation.

Ces décrets sont à la base de la gestion des catastrophes en Algérie, depuis 20 ans.

Par ailleurs,

- **la Loi 90-29 du 1<sup>er</sup> décembre 1990 relative à l'aménagement et l'urbanisme** a pour objet de réglementer l'urbanisation des sols et la construction dans le cadre d'un équilibre intersectoriel et environnemental. La loi définit les instruments d'urbanisme constitués par les plans directeurs d'aménagement et d'urbanisme (PDAU) et les plans d'occupation des sols (POS) ainsi que leur fonction spatiale et intersectorielle.

Le PDAU détermine pour une commune concernée ou une association de communes, quatre secteurs : urbanisé, à urbaniser, d'urbanisation future et non urbanisable.

Le projet de PDAU établi à l'initiative de son président est adopté par l'Assemblée Populaire Communale (APC) puis soumis à enquête publique avant d'être transmis pour approbation, au Wali pour une population intéressée de moins de 200 000 habitants ou au Ministre chargé de l'urbanisme au-delà et jusqu'à 500 000 habitants. Pour les communes ou associations de communes de plus de 500 000 habitants, le PDAU est approuvé par décret exécutif.

Le POS fixe de façon détaillée les droits d'usage des sols et de construction, et se traduit par un règlement accompagnant des documents graphiques de référence. Le projet de POS est adopté par délibération de l'APC puis, après enquête publique, est approuvé par l'APC pour devenir exécutoire.

La loi 90-29 précise également les règles et procédures d'établissement et de délivrance en matière de permis de lotir et de permis de construire.

Si la loi 90-29 prend en compte les espaces naturels, culturels et historiques à protéger, elle ne vise le risque que de façon générale à l'article 69, pour subordonner à l'avis des services compétents l'autorisation de certaines constructions et démolitions.

De plus, le Décret exécutif 90-402 du 15 décembre 1990, porte sur l'organisation et le fonctionnement du fonds de calamités naturelles et de risques technologiques majeurs.

## **2.2. Législation récente (depuis 2001) :**

Suite aux deux catastrophes de : Bab El Oued, en novembre 2001, et de Boumerdes, en mai 2003, d'autres textes sont venus compléter ces premières dispositions, en matière d'aménagement du territoire, d'assurance, de construction parasismique et d'organisation générale.

### **2.2.1. Le risque sismique et l'aménagement du territoire :**

En matière d'aménagement du territoire, la **Loi 2004-05 du 14 août 2004** modifie la loi 90-29 et la complète, notamment en matière de limitation des parcelles constructibles à celles qui ne sont pas exposées directement aux risques naturels et technologiques. Ainsi il est fixé aux PDAU et POS de définir les conditions d'aménagement et de construction en prévention des risques naturels et technologiques. Les zones sismiques en particulier doivent être identifiées et classées selon leur degré de vulnérabilité et les projets de construction doivent être élaborés conjointement par un architecte et un ingénieur agréé. La loi **2004-05** ajoute des dispositions de démolition des constructions faites en infraction aux règles et procédures d'urbanisme et de construction.

### **2.2.2. L'assurance, une prise en charge préventive:**

Trois textes législatifs récents concernent le système d'assurance :

- l'**Ordonnance 03-12 du 26 août 2003** relative à l'obligation d'assurance des catastrophes naturelles et à l'indemnisation des victimes. L'assurance est prescrite par toute personne propriétaire d'un bien immobilier ou exerçant une activité industrielle ou commerciale et le contrat d'assurance est exigé pour toute transaction immobilière ou lors des déclarations fiscales. L'ordonnance fixe aux compagnies d'assurances d'accorder la couverture contre les effets des catastrophes naturelles avec garantie de l'Etat, et détermine les conditions d'indemnisation.

- le **Décret exécutif n° 04-268 du 29 août 2004** portant identification des événements naturels couverts par l'obligation d'assurance des effets des catastrophes naturelles et fixant les modalités de déclaration de l'état de catastrophe naturelle. Sont ainsi couverts : les tremblements de terre, les inondations et coulées de boues, les tempêtes et vents violents, les mouvements de terrains. Le décret prévoit la déclaration de l'état de catastrophe naturelle par un arrêté interministériel des ministres chargés des collectivités locales et des finances au plus tard deux mois après l'événement sur la base d'un rapport du ou des walis concernés.

- Le **Décret exécutif 04-270 du 29 août 2004** définissant les clauses types à insérer dans les contrats d'assurance des effets des catastrophes naturelles.

### **2.2.3. Construction parasismique une exigence :**

L'**Arrêté du 04 janvier 2004** du Ministre de l'Habitat et de l'Urbanisme porte révision des règles parasismiques algériennes et leur remplacement par les « RPA 99 / Version 2003 ». Il porte approbation des adaptations des RPA 99 après le séisme de Boumerdes du 21 mai 2003 et fixe aux

maîtres d'ouvrages, maîtres d'œuvre, bureaux d'études techniques, entreprises de réalisation, organismes de contrôle technique et d'expertise d'appliquer les nouvelles règles et charge le centre national de recherche appliquée en génie parasismique (CGS) de les éditer et diffuser.

- **L'absence de réglementation parasismique pour les ponts :**

Il n'existe pas pour le moment en Algérie, de règlement parasismique propre aux ponts. Il existe un document technique réglementaire (RPA) qui consacre une seule ligne pour les ouvrages d'art et qui les classe dans le groupe 1, c'est à dire les ouvrages de grande importance qui doivent rester fonctionnels pendant et après un séisme.

Malgré cette défaillance (absence de règlements), l'analyse des effets de divers séismes sur les ponts situés dans les zones sismiques montre que d'une manière générale et à quelques exceptions près, ces derniers ont plus ou moins bien réagi aux secousses sismiques.

#### **2.2.4. Organisation et communication :**

Plusieurs textes ont concerné l'organisation générale et la communication.

- le **Décret exécutif 03-332 du 08 octobre 2003**, portant création, organisation et fonctionnement du Centre Opérationnel National d'Aide à la Décision.
- le **Décret exécutif du 04-181 du 24 juin 2004**, portant création de la commission de communication liée aux risques naturels et technologiques majeurs.

#### **2.2.5. La Loi n°04-20 du 25 décembre 2004 : "prévention des risques majeurs et gestion des catastrophes" :**

Afin de compléter et d'harmoniser l'ensemble des dispositions permettant la meilleure prévention possible vis-à-vis des catastrophes naturelles et technologiques, la **Loi n°04-20** a été publiée, le 25 décembre 2004. Cette loi est relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable.

Cette loi intègre dans une même volonté de réduction systématique des risques (donc des pertes de toute nature), des éléments concernant les volets suivants :

- Différents principes de base, en particulier de précaution, de prudence et de participation (Titre I , chapitre 2).
- Sur l'information et la formation, en matière de prévention des risques majeurs et de gestion des catastrophes (Titre I, chapitre 4).

- Sur la prévention des risques majeurs (Titre II), avec les différents chapitres suivants :
  - **Chapitre 1** : des règles et des prescriptions générales applicables à tous les risques majeurs, avec la mise en place d'un « Plan général de prévention de risque majeur » pour chaque risque et en particulier le risque sismique.
  - **Chapitre 2** : des prescriptions particulières à chaque risque majeur, en particulier concernant les séismes et les risques géologiques.
  - **Chapitre 3** : des dispositifs de sécurisation stratégiques.
  
- Sur la gestion des catastrophes (Titre III), avec les différents chapitres suivants :
  - **Chapitre 1** : de la planification des secours et des interventions, dont la base est constituée par les « Plans ORSEC » et les « Plans particuliers d'intervention » (essentiellement pour les unités industrielles et potentiellement polluantes). Les « Plans ORSEC » en particulier se subdivisent en plans nationaux, inter-wilaya, de wilaya, communaux et pour les sites sensibles.
  - **Chapitre 2** : des mesures structurelles pour la prise en charge des catastrophes, comprenant en particulier la constitution de réserves stratégiques, la mise en place d'un système de réparation des dommages et surtout l'institution, sous l'autorité du Chef du Gouvernement, d'une « Délégation Nationale aux Risques Majeurs », chargée de l'évaluation et de la coordination des différentes actions relevant du système national de prévention des risques majeurs et de gestion des catastrophes.

Sur différentes dispositions pénales, particulières et finales. Les dispositions de cette loi, autres que celles concernant en particulier les « Plans ORSEC » et les « Plans particuliers d'intervention », ne pourront cependant être effectives et efficaces, que lorsque les décrets d'application qui en découlent seront élaborés et suivis d'actions concrètes. Ces décrets, au nombre d'une dizaine environ, sont actuellement en cours de réalisation mais à l'heure actuelle et depuis 2004 ne sont pas publiés. Ils concernent entre autre les volets suivants (BRGM 2006)<sup>6</sup>:

- l'information préventive et la formation,
- la prévention concernant chaque risque majeur, avec la mise en place de « Plans de prévention généraux » qui devraient en particulier intégrer des « Plans de Prévention des Risques » locaux (PPR), à l'échelle de la commune, permettant de définir des prescriptions spécifiques pour l'aménagement du territoire.
- l'ensemble des « Plans ORSEC », avec leur rôle respectif et interdépendant,

- les Plans particuliers d'intervention,
- la création, sous l'autorité du Chef du Gouvernement, de la « Délégation Nationale aux Risques Majeurs » (DNRM), nécessaire pour l'évaluation et la coordination de toutes les actions précédentes.

Cette loi peut être considérée comme un parachèvement à ce jour des dispositions politiques d'encadrement des activités techniques et organisationnelles de gestion des risques majeurs (prévention et interventions en cas de crise) et de leur fondement législatif et réglementaire.

Pour être appliquée, elle nécessite cependant la publication de nouveaux décrets dont la réalisation est en cours, en particulier ceux relatifs aux « Plans de prévention des risques » à la fois généraux, pour chacun des risques, et locaux à l'échelle de chaque commune. Ces décrets s'avèrent indispensables pour que des « Plans de Prévention des Risques (PPR) » réglementaires puissent être réalisés, sur chacune des communes soumises aux risques.

Le tableau présenté ci-après fait la synthèse du système législatif et réglementaire algérien concernant la prise en compte des risques naturels.

**Tableau 33 : synthèse du système législatif et réglementaire Algérien sur la prise en charge des risques naturels**

PERIODE 1985-2000	
<p><u>Eléments fondamentaux :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrets en 1985 (à la suite du séisme d'El Asnam)</li> <li>- n°85-231 : pour la gestion de crise, avec une organisation essentiellement au niveau de la wilaya</li> <li>- n°85-232 : pour la prévention des risques</li> <li>• Loi n°90-26 : pour la mise en œuvre des PDAU (Plans d'Aménagement et d'Urbanisme), à l'échelle de la wilaya</li> </ul>	<p><u>Observations:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en œuvre des Plans ORSEC, avec la définition de 14 modules différents, qui fonctionnent bien, en cas de catastrophes, depuis 1985 (en particulier après les séismes et les inondations).</li> <li>• Introduction des Plans de Prévention des Risques, mais sans détail précis du contenu : toujours pas opérationnel en terme de réglementation pour l'occupation des sols et l'aménagement du territoire.</li> <li>• sans intégration des plans de prévention</li> </ul>
PERIODE 2001-2005	
<p>Suite aux événements catastrophiques de Bab El Oued en 2001 et de Boumerdes en 2003, publication de lois et de décrets à effets immédiats, dans les domaines suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Occupation des sols : Loi n°04-05</li> <li>• Assurance pour la construction : ordonnance n°03-12, Décrets n°04-268 et 270</li> <li>• Règles de construction parasismique : Arrêté du 04/01/04</li> </ul>	<p><u>Observations :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• en cours, mais application non encore effective</li> <li>• en cours, mise en œuvre en relation avec les permis de construire.</li> <li>• effectives, mais problème global de la qualité des constructions, à cause du manque de compétence latent des entrepreneurs en Algérie, à tous les niveaux.</li> <li>• en cours pour l'organisation de l'information à tous les niveaux, avec quelques éléments partiels.</li> </ul>

• <b>Communication : Décret exécutif n°04- 181</b>	
2004 : Loi fédérative n°04-20 du 25 Décembre 2004 relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes, dans le cadre du développement durable	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Titre I : Différents principes de base, comme ceux de précaution, prudence et participation</b></li> <li>• <b>Titre I : Information et formation</b></li> <li>• <b>Titre II : Prévention des Risques</b></li> <li>• <b>Titre III : Gestion des catastrophes</b></li> <li>• <b>Titre IV , V et VI : mesures légales, particulières et finales</b></li> </ul> <p>Source : Auteur en référence de la législation Algérienne</p>	<p><b>Observations :</b></p> <p>La réalisation des décrets d'application est en cours; elle est fondamentale pour la mise en place des dispositions de la loi.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L'intégration de la Commission de Communication doit être incluse dans un des nouveaux décrets.</li> <li>• Création de Plans généraux de Prévention pour chacun des 10 risques décrits dans la loi : le décret correspondant doit inclure et détailler les « Plans de Prévention des Risques (PPR) » à l'échelle communale.</li> <li>• Définition des "Plans ORSEC", à tous les niveaux : national, inter-wilayas, wilayas, communes, sites.</li> <li>• La création d'une "Délégation nationale aux Risques Majeurs", sous l'autorité du Chef de Gouvernement, est fondamentale.</li> <li>• La réalisation de scénarios sismiques pour toute l'Algérie devrait être intégrée dans un décret spécial</li> </ul>

### 2.2.6. Critique de la loi 04-20 du 25 décembre 2004:

La loi n° 04-20 du 25/12/2004 relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable

- **Constitue une base de réflexion à améliorer**
- Pour la 1<sup>ère</sup> fois : l'article 60 stipule qu'il faut **créer une délégation aux risques majeurs** sous l'égide du **Chef du Gouvernement** constituée de représentant de plusieurs ministères
- Absence totale du terme : **Responsabilité**
- **Les taches** ne sont pas **définies**



- La **fonction de la gestion des catastrophes** n'est pas **reconnue** comme **profession** (à l'exception des pompiers chargés de l'intervention)



## **2.3. Transcription des dispositions dans le système réglementaire et législatif algérien**

### **2.3.1. Différentes possibilités de transcription :**

Les différentes dispositions visant à réduire le risque lié aux séismes et les autres Risques ainsi qu'à adapter l'aménagement en tenant compte de ces risques doivent pouvoir être intégrées dans le système législatif et réglementaire algérien, afin d'assurer leur mise en application.

Il faut noter que certaines dispositions sont d'ailleurs déjà intégrées dans la réglementation actuelle, comme par exemple les règles parasismiques (RPA 99 version 2003).

D'autres recommandations nécessitent d'être transcrites sous forme de réglementation, et dans ce cas, différentes options sont possibles :

- certaines dispositions peuvent être intégrées aux POS au fur et à mesure de leur réalisation ou de leur révision (BRGM 2006)<sup>7</sup>:

- le dispositif législatif actuel permet d'utiliser d'ores et déjà cette option : étant donné que peu de POS sont encore approuvés sur la ville d'Alger (DUCH 2011) cela ne nécessitera pas beaucoup de révision. Par ailleurs, les POS sont habituellement réalisés par des urbanistes qui ne sont pas forcément spécialisés dans les risques, ce qui peut rendre délicate la prise en compte des dispositions vis-à-vis des risques naturels ;

- certaines dispositions peuvent faire l'objet de normes ou de décrets :

- Cette option peut surtout s'appliquer pour des dispositions constructives, mais est mal adaptée pour des règles d'aménagement.
- Les règles parasismiques (RPA 99 version 2003) sont intégrées dans le cadre législatif algérien de cette façon. Cette option n'est pas adaptée pour de nombreuses dispositions préconisées dans le bâti existant.

- l'ensemble des recommandations peuvent être intégrées dans un Plan de Prévention des Risques, lorsque les décrets d'application de la Loi du 25 décembre 2004 seront publiés :

- Cette option est directement adaptée à la problématique, puisque l'objet des Plans de Préventions des Risques (PPR) est justement de réduire les risques et d'adapter l'aménagement en fonction des risques naturels dans la zone où ils sont réalisés. Etant donné que les décrets de la Loi du 25 décembre 2004 ne sont pas parus à ce jour, cette solution ne peut pas encore être utilisée.

Tableau 34 : avantages et inconvénient des options de transcriptions

Option de transcription	Avantages / inconvénients
<b>Intégration au POS</b>	- d'ores et déjà possible dans le dispositif législatif algérien - nécessite la réalisation de nombreux POS pour que les mesures soient effectives sur l'ensemble de la ville d'Alger - risque de réinterprétation des dispositions et d'hétérogénéité d'un POS à l'autre.
<b>Intégration dans des normes ou des décrets</b>	- option non adaptée pour de nombreuses dispositions préconisées sur l'aménagement, notamment car la plupart est spécifique à la zone d'étude
<b>Intégration dans un Plan de Prévention des Risques</b>	- option la mieux adaptée à la problématique - nécessité d'attendre la parution des décrets de la Loi du 25 décembre 2004 pour être appliquée

Source : BRGM 2006 ; étude de la vulnérabilité du massif de Bouzeréah face aux risques naturels , chapitre 4

### **2.3.2. Objectifs et contenu d'un PPR :**

Afin que le Maître d'Ouvrage ait tous les éléments pour transcrire ultérieurement, s'il le souhaite, le présent document en Plan de Prévention des Risques (PPR), il est apparu intéressant de détailler les objectifs et le contenu d'un PPR. Cela a été réalisé en se basant sur la notion de Plan de Prévention des Risques (PPR) telle qu'elle est définie par **la loi française** (prim.net)<sup>8</sup>.

#### **2.3.2.1. Domaine d'intervention d'un PPR :**

L'objet du PPR est de délimiter des zones directement exposées à des risques et d'autres secteurs non directement exposés mais où certaines occupations ou usages du sol pourraient aggraver des risques ou en provoquer de nouveaux.

Il régleme en premier lieu les projets d'installations nouvelles (prim.net)<sup>9</sup> :

- avec un champ d'application étendu puisqu'il peut intervenir sur tout type de construction, d'ouvrage, d'aménagement ou d'exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles, pour leur réalisation, leur utilisation ou leur exploitation ;
- avec des moyens d'action variés allant de prescriptions de toute nature (règles d'urbanisme, de construction, d'exploitation, etc.) jusqu'à l'interdiction totale.

Le PPR peut également définir des mesures de prévention, de protection ou de sauvegarde qui doivent être prises par les collectivités publiques ou les particuliers.

Cela concerne notamment les mesures liées à la sécurité des personnes et à l'organisation des secours, ainsi que des mesures d'ensemble qui ne sont pas associées à un projet particulier.

Le PPR peut également agir sur l'existant avec un champ d'application équivalent à celui ouvert pour des projets nouveaux. Cependant, pour les biens régulièrement autorisés, il ne peut imposer que des aménagements dont le coût est inférieur à 10% de la valeur vénale ou estimée de ces biens (BRGM 2006)<sup>10</sup>.

### **2.3.2.2. Application du PPR :**

Le PPR approuvé vaut servitude d'utilité publique. Lorsqu'il porte sur des territoires couverts par un plan d'occupation des sols (POS), il lui est annexé.

Les manquements à l'application des dispositions d'un PPR sont passibles de sanctions pénales et peuvent entraîner, dans certains cas, à la perte du droit d'indemnisation par les assureurs.

Certaines dispositions sur l'existant peuvent être rendues obligatoires dans un délai défini par le PPR (5 ans au maximum), afin de laisser le temps de mise en œuvre nécessaire.

### **2.3.2.3. Conditions d'élaboration et importance du dialogue local :**

L'élaboration d'un PPR se fait en différentes étapes et réserve un temps à la concertation (communes, population). Les différentes phases sont les suivantes (prim.net)<sup>11</sup> :

- prescription du PPR (par arrêté préfectoral)
- projet de PPR
- enquête publique
- projet éventuellement modifié
- approbation (par arrêté préfectoral)

Ainsi, outre la partie technique de réalisation du PPR, la concertation est un élément clé de l'élaboration d'un PPR : des discussions approfondies avec les élus locaux et une information claire de la population sont des éléments indispensables, qui doivent être initiés le plus en amont possible. Suivant la zone considérée et les phénomènes naturels étudiés, d'autres organismes doivent également être consultés.

La connaissance qu'ont les élus et la population sur les phénomènes historiques et actifs concernant leur commune est ainsi nécessaire à l'élaboration du PPR, et la prise en compte du contexte local nécessite d'adapter les dispositions générales de prévention. La finalisation du PPR doit permettre d'aboutir à un consensus le plus large possible sur la prise en compte des risques dans l'aménagement.

#### **2.3.2.4. Eléments constitutifs d'un PPR :**

Un dossier réglementaire d'un PPR doit contenir trois éléments (BRGM 2006)<sup>12</sup>:

- une note de présentation indiquant le secteur géographique concerné, la nature des phénomènes naturels pris en compte et leurs conséquences possibles au vu de l'état actuel des connaissances ;
- une carte de zonage réglementaire, indiquant, pour tout point du secteur concerné par le PPR, dans quelle zone réglementaire il se trouve ;
- un règlement précisant les mesures d'interdictions, les prescriptions et les recommandations pour chacune des zones réglementées, ainsi que les mesures générales de prévention, de protection et de sauvegarde.

### **3. Prise en compte et réduction de la vulnérabilité d'Alger face au risque sismique :**

Il est absolument nécessaire d'insister sur le fait qu'actuellement, en 2012, il est **impossible scientifiquement de prévoir à court terme** l'occurrence d'un tremblement de terre. Aucun sismologue sérieux, spécialiste de cette question à travers le monde, dans des pays de forte sismicité (Japon, Californie, Chine, Russie, Nouvelle-Zélande, Grèce, Italie, Maghreb,...) n'envisage, à l'heure actuelle, de prévoir un séisme en un lieu donné, à une date précise proche, par exemple au cours du mois prochain.

Il est donc indispensable, si l'on veut réduire significativement la vulnérabilité et donc le risque sismique, dans la ville D'Alger, de porter tous les efforts sur la **PREVENTION**.

#### **3.1. Différents champs d'action pour la prévention et la réduction du risque Sismique :**

L'étude de la sismicité d'Alger évoquée en deuxième chapitre de la première partie de cette recherche a tout d'abord confirmé la classification de la zone étudiée en zone III (sismicité élevée) des règles parasismiques algériennes RPA99/version 2003.

Par ailleurs, le séisme de Boumerdès-Alger en 2003 a bien mis en évidence la vulnérabilité au séisme d'un grand nombre de construction à Alger :

- L'ensemble des constructions en maçonnerie qui ne sont ni chaînées, ni armées ;
- Beaucoup de constructions en béton armé, de type poteaux-poutres, datant d'avant 1980 et qui ne sont généralement pas parasismiques.

De nombreux bâtiments stratégiques, nécessaires à une gestion efficace post-catastrophe, pourraient subir des dommages considérables (ouvrages non récupérables et donc non opérationnels) lors d'un séisme majeur, provenant aussi bien d'une faille en mer (Khair Al Din) ou à terre (Sahel) (démontré dans le chapitre précédent).

De plus, même avec la connaissance des effets du séisme de Boumerdès en mai 2003 ou des inondations de Bab El Oued en novembre 2001, la population paraît toujours mal préparée, en cas d'une nouvelle catastrophe pouvant survenir sur Alger.

- En matière d'aménagement du territoire :

On continue à construire dans des zones dangereuses concernant les inondations, les mouvements de terrain ; à proximité des failles sismiques (le cas de la nouvelle ville de Sidi Abdellah)

- En matière de construction :

La qualité des bâtiments reste toujours mauvaise, aussi bien de la part des entrepreneurs que des propriétaires qui construisent eux-mêmes leur maison. Cela, malgré l'obligation de construire selon les règles parasismiques RPA99-Version 2003 et l'existence de nombreux guides, en particulier concernant les maisons individuelles et bâtiments assimilés, publiés par le CGS.

- En matière de préparation à la gestion d'une nouvelle crise grave :

Le plan ORSEC est mis en place essentiellement au niveau de la Wilaya et de l'Etat. Même s'il est prévu de l'étendre à l'échelle de la commune, la population ne se sent pas encore vraiment impliquée dans cette démarche. Un « plan communal de sauvegarde » permettrait d'inclure la population dans cette préparation qui doit être globale ;

- En matière d'information et de formation :

- Information : malgré de nombreuses actions, en particulier en direction des écoles et collèges, l'information concernant les risques sismiques n'est pas encore divulguée de façon systématique. La création d'une « Commission de communication » en 2004 et les documents publiés en particulier par le CRAAG qui a engagé par ailleurs des actions spécifiques, devraient permettre une meilleure information, dès maintenant.

- Formation : elle manque actuellement à tous les niveaux et en particulier dans les écoles et dans tous les domaines de la construction : maîtres d'ouvrages, architectes, bureaux d'étude, entrepreneurs, assurances, etc., malgré les efforts de tous les CTC (Contrôle Technique de la

Construction), qui agissent comme bureaux de contrôle, mais essentiellement encore pour les constructions publiques (sauf dans la Wilaya de Chlef où ils interviennent pour les constructions privées, ce qui devrait être rendu obligatoire au moins dans les zones III des règles RPA99-2003).

Tous ces premiers éléments d'analyse conduisent à la **nécessité absolue d'agir dans tous les domaines, afin de réduire systématiquement la vulnérabilité et le risque sismique, sur la ville d'Alger.**

Toutes ces actions doivent être intégrées dans un **plan d'action global**, à l'échelle de chaque commune et de chaque daïra.

Compte tenu par ailleurs du fait qu'il n'est toujours pas possible de prévoir à court terme un tremblement de terre, ce Plan doit mettre l'accent sur la **PRÉVENTION** dans les quatre domaines définis ci-dessus.

### **3.1.1. Urbanisme et Aménagement parasismiques :**

L'aménagement du territoire peut déjà être réglementé grâce au décret n° 85232 de 1985 et à la loi n° 90-29 de 1990, complétée par la loi n°04-05. Ces dispositions et celles qui seront précisées dans un futur décret, suite à la loi n°04-20 doivent conduire à la réalisation de « Plans de Prévention des Risques ».

Concernant la prise en compte du risque sismique, ces prescriptions seront les suivantes :

- En premier, pour toutes les constructions, appliquer les règles parasismiques algériennes RPA-99 - Version 2003, toutes les communes étant situées en zone III de ces règles, avec les spécifications précisées dans les paragraphes ci-dessous et, plus en détail dans le paragraphe « Constructions ».
- Deuxièmement, pour la prise en compte des effets dus aux sols et à la topographie, il sera nécessaire de réaliser une étude géotechnique par un bureau d'étude spécialiste des problèmes dus aux sols en zone sismique.
- Troisièmes, pour la prise en compte des effets induits :

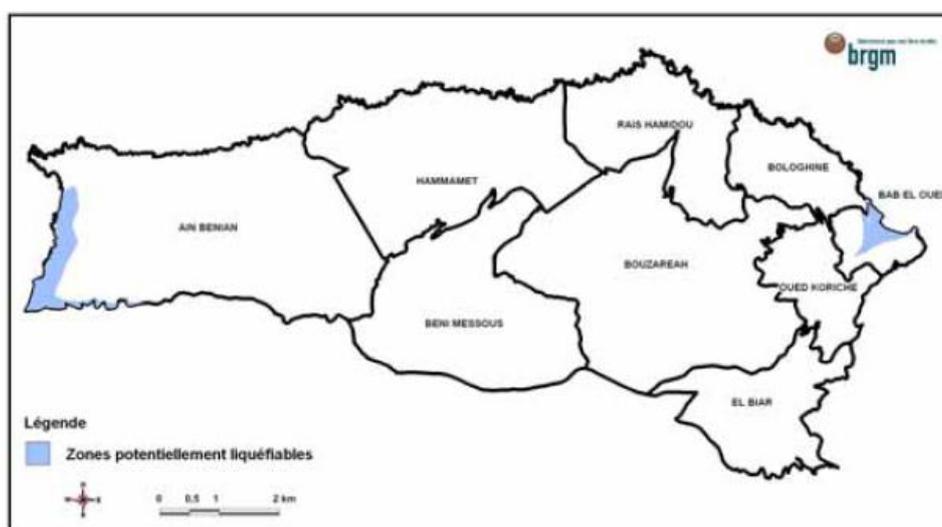
#### Mouvements de terrain :

Toutes les zones soumises au risque des mouvements de terrain devront être particulièrement bien étudiée, compte tenu du fait que toute la zone est de sismicité élevée et que le moindre défaut de qualité pourra entraîner des conséquences graves, quant à la stabilité des constructions établies dans ces zones, en cas de séisme majeur.

On suivra également les spécifications des règles RPA-99 du paragraphe 10.3, pour la vérification de la stabilité des différents talus, et en particulier ceux des remblais artificiels mis en place par l'homme.

#### Phénomène de liquéfaction :

Ce phénomène est bien pris en compte dans les règles RPA-99. Il concerne certains sols sableux ou limoneux saturés au sein desquels, sous l'effet de secousses sismiques, l'augmentation de la pression interstitielle peut conduire à une déstabilisation partielle ou complète des sols, pouvant entraîner des dommages importants aux structures. Deux secteurs ont été mis en évidence comme étant potentiellement liquéfiables il s'agit des deux communes Bab El Oued et Ain Benian figurées sur la carte qui suit (BRGM 2006)<sup>13</sup>.



Source : BRGM(2006) , Etude de réduction de la vulnérabilité du massif de Bouzaréah aux catastrophes naturelles, rapport de tâche 3

#### **Carte 60 : Carte des zones potentiellement liquéfiables**

Pour les constructions nouvelles, dans ces zones, on appliquera scrupuleusement les spécifications indiquées dans les règles RPA-99 , avec une étude de sols particulièrement complète, réalisée par un bureau d'étude connaissant bien ces problèmes.

### **3.1.1.1. Intégration des données dans les documents d'urbanisme :**

#### *a. La valorisation des Plans Directeurs d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU) :*

La loi 90.29 du 01 Décembre 1990 a institué le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU) en tant qu'instrument de planification et de gestion urbaine, à l'échelle du territoire de la commune.

Cet instrument dont est dotée aujourd'hui chaque commune, détermine l'ensemble des mesures d'organisation spatiale de son territoire en fixant les usages des sols, en projetant les infrastructures de base et en précisant la localisation des équipements structurants et ce, à court, moyen et long termes.

Le Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme est complété par de Plan d'Occupation des Sols (POS) destiné à préciser les formes urbaines ainsi que les détails en matière d'usages des sols et de réalisation des infrastructures de viabilité.

Ce dernier instrument est complété aujourd'hui par les études géotechniques d'urbanisation et du dossier d'exécution des V.R.D. Ces deux instruments opposables aux tiers (dispositions de la loi) connaissent, dans leur mise en œuvre, des insuffisances et lacunes de la part des services locaux concernés.

En effet, le contexte politique et social vécu par le pays depuis la promulgation du nouveau dispositif législatif, n'a pas permis aux services compétents d'accorder tout l'intérêt voulu aux instruments qui en découlent d'une part, et à l'Etat d'exercer totalement ses prérogatives en matière de contrôle et de respect de la réglementation, d'autre part La sensibilisation des collectivités locales, responsables de l'initiation et de la mise en œuvre des instruments d'urbanisme à travers les actes qu'elles délivrent, doit être renforcée davantage, de manière à favoriser l'émergence d'un cadre urbain de qualité.

Les études d'urbanisme à savoir les plans directeurs d'aménagement et d'urbanisme (PDAU) ainsi que les plans d'occupation de sol (POS) intègrent les aléas lorsqu'ils sont identifiés. Cette intégration des aléas est effectuée au fur et à mesure de leur occurrence, y compris à posteriori dans le cadre des mesures préconisées par l'Administration Centrale chargée de l'urbanisme.

Une action d'évaluation des plans d'urbanisme en vigueur couvrant les zones vulnérables sera par conséquent engagée. La prise en compte des aléas naturels et technologiques sera ainsi renforcée dans la délimitation des zones urbanisables et les conditions de construction y afférentes.

Des études de microzonation sismique seront élaborées à une échelle conséquente à travers les localités vulnérables selon des priorités, en raison de l'importance du territoire à couvrir et

particulièrement les localités de forte concentration des populations, des activités et des installations stratégiques.

Enfin, il est également à souligner que l'actualisation des PDAU des agglomérations d'Alger doit intégrer toutes les dispositions de la loi relative à la protection et à la valorisation du littoral, en matière de construction, d'urbanisation et de sauvegarde des zones écologiques d'intérêt.

*b. Intégration des cartes des zones à risque :*

Les effets préjudiciables des phénomènes naturels tels les séismes, les inondations, les glissements de terrains, les remontés des eaux, les sols instables constituent des risques majeurs pour l'urbanisation en général et pour la construction en particulier. Dans le cadre d'une vision stratégique du développement urbain, la notion de prévention doit être impérativement intégrée dans le choix des sites constructibles.

A cet effet, la question de l'intégration des cartes des zones à risque aux instruments d'urbanisme, est posée à trois niveaux.

*c. Prise en compte de l'information relative aux aléas :*

L'élaboration des schémas d'aménagement du territoire et des plans d'urbanisme, doit désormais prendre en tant que paramètres obligatoires dans l'organisation de l'espace, toutes les données relatives aux aléas.

Ces paramètres doivent en conséquence être normalisés pour être imposés dans le contenu des études concernées.

Ils seront également rendus opposables aux instruments déjà approuvés en procédant à leur révision sur la base des résultats des études de sol, de l'aléa et de microzonation sismiques.

En effet, les facteurs de transformation de l'espace doivent s'enrichir de manière permanente des résultats de la recherche, afin de renforcer la fiabilité des projections et le développement durable qui en découle. La remise en cause perpétuelle des efforts entrepris par la Nation devra être atténuée, particulièrement dans la partie Nord exposée à des catastrophes cycliques.

**La déconcentration des populations et des activités vers les zones intérieures**, constitue un des instruments de la réduction de la vulnérabilité en même temps qu'une traduction de la volonté de l'occupation rationnelle du territoire. Cette politique doit être engagée dans le cadre des nouveaux instruments d'aménagement du territoire récemment promulgués.

d. Elaboration des plans de prévention des risques (P.P.R.)

La prévention et l'organisation des secours doivent faire l'objet d'une attention toute particulière de la part des pouvoirs publics en raison de la récurrence continue des catastrophes naturelles et technologiques.

Le dispositif du plan ORSEC en vigueur, ayant démontré ses limites car axé essentiellement sur les actions post-catastrophes, doit être refondu afin d'intégrer un système de gestion des catastrophes plus efficace car basé sur l'aspect préventif.

Cet aspect préventif doit impliquer les différentes institutions publiques et parapubliques avec pour chacune d'elles, des missions et une organisation appropriées pouvant permettre, en amont et en aval des catastrophes une prise en charge efficiente des actions à mener.

Dans ce contexte et afin d'éviter le recours systématique aux structures centrales, la commune doit disposer à son niveau des instruments de gestion des aléas, dans le cadre d'un dispositif décentralisé. Il s'agira d'élaborer des plans d'exposition aux risques (PER) et des plans de prévention des risques (PPR) et de mettre en place les instruments de leur fonctionnement et de leur intégration obligatoire au PDAU.

Ces instruments techniques et organisationnels seront adaptés aux risques prévalent dans chaque localité, de manière à s'assurer de l'efficacité de leurs résultats.

Ce dispositif, à intégrer dans le Code de la Commune, sera accompagné de plans de formation des élus et des citoyens, dans le cadre d'une action de sensibilisation permanente, facteur d'atténuation des risques.

Le plan de prévention approuvé vaut servitude d'utilité publique. Il est prise en charge par le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (PDAU) et annexé au plan d'occupation des sols (POS). Le plan de prévention approuvé fait l'objet d'un affichage à l'APC et d'une publicité par voie de presse, en vue d'informer les populations concernées.

### **3.1.1.2. Actions visant un urbanisme et un aménagement du territoire parasismiques :**

#### *a. Déconcentration urbaine :*

La concentration urbaine fait partie des facteurs d'aggravation des pertes en cas de séisme majeur:

- Regroupement territorial des grands enjeux accroissant leur vulnérabilité propre par la vulnérabilité croisée directe ou indirecte des quartiers d'implantation
- Difficultés accrues pour la gestion des crises... De ce fait la planification des nouveaux quartiers en zone sismique doit prendre en considération une nécessaire déconcentration urbaine.

#### *b. Réduction de la densité des quartiers existants :*

Elle nécessite des actions volontaires de préemption en vue de la démolition des îlots les plus vulnérables. Elle permet de réduire :

- L'interaction entre les constructions et autres éléments à risque
- La propagation des incendies
- Les atteintes à la voirie et aux viabilités

Elle est évidemment favorisée suite à un séisme majeur par la non reconstruction de tous les îlots. Elle demande une volonté politique très affirmée surtout concernant le droit de propriété privée. Elle permet d'améliorer la voirie, de créer des espaces libres permettant en cas de crise sismique de rassembler les populations, d'y dispenser les premiers soins.

#### *c. Protection des viabilités et équipements publics ou privés*

Il s'agit d'éléments à risque dont la préservation est prioritaire, tant du point de vue de la gestion de la crise, que de celui du retour à la vie normale après la crise.

Leur perte directe peut aggraver lourdement l'incidence de la catastrophe sur la société en termes de pertes indirectes. Elle implique des travaux sur les viabilités et équipements eux-mêmes (renforcement, remplacement, modification des tracés de réseaux, relocalisation), mais aussi des actions visant à réduire la vulnérabilité des éléments à risque pouvant les atteindre par leur ruine.

#### *d. Prévision de l'organisation des secours*

Sécuriser les centres de secours (décisionnels et logistiques). Optimiser leur acheminement et leurs méthodes. L'organisation des secours est un des impératifs de la problématique de l'aménagement du territoire et de la planification urbaine en zone sismique.

Les plans de secours séisme sont trop souvent arrêtés sur des hypothèses de pérennité de matériels, d'ouvrages et de personnels que la réalité dément à l'occasion des grands séismes. Ils devraient être arrêtés sur des observations réalistes de la vulnérabilité du territoire et de ses éléments à risques, dont les constructions de classe D.

### **3.1.2. Architecture parasismique :**

Les séismes peuvent soumettre les bâtiments à des efforts énormes et provoquer leur ruine, ainsi que la mise en danger des habitants. Le but de la réglementation est d'assurer la protection des vies humaines en cas de séisme, de limiter les dommages aux bâtiments et de garder opérationnelles les structures importantes pour la protection civile.

Toutefois, la nature aléatoire des séismes et les hypothèses techniques nécessairement simplifiées font que, si on se limite strictement à l'application des normes, la réalisation de ces objectifs n'est possible que partiellement. Les normes sont appliquées sur un projet dont l'architecture a déjà été déterminée et peut être défavorable à la résistance aux séismes. Or cette résistance n'est pas uniquement une affaire de calcul ou d'études d'ingénierie. Le comportement dynamique des constructions est déterminé essentiellement par leur architecture qui, elle, n'est pas réglementée. Lorsqu'elle est favorable, elle confère aux ouvrages une réserve de résistance vis-à-vis des séismes d'une intensité supérieure à celle prise en compte dans le calcul et permet d'optimiser le coût de la protection réglementaire.

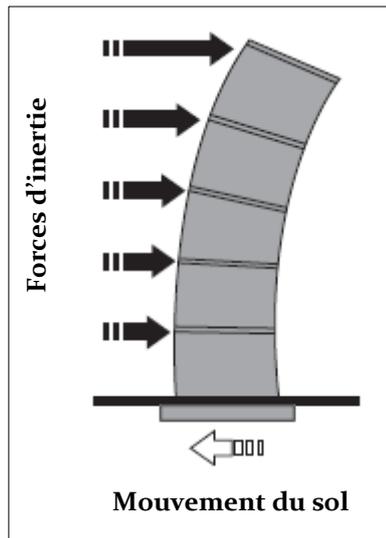
L'économie obtenue peut être sensible. Une architecture parasismique s'inscrit ainsi dans la démarche du développement durable, car elle permet de prévenir les réparations lourdes ou la démolition des constructions économiquement irréparables, situation admise par la réglementation dans le cas des séismes violents.

#### **3.1.2.1. La prise en charge du risque sismique pour les bâtiments neufs dès la conception :**

Lors des séismes, les constructions subissent des oscillations horizontales, verticales et de torsion, provoquées par des mouvements du sol d'assise.

Il n'existe pas de "charges sismiques" à proprement parler bien que, pour les besoins du calcul, des forces d'inertie soient associées aux déformations imposées à l'ouvrage.

Figure 24 : Forces d'inertie constituant des charges sismiques



Source : Revue, construction moderne, N° : 132, Avril 2009

La tenue des constructions aux séismes ne repose pas sur leur seul dimensionnement mais plus largement sur un comportement dynamique favorable, résultat d'une conception d'ensemble judicieuse (Construction moderne 2009)<sup>14</sup>. Ce comportement dépend de l'architecture du système porteur, elle-même étroitement liée à la forme du bâtiment, à la disposition des éléments lourds et rigides, ainsi qu'au choix du matériau de structure.

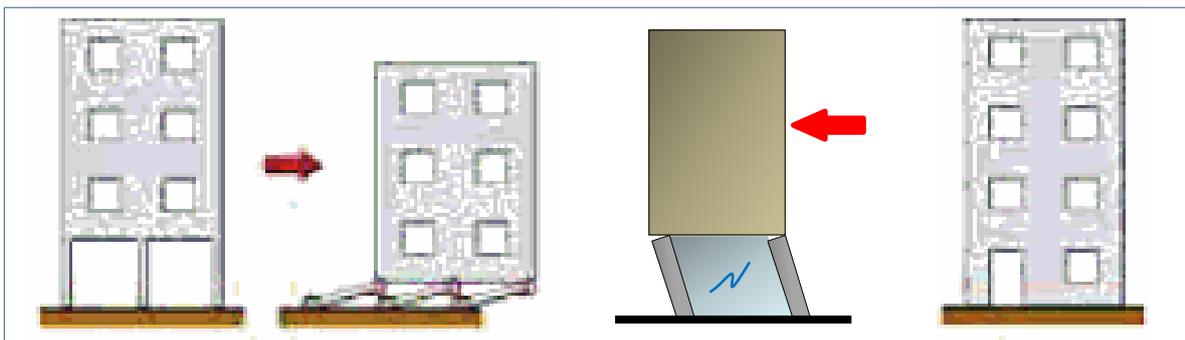
a. Appliquer les principes généraux de conception :

Pour revenir uniquement à l'aspect conceptuel de la mitigation du risque sismique, prenant les quelques exemples schématiques suivants qui relèvent tous de l'ignorance conceptuelle bien plus que de l'ingénierie (B. WELIACHEW 2003)<sup>15</sup> :

- Formation d'un étage souple au rez-de-chaussée :

Ce cas est très courant en Algérie. Pour des raisons fonctionnelles, on ajoute le rez-de-chaussée (commerce, parking, atelier , etc....) sans pour autant se soucier de la fragilisation de la base de répartition verticale des masses de la rigidité.

Figure 25 : Formation d'un étage souple au rez-de-chaussée



Source : Dr Boris Weliachew ; Quand l'Algérie tremble, sensibilisation à la mitigation des risques majeurs <http://books.google.fr/>

Photo 28 : Effondrement du RDC lors du séisme de Boumerdès Alger -2003

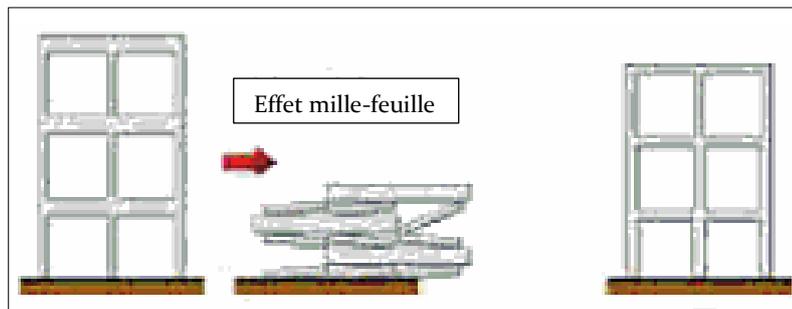


Source : BRGM (2006)

- L'effet mille-feuille :

Ce second cas est également classique et malheureusement l'un des plus meurtriers. Les éléments verticaux sont sous-dimensionnés par rapport à des planchers beaucoup trop lourds provoquant ce que l'on nomme l'effet mille-feuille avec de pertes de l'ensemble des niveaux et équipements des planchers les uns sur les autres.

Figure 26 : L'effet mille-feuille

Source : Dr Boris Weliachew ; Quand l'Algérie tremble, sensibilisation à la mitigation des risques majeurs <http://books.google.fr>

- Rez-de-chaussée trop rigide :

Dans ce cas-là est la trop grande rigidité du rez-de-chaussée comparé aux autres niveaux qui reporte la majorité des efforts de cisaillement au niveau supérieur.

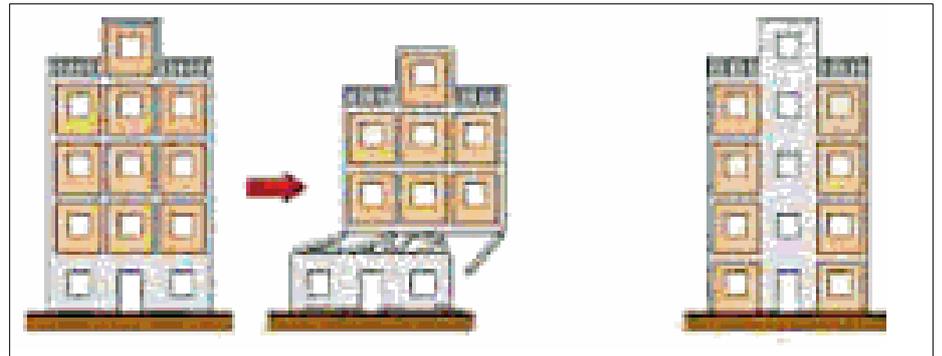
Cette erreur conceptuelle est par trop classique et est basée sur la fausse idée populaire qui voudrait qu'en rigidifiant à outrance le rez-de-chaussée, on protège la structure entière. Les renforcements entrepris, en Algérie lors du dernier séisme de 2003 pour la Zone d'Alger et Boumerdès sont hélas dans ce genre.

**Photo 29 : cisaillement des poteaux de l'étage supérieur lors du séisme de Boumerdes-Alger 2003**



Source : BRGM (2006)

**Figure 27 : Rez-de-chaussée trop rigide**



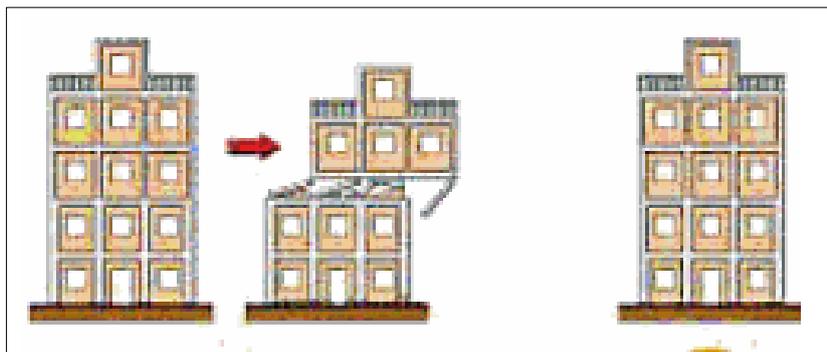
Source : Dr Boris Weliachew ; Quand l'Algérie tremble, sensibilisation à la mitigation des risques majeurs <http://books.google.fr/>

- Variation brutale de résistance à partir d'un niveau particulier :

Car très largement observé lors du séisme de Kobe (Japon 1995) où un changement brutal dans la continuité de la structure à un niveau donné provoque une fragilisation accrue à ce même niveau.

La continuité structurelle verticale est primordiale à la bonne résistance de l'ensemble. on rejoint plus ou moins le cas précédent mais un niveau différent. La variation de la résistance verticale doit toujours se faire le plus progressivement possible.

**Figure 28 : variation brutal de la structure à un niveau donné.**



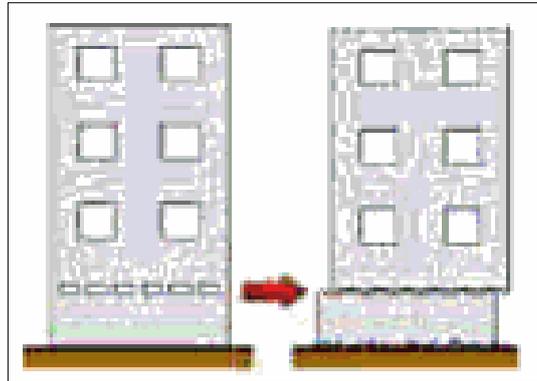
Source : Dr Boris Weliachew ; Quand l'Algérie tremble, sensibilisation à la mitigation des risques majeurs <http://books.google.fr/>

- L'effet colonnes courtes :

Ici nous sommes dans le cas classique de l'effet colonnes courtes ( ou poteau courts), qui est dû au report de trop grands efforts sur des éléments verticaux de trop faible hauteur pour offrir une ductilité capable d'absorber les variations sans rupture. On assiste alors à une concentration de contraintes hors de proportion avec le dimensionnement de ces petits poteaux inaptes à présenter la moindre souplesse. C'est un cas de négligence conceptuelle très commun, le plus souvent issu de

lacunes dans la formation des architectes au regard du désigne parasismique (Boris Weliachew 2003)<sup>16</sup>.

**Figure 29 : L'effet colonne courte.**



Source : Dr Boris Weliachew ; Quand l'Algérie tremble, sensibilisation à la mitigation des risques majeurs <http://books.google.fr/>

- Toiture trop lourde :

Ce cas est trop courant dans de nombreux désastres d'ordre sismique dans le monde . Au japon, à Taiwan ou en chine , il est le plus souvent dû au fait que ces pays sont très souvent menacés par des phénomènes atmosphériques violents (typhons, cyclones, etc...) Pour éviter de perdre la toiture de sa maison , on l'alourdit alors considérablement .

**Figure 30 : Toiture trop lourde**



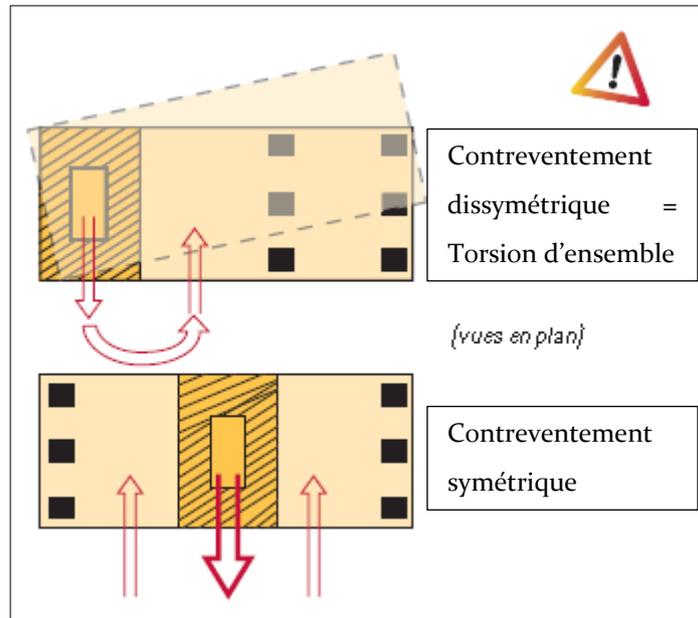
Source : Dr Boris Weliachew ; Quand l'Algérie tremble, sensibilisation à la mitigation des risques majeurs <http://books.google.fr/>

*b. Dispositions constructives générales :*

- Prêter attention à l'implantation ainsi qu'à la qualité du sol : par exemple, construire sur un sol meuble présente des risques accrus.
- Chaîner toutes les fondations.
- Disposer dans chaque direction (longitudinale et transversale) deux murs de contreventement.

- Ils doivent être continus dans le plan vertical des fondations à la couverture et être situés le plus loin possible du milieu du plancher.
- Diminuer les masses situées en hauteur : les conséquences sismiques sont liées aux masses ; le risque augmente lorsque ces masses sont en hauteur.
- Il faut veiller à la symétrie relative des éléments de contreventement. Les concepteurs doivent être attentifs à ce point.

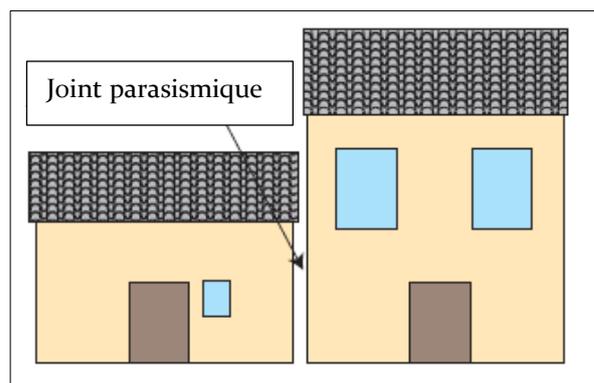
**Figure 31 : Contreventement symétrique et asymétrique**



Source : [http://www.cdcoleron.com/fileadmin/vie\\_locale/ccio/PDF/Urbanisme/Risque\\_sismique\\_construction/Prendre\\_en\\_compte\\_le\\_risque\\_sismiques\\_pour\\_les\\_batiments\\_neufs.pdf](http://www.cdcoleron.com/fileadmin/vie_locale/ccio/PDF/Urbanisme/Risque_sismique_construction/Prendre_en_compte_le_risque_sismiques_pour_les_batiments_neufs.pdf)

- Si l'extension par adjonction d'un bâtiment est désolidarisée du bâtiment existant par un joint parasismique, la partie nouvellement créée sera dimensionnée parasismique selon les règles du neuf (Agence qualité de construction 2011)<sup>17</sup>.

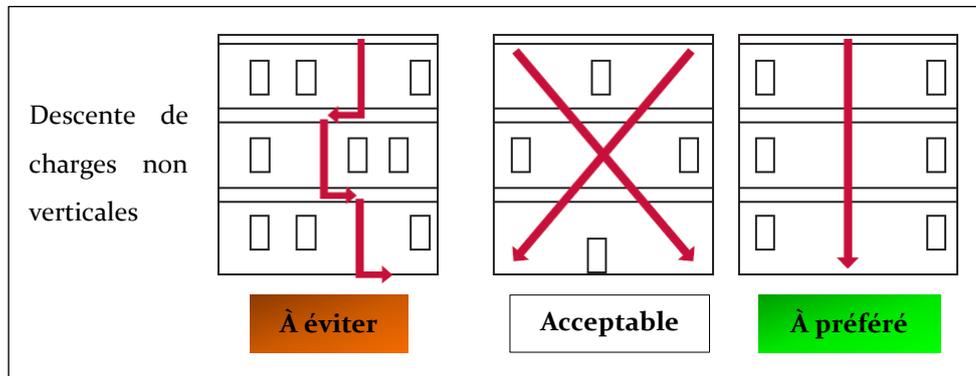
**Figure 32 : joint parasismique**



Source : [http://www.cdcoleron.com/fileadmin/vie\\_locale/ccio/PDF/Urbanisme/Risque\\_sismique\\_construction/Prendre\\_en\\_compte\\_le\\_risque\\_sismiques\\_pour\\_les\\_batiments\\_neufs.pdf](http://www.cdcoleron.com/fileadmin/vie_locale/ccio/PDF/Urbanisme/Risque_sismique_construction/Prendre_en_compte_le_risque_sismiques_pour_les_batiments_neufs.pdf)

- Favoriser la superposition des ouvertures (en façade et à l'intérieur) : cette disposition favorise la continuité des descentes de charges.

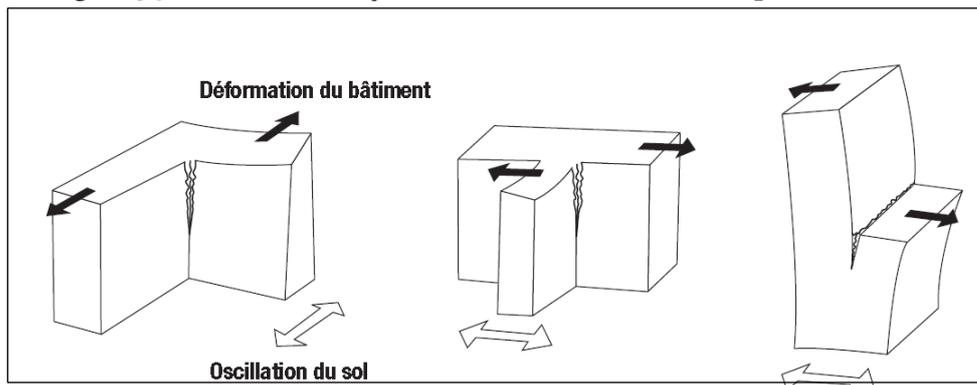
Figure 33 : Dispositifs pour la descente des charges verticales



Source : [http://www.cdcoleron.com/fileadmin/vie\\_locale/ccio/PDF/Urbanisme/Risque\\_sismique\\_construction/Prendre\\_en\\_compte\\_le\\_risque\\_sismiques\\_pour\\_les\\_batiments\\_neufs.pdf](http://www.cdcoleron.com/fileadmin/vie_locale/ccio/PDF/Urbanisme/Risque_sismique_construction/Prendre_en_compte_le_risque_sismiques_pour_les_batiments_neufs.pdf)

- Lorsque le plan du bâtiment est en forme de L, T ou X sans joints de dilatation ou de tassement, ou si l'ouvrage présente des étages en retrait, ses diverses parties oscillent de façon asynchrone. Des dommages importants apparaissent alors à la jonction des ailes ou de toutes autres parties présentant une rigidité différente (construction moderne 2009)<sup>18</sup>.

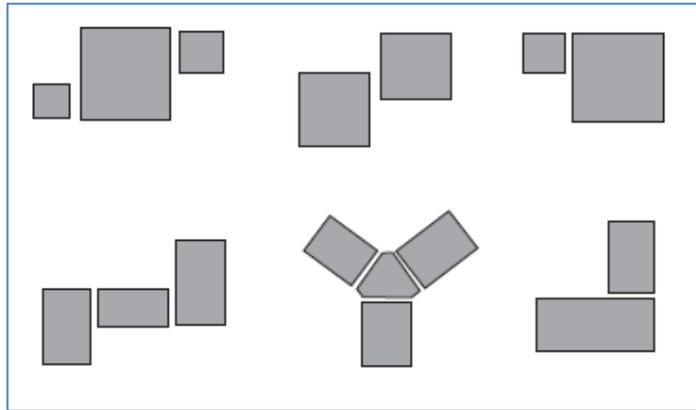
Figure 34 : Oscillations asynchrones (différentielles) en plan et en élévation.



Source : Revue, construction moderne, N° : 132, Avril 2009

- Les formes irrégulières doivent être décomposées par des joints d'isolement pour obtenir des formes simples et favoriser la compacité du bâtiment. Dans ce cas, chaque élément doit être contreventé indépendamment. Les joints de construction doivent être entièrement vides et prévus avec une largeur à respecter (largeurs de 4 ou 6 cm minimum)<sup>19</sup>.

Figure 35 : Fractionnement des bâtiments à configuration complexe par des joints parasismiques.



Source : Revue, construction moderne, N° : 132, Avril 2009

- **Isolation parasismique** : La construction est portée par des appareils d'appui de grande souplesse horizontale, appelés aussi "isolateurs". Les déformations provoquées par un séisme se concentrent alors au niveau des appuis, et la construction oscille comme une boîte quasiment rigide, donc sans dommages.

Le but est de préserver les vies humaines, même dans le cas d'un séisme majeur, quitte à devoir démolir ensuite certains bâtiments. Mais il est possible, dans tous les cas, de sauvegarder également les constructions en adoptant ainsi la démarche du développement durable. Pour cela, il est nécessaire de concevoir l'architecture de l'ouvrage de manière à minimiser l'impact des séismes, car c'est d'elle que dépend, pour un séisme donné, l'importance des oscillations.

### 3.1.2.2. Une loi pour la maîtrise d'œuvre et de la responsabilité dans la chaîne de la construction

La question de la maîtrise d'œuvre dans le domaine de la construction et ses implications sur les professions réglementées, porte sur la responsabilité en matière de conception et de réalisation des ouvrages.

L'encadrement juridique de cette maîtrise d'œuvre en bâtiment par arrêté interministériel de Mai 1988, a connu pour certains de ses segments la prise d'autres textes, à l'instar du décret législatif sur la production architecturale et l'exercice de la profession d'architecte et du décret portant agrément de l'ingénieur.

Cependant, la responsabilité endossée par *l'article 554 du Code Civil* solidairement à l'architecte et à l'entrepreneur, disqualifie explicitement l'implication de l'ingénieur.

Cette situation a des répercussions sur les compétences mais également sur les modalités d'exercice de cette maîtrise d'œuvre. La clarification revendiquée dans ce domaine par les intervenants, concerne également le rôle du contrôleur et à un niveau moindre celui du laboratoire.

La confusion qui règne aujourd'hui sur le terrain sur les compétences des uns et des autres, doit céder la place au développement de l'expertise et de l'assurance. C'est dans cet esprit que les exigences en matière de qualité de la construction pourront être garanties.

Aussi, une importance particulière doit être accordée à la clarification des missions de maîtrise d'œuvre à refonder dans l'avant-projet de loi sur la concertation.

### **3.1.2.3. Démarche d'un projet parasismique :**

L'agression sismique n'accepte aucun compromis par rapport à la réglementation en vigueur. L'objectif final est la réalisation d'un bâtiment résistant à l'action sismique. L'agression sismique constitue un essai en vraie grandeur qui met un bâtiment à l'épreuve. Nous avons donc dépassé les phases de conception, de modélisation ou de simulation. Nous sommes dans la réalité.

La qualité d'un bâtiment, jugée par son bon comportement à l'action sismique, est obtenue à partir d'un travail en équipe prenant en compte (ZACEK .M 2004)<sup>20</sup>:

- le choix du bon site
- la conception architecturale ; collaboration étroite entre l'architecte et l'ingénieur
- l'analyse par calcul du comportement du bâtiment : hypothèse de base de génie civil, notes de calculs et plans d'exécution ; collaboration étroite entre l'ingénieur d'études et celui du bureau de contrôle
- la vérification et approbation par le bureau de contrôle des hypothèses, des notes de calculs et des plans d'exécution avant le début des travaux,
- l'examen de la possibilité de la mise en œuvre du ferrailage; collaboration étroite entre l'ingénieur d'études et l'entreprise, alors que l'expertise des bâtiments sinistrés le 21 mai 2003 a donné accès à des plans de détails d'exécution sans que les armatures au droit des nœuds soient prévues (*constat développé en première partie chapitre II, analyse du séisme de Boumerdès-Alger 2003*).
- La préparation de la fourniture d'un béton de qualité avant le début des travaux, globalement pour les chantiers visités ou les bâtiments examinés, alors qu'une médiocre qualité du béton utilisé a été relevée pour les mêmes bâtiments sinistrés.
- L'approbation par le bureau de contrôle de la bonne disposition des armatures avant bétonnage ; collaboration étroite entre le bureau d'études, de contrôle et de l'entreprise.

- La mise en œuvre d'armatures et du béton ; autocontrôle de l'entreprise et contrôle continu de l'organisme de contrôle externe. C'est toute cette démarche qu'il faut imposer à tous les acteurs de la construction si l'on veut aboutir à la qualité voulue des bâtiments.

Toutes les constructions de la zone d'Alger devront appliquer les règles parasismiques RPA99, version 2003. Les résultats de l'évaluation de la vulnérabilité ville d'Alger face aux séismes entamés en 1<sup>er</sup> chapitre de cette partie confirment bien, par ailleurs, que cette zone doit être située en zone III (sismicité élevée) de ces règles.

Tableau 35 : Démarche d'un projet de construction parasismique

---

BONNE CONCEPTION D'ENSEMBLE

- **Choix du site**
- **Reconnaitances et études de sol**
- **Implantation des ouvrages**
- **Infrastructures et fondations**
- **Superstructures (régularité-points)**
- **Matériaux et techniques de construction**
- **Systèmes structurels – Contreventement**
- **Ductilité**
- **Éléments non structuraux**

BON CHOIX DE LA MODÉLISATION ET DES RÈGLES DE CALCUL

- **Méthode statique équivalente**
- **Méthode dynamique modale spectrale**
- **Justification de la sécurité**
- **Prescription complémentaire et éléments non structuraux**

BON CHOIX EFFECTIF DES MATÉRIAUX – BONNE RÉALISATION D'ENSEMBLE AVEC UN CONTRÔLE EFFICACE SUR CHANTIER

---

Source : BRGM ( 2006 ) , Etude de réduction de la vulnérabilité du massif de Bouzaréah aux catastrophes naturelles, rapport de tâche 3

L'application des règles parasismiques algériennes doit concerner tous les acteurs des différents domaines de la construction : maîtres d'ouvrage, architectes, ingénieurs de bureaux d'étude et de contrôle, entrepreneurs, assureurs. Tout projet de construction devrait comporter des réunions et actions communes de tous ces acteurs, afin d'aboutir à des solutions efficaces pour résister aux séismes susceptibles de toucher directement la zone d'Alger. Comme cela est précisé dans les règles

parasismiques, **RPA 99-Version 2003**, pour qu'un projet de construction soit effectivement parasismique, il doit suivre la démarche détaillée sur le tableau précédent

Il faut par ailleurs différencier les constructions nouvelles et les constructions existantes, en cas de réhabilitation.

*a. Constructions nouvelles :*

Pour les constructions nouvelles, nous précisons sur les illustrations ci-après, quelques principes fondamentaux conduisant à une bonne conception, parmi la trentaine indiquée par Hugo Bachmann. Ces principes sont par ailleurs bien illustrés sur les documents suivants :

- Conception architecturale en zone sismique, par Mohamed Farsi ; in Habitat et Construction (1999, n°6) : dossier spécial « Tremblements de terre, Le risque sismique en Algérie ».
- Construire parasismique, par Milan Zacek, Editions Parenthèses, 1996.
- Guide de la construction parasismique des bâtiments, AFPS (Association Française de Génie Parasismique), Editions EYROLLES, 2004.
- Principes de base pour la conception parasismique des bâtiments, par Hugo Bachmann, ETH-Zurich, 2000.
- Conception parasismique des bâtiments – Principes de base à l'attention des ingénieurs, architectes, maîtres d'ouvrage et autorités, par Hugo Bachmann : Directives de l'OFEG, Berne 2002.<sup>21</sup>
- Conception parasismique des bâtiments : cours de génie parasismique ; semestre d'été 2005, EPFL : Ecole polytechnique fédérale de Lausanne<sup>22</sup>.

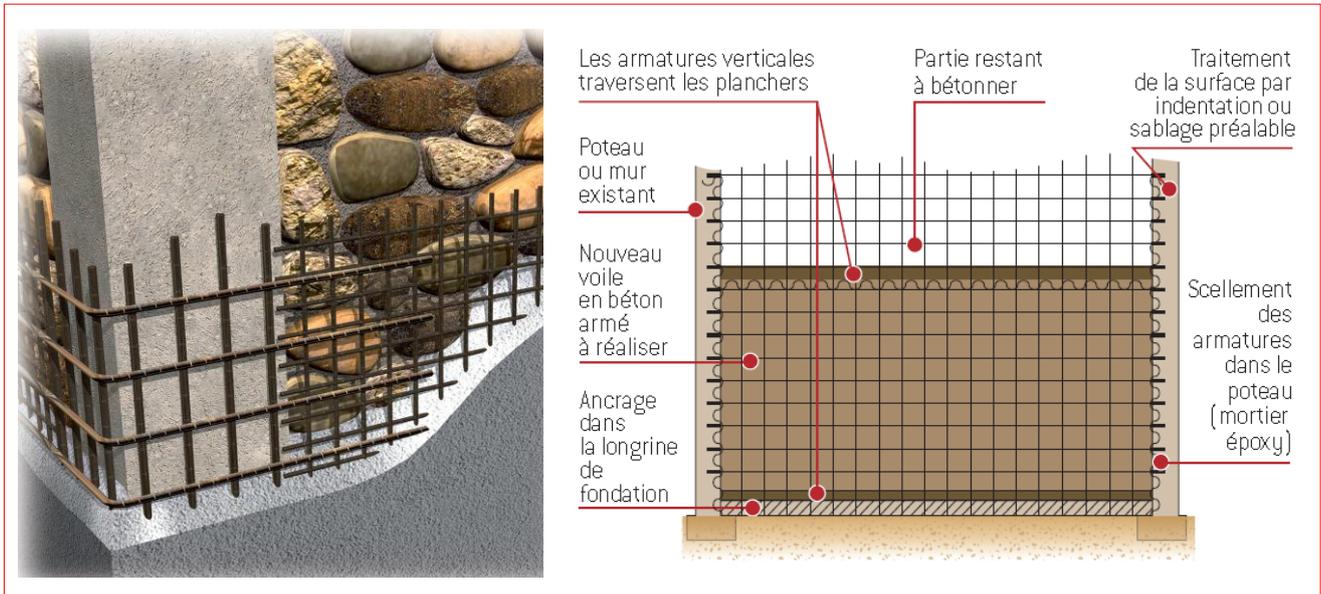
Par ailleurs, pour les constructions individuelles, on suivra particulièrement les prescriptions présentées dans le « **Guide de construction parasismique des maisons individuelles et bâtiments assimilés** », publié par le CGS.

*b. Constructions existantes :*

Pour les constructions existantes, les autorités pourront lancer de grands programmes de réhabilitation pour les constructions les plus vulnérables et en particulier certains équipements stratégiques nécessaires à la gestion de crise. (Le cas de l'hôpital Mustapha pacha qui selon les spécialités en génie- parasismique, 13% de ces blocks seraient opérationnels en cas de catastrophe sismique).

Mais pour d'autres constructions nécessitant également une réhabilitation et en fonction de leur vulnérabilité (évaluée à partir d'un diagnostic précis), certains maîtres d'ouvrages et propriétaires pourront également être amenés à envisager certaines méthodes de renforcement.

**Figure 36 : Exemple de renforcement du contreventement d'un bâtiment par création de murs nouveaux entre deux poteaux existants (élévation)**



Source : Agence qualité de construction (2011) : La prévention du bâti- existant ; [www.qualite construction.com](http://www.qualite construction.com).

On retiendra que les principaux types de renforcement applicables dans le contexte algérien, sont les suivants :

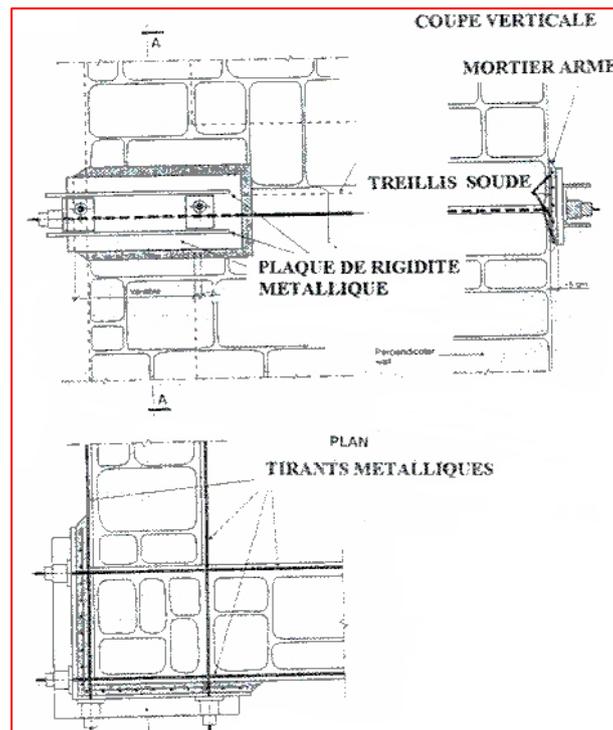
- Type 1 : Assurer une bonne liaison entre les éléments isolés de la construction (trumeaux de maçonnerie, murs, poteaux, poutres, planchers, etc.) en utilisant le procédé de confortement le plus approprié.
- Type 2 : Reprendre les liaisons mal assurées entre les éléments structuraux de la construction (angles d'intersection, joints des murs et panneaux, nœuds des cadres en béton armé, etc.) en utilisant la méthode la plus appropriée.
- Type 3 : Ce type comprend les phases de renforcement qui peuvent augmenter la rigidité de la structure en lui conférant une grande capacité de supporter et de distribuer les sollicitations sismiques entre tous les éléments structuraux.
- Type 4 : Ce type comprend les méthodes de confortement qui modifient complètement le système structural adopté dans le projet initial.

Pour les structures en béton armé, le renforcement peut ainsi être réalisé (ZACECK.M 1996)<sup>23</sup> :

- Par des voiles en béton armé.
- Par des palées de stabilité triangulées.
- Pour les portiques, par des contreventements par diagonales en béton armé ou métalliques, ou par des remplissages en maçonnerie avec renforcements des poteaux et des nœuds de cadres.

**Pour les structures en maçonnerie**, non chaînées, non armées, le renforcement peut être réalisé au moyen de tirants précontraints fixés dans les murs avec répartition des charges au moyen de plaques ainsi que, sur les murs, par des nappes de treillis soudé, revêtues de béton projeté.

**Figure 37 : Renforcement d'une construction en murs en maçonnerie par des tirants métalliques**



Source : BRGM (2006), Etude de réduction de la vulnérabilité du massif de Bouzaréah aux catastrophes naturelles, rapport de tâche 3

Dans tout projet de renforcement, il faudra de toute façon se référer aux documents suivants publiés par le CGS<sup>24</sup> :

- Recommandations techniques pour la réparation et le renforcement des ouvrages (1992).
- Catalogues des méthodes de réparation et de renforcement (1992).

### 3.1.3. Information du public :

L'information de tout public devra être organisée au sein de l'ensemble de la zone d'étude et, bien sûr, en relation avec toutes les autres actions du même type, réalisées sur l'ensemble de la wilaya. Cette information devra concerner l'ensemble des problèmes qui ne manqueront pas de surgir, lors de l'occurrence d'un prochain séisme touchant la zone étudiée, en particulier ce qui concerne :

- l'origine des séismes,
- les répliques qui peuvent être très traumatisantes pour la population,
- la nécessité d'habiter dans des constructions qui devront résister aux prochains séismes,
- la nécessité de bien aménager pour éviter les zones de glissements ou d'éboulements à moins qu'elles ne soient traitées,
- la nécessité de bien aménager et bien construire en traitant ou en évitant les zones de liquéfaction potentielle. L'information devra particulièrement être réalisée en direction de la population scolaire, parce qu'elle peut être un vecteur important de la transmission de cette information en direction de la population plus âgée.

Elle devra s'appuyer sur de nombreux documents existants, en particulier ceux du CRAAG, du Croissant rouge et d'autres associations. <sup>25</sup>

### 3.1.4. Formation des acteurs de la construction :

Un programme de formation en direction de tous les acteurs de la construction permettrait :

- De bien montrer quelles sont les déficiences actuelles en matière de qualité des constructions.
- De bien mettre l'accent sur l'importance du travail en commun entre tous les acteurs :
  - Les **architectes**, pour une meilleure conception d'ensemble, en fonction des souhaits des maîtres d'ouvrages, des possibilités de réalisation par les ingénieurs et les entrepreneurs et de l'adaptation au terrain.
  - Les **ingénieurs**, pour une meilleure modélisation des projets envisagés par les architectes et la prise en compte des problèmes liés aux sols.
  - Les **entrepreneurs** pour le choix des matériaux les plus adaptés pour résister aux sollicitations sismiques et pour une réalisation optimale des dispositions constructives, en particulier concernant les armatures et les joints.
  - Les **maîtres d'ouvrages et les contrôleurs**, pour un meilleur suivi à tous les stades de la construction.

### **3.1.5. La culture de prévention du risque comme enjeu majeur de la gestion des catastrophes:**

La culture de prévention prend en compte tous les risques auxquels le citoyen est exposé afin de développer une réelle culture du risque et une éducation de la responsabilité.

En cas de séisme, par exemple, les conséquences humaines seront minimisées si la population connaît et applique les consignes de sécurité appropriées. Ces consignes doivent donc être claires et identiques pour l'ensemble des structures qui les diffusent.

S'organiser pour lutter contre les effets d'un accident dû à un risque majeur nécessite une réflexion préalable. L'efficacité du dispositif mis en place dépend de nombreux facteurs, et la communauté éducative tout entière doit être associée à la démarche proposée.

La prévention des risques dans une localité doit offrir l'opportunité de passer d'une sécurité passive à une solidarité active. C'est-à-dire de passer d'un État providence à un engagement collectif. Ce passage peut se faire avec l'apparition d'une culture de prévention.

La réflexion commune pour l'élaboration de plans de gestion du risque, des exercices de simulation engendrent une conscience collective distincte des consciences individuelles. La culture de prévention se définit à la fois comme système de comportement et comme système de communication. Pour définir une culture de prévention dans un groupe, trois aspects sont alors importants : il faut un système de valeurs affichées et reconnues par tous, un langage commun et des attitudes communes devant les risques.

## **Conclusion :**

Le choix d'un bon site sur un bon sol avec des fondations adaptées, tout en respectant les mesures de prévention imposées et celles recommandées, permettra de limiter les dommages en cas de secousse. Vu qu'il n'existe jusqu'à présent aucun moyen de prévision des séismes qui peut être fiable.

L'établissement des "Plans de Prévention des Risques Sismiques", la remise à niveau des instruments d'urbanisme au plan de la prise en charge effective des risques majeurs et notamment du risque sismique ; l'application des "Règles parasismiques " ainsi que l'utilisation du "Guide AFPS de conception Parasismique des bâtiments" devraient commencer à résoudre en partie cette question.

Malheureusement les études de sol ne sont pas obligatoires sauf pour les ouvrages publics et le nombre d'architectes et d'ingénieurs sensibilisés à la conception parasismique reste encore trop faible en Algérie.

Un effort devrait être fait aussi bien au niveau de la prise de conscience de ce risque par chaque citoyen qu'au niveau de l'aménagement du territoire par les pouvoirs publics.

Pour ce qui concerne la gestion des catastrophes sismiques , il est essentiel de disposer d'un bon plan d'évacuation et de secours propre aux risques sismiques et une bonne coordination entre les différents services concernés. Mais la véritable clef du puzzle est qu'il y ait une très bonne communication et collaboration ainsi qu'une bonne coordination entre les scientifiques et les pouvoirs politiques. Le manque de ces coordinations retarde l'ordre d'intervention des secours et par conséquent amplifie les dégâts.

Il est aussi important de préciser qu'une bonne gestion de la crise dépend aussi d'une bonne prise en charge des sinistrés du point de vue psychologique, social et hygiénique.

## Références

- <sup>1</sup> **BALANDIER.P** (2004) : Urbanisme et aménagement : objectif et problématique. Cahier : 03 , collection : conception parasismique, p : 09
- <sup>2</sup> **BALANDIER.P** (2004) : Op.Cit. p : 10
- <sup>3</sup> **Idem**
- <sup>4</sup> **Balandier.P** (2004) : op.cit. p : 12
- <sup>5</sup> **Idem**
- <sup>6</sup> **BRGM** (août 2006): Etude de réduction de la vulnérabilité du massif de Bouzaréah aux catastrophes naturelles, rapport de tâche 3
- <sup>7</sup> **BRGM** (août 2006): Etude de réduction de la vulnérabilité du massif de Bouzaréah aux catastrophes naturelles, Chapitre 4.
- <sup>8</sup> [www.prim.net](http://www.prim.net)
- <sup>9</sup> [www.prim.net](http://www.prim.net)
- <sup>10</sup> **BRGM** (août 2006): Etude de réduction de la vulnérabilité du massif de Bouzaréah aux catastrophes naturelles, chapitre 4
- <sup>11</sup> [www.prim.net](http://www.prim.net) (consulté le 12 /05/2011)
- <sup>12</sup> **BRGM** (août 2006): Etude de réduction de la vulnérabilité du massif de Bouzaréah aux catastrophes naturelles, chapitre 4
- <sup>13</sup> **BRGM** (août 2006): Etude de réduction de la vulnérabilité du massif de Bouzaréah aux catastrophes naturelles, rapport de tâche 3, p : 64, document récupéré auprès de la protection civile d'Alger, Hydra parados
- <sup>14</sup> **CONSTRUCTION MODERNE** ( Avril 2009) N° 132 : l'architecture Parasismqie , Pp : 15-22, paris
- <sup>15</sup> **BORIS WELIACHEW** (2003) : Quand l'Algérie tremble, sensibilisation à la mitigation des risques majeurs, Pp 65 – 78. <http://books.google.fr/>
- <sup>16</sup> **Idem**
- <sup>17</sup> **AGENCE QUALITE DE CONSTRUCTION** ( 2011) : prendre en compte le risque sismique pour les bâtiments neufs dès la conception. [www.qualiteconstruction.com](http://www.qualiteconstruction.com)
- <sup>18</sup> **CONSTRUCTION MODERNE** ( Avril 2009) N° 132 : l'architecture Parasismqie , Pp : 15-22, paris
- <sup>19</sup> **Idem**
- <sup>20</sup> **ZACEK.M** ( 2004) : Conception parasismique , niveau avant-projet , cahier 1. Coll.: Conception parasismique
- <sup>21</sup> Pour plus de détaille <http://www.bwg.admin.ch/themen/natur/f/pdf/erenho.pdf>
- <sup>22</sup> <http://imacwww.epfl.ch/GenieParasismique/Transparent/Transp2.pdf>
- <sup>23</sup> **ZACECK.M** (1996) : construire parasismique ; risque sismique, conception parasismique des bâtiments et règlementations.Ed parenthèses, Marseille , France , p : 325, pp : 116 – 120

---

<sup>24</sup> Disponible au siège du CGS, Hussein Dey

<sup>25</sup> Ces document sont disponibles au site internet du CRAAG pour:

- Les dispositions à prendre : document en 4 pages, disponibles sur les sites :

[http://www.craag.edu.dz/formation\\_info/infos/dispositions\\_ar.pdf](http://www.craag.edu.dz/formation_info/infos/dispositions_ar.pdf) (version arabe)

[http://www.craag.edu.dz/formation\\_info/infos/dispositions\\_fr.pdf](http://www.craag.edu.dz/formation_info/infos/dispositions_fr.pdf) (version française)

- En savoir plus sur les séismes : document en 4 pages, disponible sur les sites :

[http://www.craag.edu.dz/formation\\_info/infos/savoir\\_ar.pdf](http://www.craag.edu.dz/formation_info/infos/savoir_ar.pdf) (version arabe)

[http://www.craag.edu.dz/formation\\_info/infos/savoir\\_fr.pdf](http://www.craag.edu.dz/formation_info/infos/savoir_fr.pdf) (version française)

## **CONCLUSION DE LA TROISIÈME PARTIE :**

Toutes les mesures précédentes ont pour objet la prévention « classique » des risques majeurs et notamment du risque sismique, avec le renforcement des cadres législatifs, réglementaire et institutionnel, les mesures spécifiques aux zones vulnérables, la valorisation de l'efficacité des instruments d'urbanisme et du contrôle de la construction, etc.

Ces mesures de prévention seront toutefois, insuffisantes dans la situation particulière de notre pays, du fait de la superposition sur la même zone d'Alger de la plus forte probabilité d'occurrence et d'intensité des séismes, d'une part et d'autre part, des plus fortes concentrations de population et de potentiel économique du pays.

Ces mesures doivent obligatoirement être accompagnées et consolidées, par des mesures et actions d'anticipation, visant dans le cadre de la politique nationale d'aménagement et le développement durable du territoire à :

- Préserver les ressources et les équilibres écologiques et environnementaux de la capitale du pays, en allégeant et en éliminant à terme ses surcharges.
- Orienter le redéploiement des surcharges démographiques et économiques de la capitale et de toutes les agglomérations vulnérables de la zone tellienne vers les Hauts Plateaux et le Sud, territoires beaucoup moins menacés par le risque sismique.
- désengorger la capitale des surcharges démographiques et des concentrations d'activités qui l'étouffent urbanistiquement et fonctionnellement, afin de pouvoir organiser dans un cadre urbain allégé et aéré, le développement qualitatif digne d'une grande capitale ;
- sauver la Mitidja, plaine qui recèle des grands périmètres irrigués, du « saccage annoncé » qui la menace à terme, en bloquant les excroissances tentaculaires d'Alger, ainsi que les extensions urbaines excessives des agglomérations développées sur les terres agricoles elles-mêmes, à partir d'anciens villages agricoles.

## **CONCLUSION GÉNÉRALE :**

La fonction essentielle de l'homme, dit-on, est celle de **créer de l'avenir ou pour le moins de le préparer** (BRAUDEL.S 1993)<sup>i</sup>. A l'heure actuelle, l'Application rigoureuse d'une prévention parasismique dans notre pays devient primordiale pour la protection des vies humaines, des moyens de production et du cadre de vie. Cela vient au fait que L'Algérie a connu de nombreuses catastrophes sismiques qui ont engendré la perte de milliers de vies humaines et qui ont causé des dégâts matériels et d'infrastructures considérables estimées à plusieurs milliards de Dinars.

Prévenir les séismes est, certes un objectif qui nous paraît difficile à atteindre, néanmoins, nous pourrions éviter les grandes catastrophes en nous servant de tous les moyens de la prévention. Sachant qu'en l'absence d'une prévention efficace, les catastrophes sismiques risquent de déboucher sur une crise socio-politique et économique très lourde pour un pays comme l'Algérie. Car, au moment du séisme, nous nous chargeons de l'urgence du moment et négligeons l'importance de la prévention. Une prévention contre les risques sismiques et un programme d'action qui ne peut être qu'à vision lointaine.

Dans le domaine de l'urbanisme la déception de l'expérience de Boumerdès-Alger est étroitement liée à la non-conformité dans le temps et dans l'espace, entre les opérations de réaménagement urbain rapide qu'expliquent la conjoncture d'urgence et les recommandations préventives venues en retard. D'une manière explicite, les études de microzonage pour Alger par exemple ne sont pas encore opérationnelles alors que la plupart des réappropriations spatiales ont déjà pris fin.

L'implantation anarchique et concentrée sur les villes importantes, sans tenir compte de l'aléa sismique, des populations et des activités économiques, provoquent des déséquilibres entre régions, et la congestion des grands centres urbains vulnérables. Elle reste la plus grosse pierre d'achoppement<sup>ii</sup> pour une opération de prévention parasismique et ce, à l'échelle du territoire national.

A la lumière des développements qui précèdent, il ressort nettement que le mouvement d'urbanisation d'Alger tel qu'il s'est engagé et développé, est et sera source de risques multiformes et facteur d'amplification considérable lors de la survenue des aléas sismiques.

<sup>i</sup> BRAUDEL.S (1993) : renouveau de la planification urbaine et territoriale .Ed : M.E.T.T, direction d'architecture et d'urbanisme ; Paris. P 56 .Pp 6.

<sup>ii</sup> **Pierre d'achoppement** : difficulté, obstacle sur lesquels on bute.

En l'absence de mise en œuvre d'une politique d'aménagement effective, faute de sanctions à la mesure du développement urbain et pour n'avoir pas su ou pu maîtriser le processus d'urbanisation et le canaliser vers des sites appropriés répondant aux normes, nous voilà face à des problèmes aigus, porteurs de graves dangers, non seulement ceux du fait accompli, mais bien plus encore ceux qui vont advenir. Si des actions énergiques, cohérentes et novatrices ne sont pas prises dans l'immédiat, le processus d'urbanisation, tel que décrié, ira en s'aggravant et compromettra par ses multiples répercussions le développement durable.

A l'évidence, si l'on veut tirer les enseignements utiles de la période écoulée, et éviter les dérives qu'ont connues l'aménagement du territoire et l'urbanisation, l'Etat doit veiller aux équilibres fondamentaux du territoire et de la nation, quant aux services techniques locaux, ils doivent être les gardiens vigilants quant à l'application de la réglementation en vigueur. Cependant il est temps de développer une politique hardie, audacieuse et suffisamment souple de l'aménagement du territoire et mettre en œuvre une stratégie d'urbanisation et de construction rigoureuse s'imposant à tous.

Dans le cadre d'une bonne prévention, il s'agit de se placer, non pas seulement avant que les catastrophes sismiques ne se produisent, mais aussi après qu'elles soient produites pour imaginer ce qu'il faut faire dans cette éventualité. Il s'agit en fait d'affirmer une prise de conscience plus responsable, face à ces dangers potentiels, en stoppant un processus d'urbanisation anarchique, à la périphérie du droit, pour imprimer de façon constante et continue un développement et un aménagement harmonieux.

Il s'agit de considérer la nécessité d'une politique cohérente de gestion des catastrophes sismiques, en complément de celle qui a pour première mission de les éviter. Les recommandations faites à cet égard, en plus de celles qui sont classiques et qui concernent la restructuration du tissu urbain comme le renforcement des bâtiments stratégiques, la création d'aires libres, l'interdiction de stationnement dans les ruelles étroites, etc..., le renforcement du cadre législatif, la sensibilisation et l'éducation du public et la mise en place d'une Délégation nationale aux risques majeurs pour s'occuper de la coordination intersectorielle de la gestion des catastrophes.

Il est temps de mettre au point un plan national d'exposition aux risques de tout genre (catastrophes naturelles et accidents industriels entre autres). Tout doit être défini. Chaque commune, agglomération ou village doit avoir une connaissance parfaite de la menace à laquelle il est exposé. Cela relève des missions de la puissance publique qui n'a pas été suffisamment sensibilisée depuis octobre 1980 (séisme de Chellif) et ceux qui ont suivi. Il est regrettable de dire que les enseignements

fondamentaux n'ont pas été tirés de toutes les catastrophes que nous avons vécues (inondations, séismes, accidents industriels). La mise en place d'une autorité nationale avec tous les pouvoirs pour gérer ces risques avant, pendant et après la catastrophe. Cela veut dire qu'il faut s'intéresser à la prévention, la protection et l'organisation des secours.

Dans un calendrier stressé par la démographie et la pression sociale sur le logement, le respect des règles parasismiques d'urbanisme et de construction malgré les difficultés techniques, les perturbations politiques et économiques, nationales ou locales, est à même d'éviter les grosses pertes. Ces règles d'urbanisme supposent un accord sur les objectifs, les délais, les moyens nécessaires, les modes de transmission et, surtout, le contrôle.

Architectes, ingénieurs, entrepreneurs, artisans, maçons, scientifiques, responsables publics, mais aussi particuliers adultes et enfants ; La mitigation du risque sismique est l'adage de tous. Car ce n'est qu'en unissant nos efforts, que nous pouvons obtenir une réelle amélioration de la situation, que ce soit pour Alger ou pour le reste des villes du pays. Un séisme n'est pas un évènement isolé, et nous serons toujours assujettis à ce genre de drame. Il faut alors accepter cette fatalité et travailler à ce que ces aléas causent, à l'avenir le minimum de dangers à nos sociétés.

Aussi, il est urgent, si nous voulons combler les lacunes, d'aller vers un ordre social et politique capable de travailler à la résurgence de l'espérance collective car c'est souvent la frange de la population la plus indigente, résidant dans les zones d'habitat précaire, qui subit les dommages les plus irréparables. Un ordre qui, par-delà la conjoncture difficile qui a inspiré ce travail autour des catastrophes sismiques, puisse progressivement permettre de construire un système de gouvernement performant et des mécanismes sains de gestion de la Ville.

Face à ces enjeux essentiels, il n'est pourtant qu'une seule condition à laquelle l'Etat algérien est parfaitement accessible : « **l'éthique de la conviction !** ». Gageons que la société algérienne saura en faire son défi permanent.

Cette recherche n'a pris en compte qu'un seul type de risque en relation avec une urbanisation effrénée et incontrôlée. Or Alger est exposée à d'autres aléas (naturels et technologiques). Une perspective intéressante serait celle à élargir le champ d'investigation à d'autres risques (inondations, glissements de terrains, transport des matières dangereuses, violence urbaine, explosions industrielles...) et analyser l'ensemble des interactions entre ces différents risques.

La dernière catastrophe Japonaise (11 mars 2011) vient encore nous préciser qu'un phénomène naturel peut déclencher d'autres phénomènes qu'ils soient naturels ou technologiques, ils sont aussi dévastateurs que les premiers. En effet d'un séisme sous-marin provoquant un tsunami, le Japon s'est évanoui sous une autre catastrophe technologique inattendue, classée au niveau 7<sup>iii</sup> (le plus élevé) sur l'échelle INES<sup>iv</sup>, ce qui la place au même degré de gravité que la catastrophe de Tchernobyl (1986).

Ceci nous ouvre un large éventail de recherches fortes intéressantes pour le cas d'Alger :

**Comment analyser et représenter les effets dominants ? Est-ce que pour le cas d'Alger, des interactions entre risques peuvent être observés ? Si ce le cas Comment se traduisent-elles en termes de conséquences ? Et comment en tenir compte dans la prévention des risques ?**

Ce chemin pourrait éventuellement être éclairé par d'autres recherches interdisciplinaires.

---

<sup>iii</sup> [http://fr.wikipedia.org/wiki/Accident\\_nucl%C3%A9aire\\_de\\_Fukushima](http://fr.wikipedia.org/wiki/Accident_nucl%C3%A9aire_de_Fukushima)

<sup>iv</sup> **L'échelle internationale des événements nucléaires**, Cette échelle compte huit niveaux de gravité notés de 0 à 7.

## **ANNEXE 01 : LE SEISME**

Les tremblements de terre se sont produits durant des milliards d'années. Beaucoup de contes à travers le long de l'histoire de l'homme montrent l'impact considérable qu'ils ont eu sur les vies humaines et les propriétés. Les tremblements de terre sont les plus terrifiants et destructifs parmi les autres phénomènes naturels tels que la pluie ou le vent. Pour plusieurs pays en voie de développement, le risque de tremblement de terre constitue une menace sérieuse à la vie humaine et à la propriété, causant parfois des pertes et perturbations économiques majeures. Les soucis d'environnement et une plus grande conscience officielle et publique des risques de tremblement de terre, dans la dernière décennie, ont conduit à un intérêt rapide et croissant pour la sismicité et, le risque et l'évaluation de l'aléa séismique dans notre pays. Parce-que les tremblements de terre sont un phénomène normal, leur occurrence ne peut pas être évitée, en raison de nos connaissances limitées actuellement ; cependant, l'impact de tels événements sur les vies humaines et leurs propriétés peut être considérablement réduit. Les effets de tous les tremblements de terre destructifs qui se sont produits dans le passé pourraient avoir été sensiblement réduits si des mesures pré-, pendant et post-catastrophes ont été adoptées et mises en place. La communauté entière à travers les écoles pourrait accroître sa sensibilisation et par conséquent être plus active en prenant des initiatives par une meilleure compréhension de la menace des tremblements de terre dans le continent et des effets possibles sur les vies humaines, le logement, les réseaux vitaux ainsi que d'autres systèmes.

### **1. Le Phénomène Sismique :**

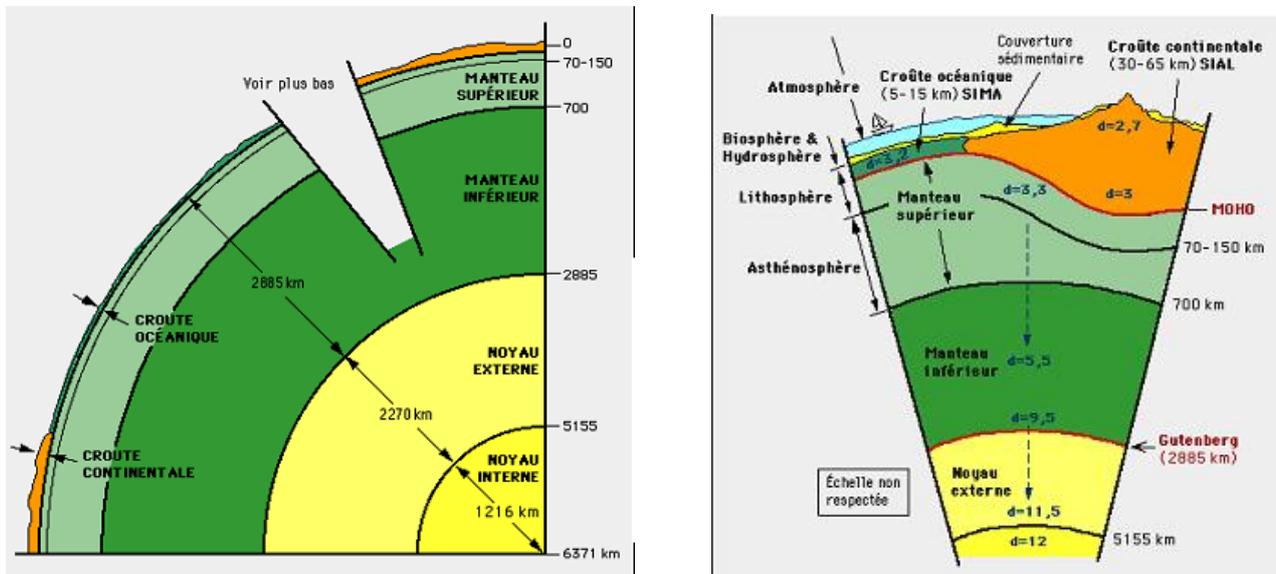
Un tremblement de terre est un phénomène naturel comme le vent et la pluie. C'est une secousse soudaine et rapide de la terre provoquée par la libération de l'énergie stockée dans les roches. C'est une brève définition que les enfants de tous les âges peuvent maîtriser.

*« Ils marchèrent vers Lisbonne; ... À peine ont-ils mis le pied dans la ville ... qu'ils sentent la terre trembler sous leurs pas ; la mer s'élève en bouillonnons dans le port, et brise les vaisseaux qui sont à l'ancre. Des tourbillons de flammes et de cendres couvrent les rues et les places publiques ; les maisons s'écroulent, les toits sont renversés sur les fondements se dispersent ; trente mille habitants de tout âge et de tout sexe sont écrasés sous des ruines. » « Quelles peut-être la raison suffisante de ce phénomène ? Disait Pangloss. » Candide, Voltaire, 1759 (Herve P, J.C. Bousquet, F. Masson )*

1.

## 1.1. Pourquoi des séismes ? Et où se localisent-ils ?

La planète est vivante. On le voit à la surface, mais elle vit aussi sous nos pieds .



Source : (documents Université de Laval, Québec)

Figure 38 : Coupes schématiques sur le globe terrestre

A l'échelle de la planète l'écorce rigide (lithosphère<sup>i</sup>) est comme une coquille d'œuf à la Surface d'une grande épaisseur de magma visqueux dans le manteau supérieur.

Le noyau, au centre de la planète est extrêmement chaud (plus de 4000°C !). Sous l'effet de cette chaleur le magma est agité de mouvements lents comme un fluide dans une casserole sur le feu. Il provoque des poussées sous la croûte qui se déforme. On le voit parfois sortir des volcans. La croûte est divisée en « plaques tectoniques », les continents et les fonds marins, qui se déplacent très lentement les unes par rapport aux autres sous l'effet des mouvements du magma. Quelques centimètres par an... qui sont accumulés pendant des années : la roche se déforme lentement et... un jour...

**Ce sont ces poussées du magma sous les plaques qui font « craquer la planète » lorsque la roche arrive au point de rupture: les séismes (P. BALANDIER )<sup>2</sup>.**

Aussi, les séismes n'ont pas une répartition aléatoire à la surface de la planète, mais sont localisés pour leur immense majorité sur les frontières des plaques, là où les contraintes sont les plus élevées. Ce sont ces zones qu'il faut étudier et surveiller plus particulièrement, car c'est là que le risque est le plus élevé.

<sup>i</sup> Zone formant l'une des enveloppes concentriques du globe terrestre, surmontant l'asthénosphère, d'épaisseur variant de 70 km (sous les océans) à 150 km (sous les continents). La lithosphère correspond à l'ensemble rigide croûte + manteau supérieur et est fragmentée en plaques mobiles les unes par rapport aux autres. Le Larousse

## **1.2. Causes des séismes :**

Jusqu'à un passé très récent, la cause des tremblements de terre était un mystère non résolu. C'était le sujet du folklore de fantaisie. Les légendes sont des explications narratives traditionnelles des phénomènes naturels, qui régnaient quand l'explication scientifique n'était pas disponible. A partir des temps anciens, des légendes (mythes) ont été établies pour expliquer ce que nous n'avons pas compris.

En Afrique du nord, les personnes âgées ont expliqué les tremblements de terre en disant que la terre était perchée sur les cornes d'un taureau qui bouge sa tête une fois fatigué pour changer la position de la terre d'une corne à l'autre. Au Mozambique, il a été accepté que la terre est une créature vivante, et elle a les mêmes types de problèmes que l'homme pouvait avoir. Parfois elle tombe malade, avec la fièvre et les frissons, et ainsi nous pouvons sentir sa secousse. En Afrique occidentale, un géant porte la terre sur sa tête. Toutes les plantes qui poussent sur la terre sont ses cheveux, et les humains et les animaux sont les insectes qui rampent par ses cheveux. Il se repose habituellement en faisant face à l'est, mais de temps à autre il tourne vers l'ouest (les tremblements de terre viennent dans la direction d'Afrique occidentale), et puis de nouveau à l'est, avec une secousse qui est ressentie comme tremblement de terre. Mais notre société a des mythes modernes au sujet des tremblements de terre. Comme en Algérie, les gens disaient que le tremblement de terre El-Asnam du 10 octobre 1980 s'est produit parce que les gens mangeaient le couscous (repas national) avec du vin et Allah les a punis. Certains toujours et malheureusement certains des fonctionnaires des gouvernements croient que les désastres sont des actions de Dieu. Soudainement, un grand nombre de tremblements de terre s'est produit dans le monde comme entre 1999 et 2004, cela ne sont que des légendes. Bien que nous ayons des prévisions à long terme, personne ne peut faire actuellement des prévisions à court terme quant au temps production du tremblement de terre. Les mythes modernes rendent opaque notre vision à ce que nous devons faire pour nous protéger. Rejetons ces légendes ou mythes; il est temps de regarder la réalité et d'apprendre comment être préparé pour réduire les effets des tremblements de terre.

### **1.2.1. Tectonique des plaques :**

De Montessous de Ballore<sup>ii</sup> avait abordé le problème de la répartition mondiale de la sismicité (Herve.P, J.C.Bousquet, F.Masson )<sup>3</sup>, aussi bien sur les continents que dans les océans. Pour la comprendre, il faudra attendre la « révolution » dans les sciences de la terre, que constitue à partir des années 1960 – 1970 l'émergence des concepts de « la tectonique des plaques » contribuant ainsi à

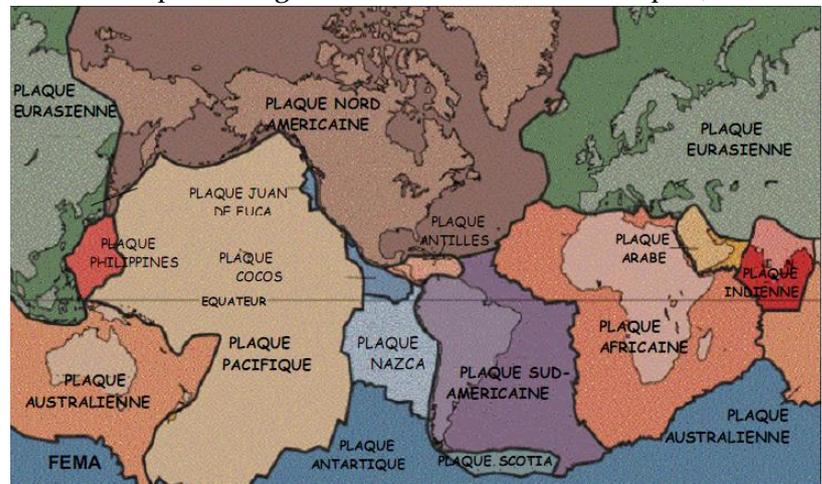
---

<sup>ii</sup> Est un sismologue français. Durant son séjour en Amérique centrale il fait ses premières expériences avec les tremblements de terre et s'intéresse aussi à l'archéologie. De retour en France, il obtient un poste à l'école polytechnique. Il entreprend alors un travail minutieux de classification des tremblements de terre.

la compréhension du mécanisme responsable de l'activité sismique du globe terrestre, puisque ce n'est qu'en 1968 que J. Morgan, D. McKenzie et X. Le Pichon a formulé la théorie de la tectonique des plaques qui fournit un modèle cinématique cohérent des déformations de l'écorce terrestre (MADARIAGA.R et PERRIER.G 1991)<sup>4</sup>.

Le moteur de ces déformations est l'expansion des fonds océaniques (proposée en 1960 par H. Hess après l'échec d'autres tentatives d'explication de la « dérive des continents », imaginée en 1915 par Wegener<sup>iii</sup>) par création continue de croûte océanique le long des dorsales médio-océaniques;

Cette expansion, qui peut atteindre 170 mm/an pour les dorsales les plus actives (J. Betbeder-Matibet, J-L. Doury)<sup>5</sup>, pousse les unes contre les autres les différentes plaques rigides (une douzaine au total, carte 1) qui constituent l'écorce terrestre.



Source : Risque de tremblement de terre en Afrique : un guide pour les chefs de communautés, Djillali BENOUAR

Carte 61: Les différentes plaques tectoniques

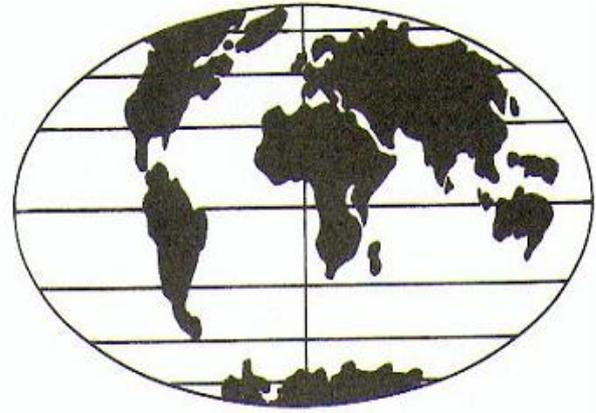


La masse de terre, il y a environ 200.000.000 années quand il y avait une seule grande masse de terre: Le Pangaea, ou supercontinent



La masse de terre, il y a environ 65.000.000 années quand le supercontinent s'est brisé en de plus petits continents

<sup>iii</sup> **Alfred Wegener** : est le principal auteur de la dérive des continents, ses travaux ont permis de constater de remarquables corrélations géologiques et paléontologiques de part et d'autre des deux côtés de l'océan atlantique. Il envisagea alors l'idée selon laquelle tous les continents formaient un seul bloc qu'il a baptisé la Pangée jusqu'à une époque d'environ 200 millions d'années



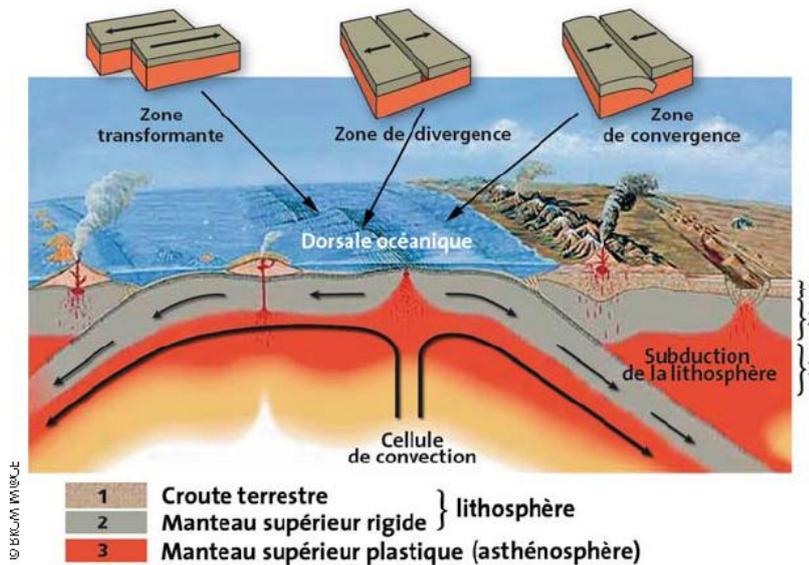
Les masses de terre aujourd'hui ou l'Inde s'heurte à l'Eurasia. L'Eurasia continue de se séparer pendant que l'Océan Atlantique s'élargit.

Les masses de terre à environ 50,000,000 années dans le futur.

Source : Risque de tremblement de terre en Afrique : un guide pour les chefs de communautés, Djillali BENOUAR

Figure 39 : Illustre la formation et la cassure du supercontinent (Pangaea)

Plusieurs types de mouvements peuvent résulter de ces affrontements entre plaques .

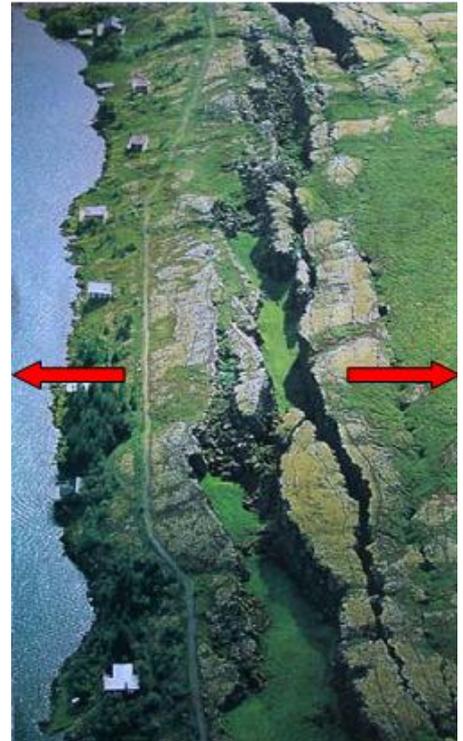


Source :Google image

Figure 40: types de mouvements qui peuvent résulter des affrontements entre plaques

### 1.2.1.1. La subduction :

C'est-à-dire la plongée d'une plaque sous une autre (ce qui permet de compenser l'augmentation de surface résultant de l'expansion des fonds océaniques), comme celle de la plaque Nazca sous l'Amérique du Sud, ou de la plaque Philippines sous l'Eurasie au niveau du Japon ; Dans ce cas, les plaques s'éloignent l'une de l'autre. Au début le phénomène commence sur un continent qui se sépare en deux. On appelle le fossé qui se crée « un rift ». « Un jour » L'eau de mer s'engouffre dans le rift et si l'expansion continue on a un océan comme l'Atlantique. Il y a fort longtemps l'Afrique et l'Europe d'une part, et l'Amérique d'autre part ne formaient qu'un seul continent. D'où la coïncidence des formes côtières entre l'Afrique de l'Ouest et l'Est de l'Amérique du Sud (P.BALANDIER) <sup>6</sup>.



Source : Patricia BALANDIER ; le séisme et les sites constructibles

**Photo 30 : Faille de Pingvellir en Islande (Document Yann Arthus-Bertrand**

*La zone où se produit l'expansion de l'océan est en général située au fond de l'eau et s'appelle une dorsale. En Islande, la dorsale Atlantique est émergée. On peut voir des failles qui travaillent en expansion comme celle-ci.*

### 1.2.1.2. Le décrochement :

C'est-à-dire le coulissage horizontal d'une plaque contre une autre (failles transformantes), dont l'exemple le plus connu est la célèbre faille de San Andreas en Californie (contact entre les plaques Pacifique et Amérique du Nord). Dans ce cas, les plaques (ou les parties d'une même plaque) coulissent l'une par rapport à l'autre. Soit qu'elles se déplacent dans la même direction, mais pas à la même vitesse, soit qu'elles se déplacent dans des directions opposées.

La terre coulisse de part et d'autre de cette célèbre faille. La partie située à droite sur le cliché se rapproche de nous et la partie située à gauche s'éloigne. Elle est très étudiée car elle concerne des millions d'habitants. Au rythme actuel du déplacement ( $\sim 5,5 \text{ cm/an}$ ), la ville de Los Angeles sera au droit de San Francisco dans 10 Millions d'années. La route qui traverse la faille donne l'échelle des reliefs associés au travail de la faille sur les roches (P. BALANDIER) <sup>7</sup>.

Source : Patricia BALANDIER ; le séisme et les sites constructibles

**Photo 31 : Faille de San Andréa en Californie (Document USGS)**



### 1.2.1.3. La compression,

C'est-à-dire la collision frontale sans subduction qui se traduit par la formation de chaînes de montagnes, comme l'Himalaya, résultat de la collision des plaques Inde et Eurasie. Ces mouvements relatifs entre plaques ne se font pas, en général, de manière progressive, mais par à-coups et chacun de ces à-coups constitue un séisme, plus ou moins intense suivant l'amplitude et la rapidité du mouvement, ainsi que l'étendue de la zone concernée. Cette théorie de la tectonique des plaques est maintenant bien établie et fournit une explication immédiate des séismes qui se produisent au voisinage des limites des plaques (séismes interplaques).



Source : Patricia BALANDIER ; le séisme et les sites constructibles

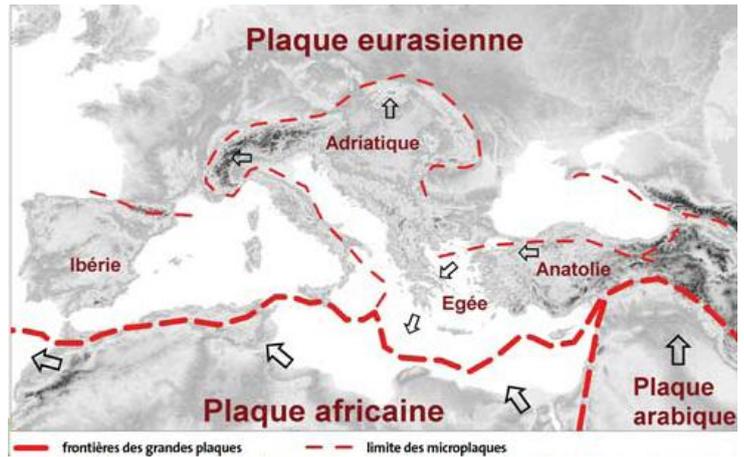
**Photo 32 : L'Himalaya (Photographie Jimmy Park Li.)**

Collision entre l'Inde et l'Eurasie

#### 1.2.1.4. La convergence Afrique – Eurasie :

Le bassin méditerranéen est le lieu de rencontre de deux grandes plaques continentales :

Afrique et Eurasie. Le Nord de la l'Algérie, désormais se trouve en pleine zone de subduction des plaques subissant ainsi des contrecoups de cette convergence.



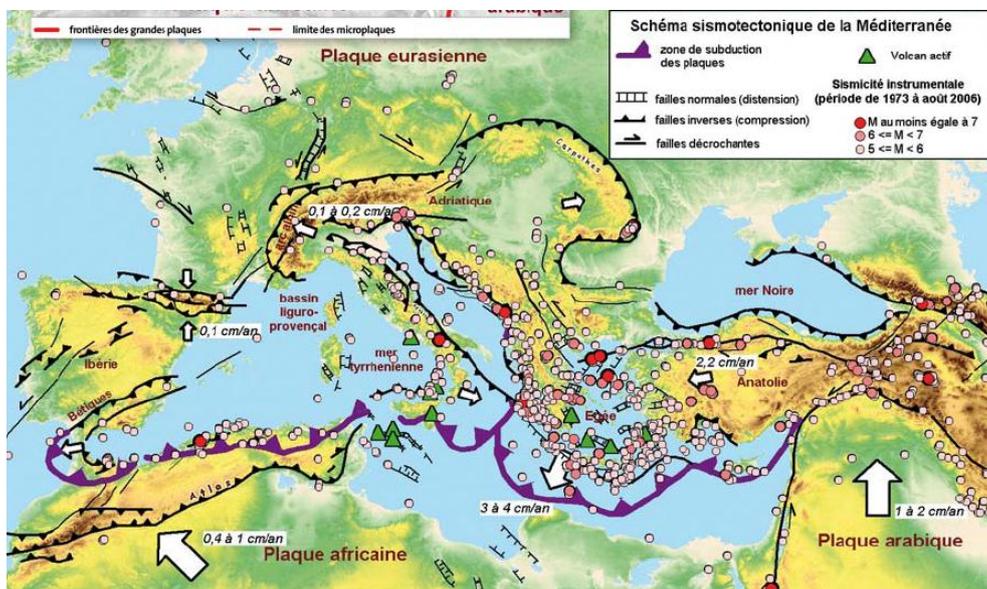
Source : BRGM ; le risque sismique en Alpe Provence

Figure 41 : Convergence de la plaque Africaine avec la plaque Eurasienne

Ce mouvement de convergence entre les plaques Eurasie et Afrique a démarré il y a environ 70 millions d'années et se poursuit aujourd'hui. Il se traduit par des zones:

- de subduction en Méditerranée centrale (arcs égéen et tyrrhénien),
- de collision en Méditerranée occidentale (chaîne de l'Atlas et chaîne alpine) .

Entre les deux grandes plaques continentales Afrique et Eurasie, des microplaques sont prises en étau : Adriatique, Ibérie, Egée et Anatolie. Ce mouvement général de convergence augmente d'Ouest en Est, passant de 0,4 à 1 cm/an (BRGM) <sup>8</sup> en Algérie qui se traduit par une activité sismique plus soutenue et plus modérée au nord donnant sur bassin méditerranéen engendrant ainsi des failles inverses en compression.



Source : BRGM ; le risque sismique en Alpe Provence

Figure 42 : Détail de Convergence de la plaque Africaine avec la plaque Eurasienne

### 1.2.2. Autres causes de séismes :

La quasi-totalité de l'activité sismique correspond aux séismes tectoniques ; il existe cependant d'autres types de séismes, d'origine naturelle ou anthropique :

#### 1.2.2.1. Séismes volcaniques :

L'activité volcanique a de multiples aspects qui sont en relation en grande partie avec la viscosité de magma. De ce fait, la sismicité engendrée possède de même des caractéristiques multiples.

Les volcans au dynamisme le plus explosif peuvent provoquer des secousses du sol qui font le tour de la terre, comme lors de l'éveil cataclysmique du Krakatoa en 1883, la montée du magma visqueux dans la chambre magmatique est relevée par une augmentation de la fréquence de la sismicité. Elle est accompagnée par une inflation du volcan et des déformations du sol en surface. Appelé « bradyséisme » (HERVE .P, J. C BOUSQUET, F. MASSON 2007)<sup>9</sup>. C'est-à-dire littéralement « séisme paresseux » ce phénomène est particulièrement remarquable à Pouzzoles (Champs Phlégréens, Italie) (HERVE .P, J. C BOUSQUET, F. MASSON 2007)<sup>10</sup>.

Des volcans au magma beaucoup moins visqueux, comme l'Etna, sont le siège de séismes qui n'atteignent que très rarement la magnitude de 5 ; répartie en deux catégories des séismes volcano-tectoniques et des séismes purement volcaniques. Les premiers sont les plus profonds (jusqu'à 40 km) et correspondent à l'ouverture de fractures avec injection de magma, sous le volcan. Les seconds plus superficiels, sont directement liés aux éruptions. Ils correspondent à des ébranlements provoqués par la montée du magma dans la cheminée volcanique. De magnitude très faible, ces séismes nombreux (plusieurs centaines au moins en quelques heures) et rapprochés (une à deux minutes) (HERVE .P, J. C BOUSQUET, F. MASSON 2007)<sup>11</sup> constituent les « tremors »<sup>iv</sup>. Ils précèdent de peu l'arrivée en surface du magma et sont donc très utiles, pour la surveillance des volcans.

#### 1.2.2.2. Séismes anthropiques :

Certaines activités humaines peuvent être à l'origine de séismes, appelés en conséquence « séismes anthropiques ». De fait, cette appellation couvre toute une gamme de tremblement de terre aux causes bien différentes.

---

<sup>iv</sup> Un **tremor** est un séisme volcanique engendré par la remontée du magma lors d'une éruption volcanique. Les vibrations sont provoquées par les chocs du magma, des bulles de gaz volcanique et des blocs solides contre les parois de la cheminée volcanique.

En premier lieu, on peut distinguer ceux qui sont provoqués par des explosions : les tirs d'explosifs dans les carrières, tous comme les tirs de mine engendrent des vibrations qui se propagent dans le sol. Ils sont enregistrés par les réseaux sismologiques régionaux, mais leurs magnitudes restent faibles. Plus importantes, les explosions occasionnées par des essais nucléaires déclenchent également des secousses du sol qui se propagent à très grande distance, l'énergie d'une bombe nucléaire d'une mégatonne correspondant à un séisme de magnitude un peu supérieure à 7 (HERVE .P, J. C BOUSQUET, F. MASSON 2007) <sup>12</sup>.

Les effondrements et « coups de toit » qui se produisent dans les mines et explosions souterraines de minerais, de substances combustibles (charbon) ou de matériaux pour la construction (calcaire, gypse) sont à rapprocher de cette première catégorie, que l'on peut qualifier d'artificiels<sup>v</sup>.

En second lieu, l'homme peut modifier les conditions dans lesquelles se déclenche un tremblement de terre : il s'agit donc alors des séismes induits. Souvent associés à un apport massif d'eau dans les terrains (mise en eau d'un grand barrage ou injection à grande échelle dans le sol) ; ces séismes induits, dont on connaît quelques exemples, paraissent devoir être attribués à la diminution de résistance à la rupture des roches lors de l'infiltration d'eau dans leur réseau de micro fractures.

### **1.3. Classification des séismes :**

Le foyer ou l'épicentre est le lieu qui constitue l'origine de l'énergie de l'ébranlement des roches. Selon la profondeur des foyers on classe les séismes en (BADDARI K ; DJEDDI M 2002) <sup>13</sup> :

- Superficiels (normaux)
- Intermédiaires
- Profonds ;

#### **1.3.1. Les séismes superficiels :**

La croûte terrestre étant rigide, elle peut casser. Étant donné que les plaques lithosphériques ont une épaisseur moyenne d'environ 70 Km, la majorité des séismes sont évidemment superficiels c'est-à-dire que leurs foyers ne dépassent pas une profondeur de quelques dizaines de kilomètres (50-70 km) (BADDARI K ; DJEDDI M 2002) <sup>14</sup>. Ils caractérisent les zones de tension des dorsales océaniques ainsi que les mouvements le long des failles transformantes<sup>vi</sup>.

---

<sup>v</sup> Résultant des explosions souterraines ou de l'exploitation des mines

<sup>vi</sup> **Faïlle Transformantes** : frottement d'une plaque contre une autre plaque

Cette catégorie de séismes représente près de 70 % de l'ensemble des séismes et couvre plus de 75 % de l'énergie sismique totale libérée (BADDARI K ; DJEDDI M 2002)<sup>15</sup>. En outre les séismes superficiels constituent la majorité des séismes destructeurs. Ils se caractérisent par des fréquences d'apparition diminuant en fonction de la profondeur.

La région de la faille de San Andreas (en Californie) et celle de la faille antonienne (nord de la Turquie) sont des exemples de régions affectées essentiellement par des séismes superficiels. Ce type de séisme est également caractéristique à la large bande continentale qui va de la Birmanie à nos régions méditerranéennes.

### **1.3.2. Les séismes intermédiaires :**

Ce sont des ébranlements dont la profondeur des foyers est comprise entre 70 et 300 ou 350 km. Cette catégorie de séismes constitue d'environ 25 % de la totalité des séismes normaux. Les séismes intermédiaires ébranlent les régions comme l'Hindou Kouch et la Roumanie.

### **1.3.3. Les séismes profonds:**

Ils sont plus rares que les deux catégories précédentes et ne représentent qu'environ 5%. Les séismes profonds ont des foyers qui se situent environ 300 et 700 km et ils se produisent essentiellement le long d'une plaque lithosphérique sous une autre plaque aussi longtemps que les paramètres pression et température n'ont pas encore transformé les roches à un état fluide (visqueux) (BADDARI K ; DJEDDI M 2002)<sup>16</sup>.

Autrement dit cette catégorie de séisme se produit que si des forces de compression contraignent la lithosphère à plonger dans l'asthénosphère ; les séismes profonds ne sont enregistrés que dans certains endroits, par exemple sous les volcans tyrrhéniens (Stroinboli, Vésuve, Etna etc. ...

En outre, on différencie les séismes intermédiaires et profonds des séismes superficiels grâce à l'étude des éléments suivants :

- Lignes isoséistes :
- Écartement des lignes des temps
- Répliques résultant des réfractions et réflexions

Dans les premier cas on observe un grand écartement des lignes isoséistes. Dans le second cas, on observe un écartement des lignes de même temps d'arrivées des ondes près du foyer (BADDARI K ; DJEDDI M 2002)<sup>17</sup>.

De même que pour les séismes intermédiaires, les séismes profonds sont ressentis en surface avec beaucoup moins d'intensité que les séismes normaux. Certains d'entre eux ne sont détectés que grâce aux appareils sismographiques.

#### 1.4. L'origine des séismes :

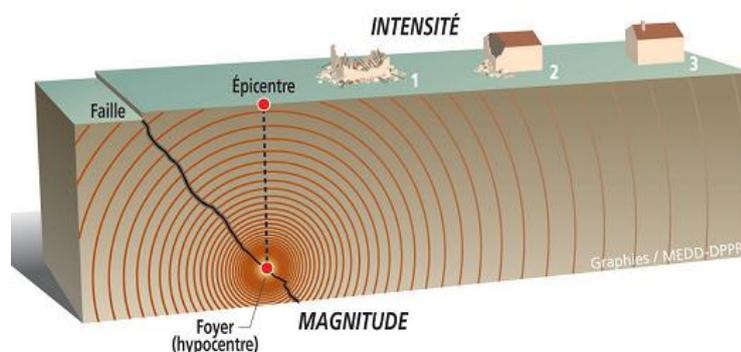
La notion de foyer.

- Séisme : roche sous contrainte qui encaisse une grande capacité d'énergie jusqu'au moment où il y a rupture et relargage de l'énergie accumulée.
  - a) **Épicentre**: L'épicentre est le point sur la surface de la terre directement au-dessus du foyer. La localisation d'un tremblement de terre est généralement décrite par la position géographique de son épicentre et par sa profondeur focale. Lignes iso-séismes : ligne égale des dégâts.
  - b) **Ondes** : déplacement d'énergie dans une matière solide.

##### 1.4.1. Le foyer séismique :

Le foyer séismique est une rupture ou un système de ruptures qui prennent naissance pendant les séismes ; qui se produisent suite à une forme de relaxation de l'énergie élastique accumulée dans l'écorce terrestre. il peut être définie comme suit :

- Le foyer d'un séisme tectonique est une rupture dans les couches terrestres.
- Cette rupture se produit suite à une accumulation de contrainte (cisaillement)
- La rupture prend naissance dans un domaine réduit, puis elle se propage avec une vitesse, ne dépassant pas la vitesse des ondes séismiques.
- Le milieu environnant la rupture reste linéaire et élastique.



Source : MEDD-DPPR

Figure 43 : caractéristiques des séismes

### **1.4.2. Le mécanisme au foyer :**

L'histoire tectonique d'une région et les contraintes présentes dans la roche conditionnent le type de déplacement au niveau des failles.

La corrélation entre les failles et les séismes furent mise en évidence par l'étude de ces failles actives. Aujourd'hui il est admis d'une part que le jeu des failles est l'une des causes principales qui engendrent un séisme et d'autre part, la majorité des séismes s'accompagne par la naissance de fractures géologiques.

#### **1.4.2.1. Le mouvement le long d'une faille :**

Les mouvements des plaques tectoniques se réalisent à certains endroits et pas à d'autres, là où le sol est plus "fragile" (plus exactement, moins résistant). On parle de localisation de la déformation. Ces regroupements de zones de faiblesse donnent naissance aux failles (N. CARRY 2006)<sup>18</sup>.

##### *a. A quoi ressemble une faille?*

Une faille est une grande fissure (ou fente) dans les roches. Contrairement au caractère spectaculaire des films, une faille n'est jamais ouverte; on ne peut pas tomber dedans. Même si une faille est épaisse de plusieurs mètres, elle est remplie de broyats de roches de toutes tailles dus aux mouvements le long de la faille. Au plus, une fracture béante de 2 ou 3 mètres de profondeur sera visible à la surface, tandis que la faille peut descendre à plusieurs kilomètres de profondeur.

Le déplacement le long de la faille est une réponse à l'accumulation de contraintes (ou forces) de part et d'autre de cette faille. Ces contraintes sont dues aux mouvements des plaques tectoniques. Comme les roches sont rugueuses, le mouvement ne se fait pas régulièrement mais par à-coup. Lors de ses à-coups, l'énergie accumulée est libérée subitement et les deux blocs situés de part et d'autre de la faille se déplacent brusquement.

##### *b. Modélisation d'une faille :*

Pour faire percevoir le concept de faille, voici une série de petites expériences (N. CARRY 2006)<sup>19</sup>.

– Que se passe-t-il si je me frotte les mains en les serrant fort l'une contre l'autre?

On ressent de la chaleur (la chaleur est une forme d'énergie).

– Que se passe-t-il si je frotte un caillou sur ma main ?

On sent que le caillou est rugueux, et la main chauffe également.

– Que se passe-t-il si je frotte 2 cailloux l'un contre l'autre?

On sent que les cailloux raclent l'un sur l'autre, mais ils restent froids. Par contre, il y a un bruit Pas très agréable.

Malgré son aspect simpliste, cette démarche reste correcte scientifiquement. La chaleur ressentie sur les mains est une énergie. Le bruit généré par le frottement de 2 roches l'une sur l'autre est une vibration. Tout comme les tremblements de terre, le bruit et la chaleur sont 2 énergies qui se produisent dans une zone localisée et qui se dissipent par propagation.



Source : Les séismes expliqués aux enfants ; Nicolas CARRY

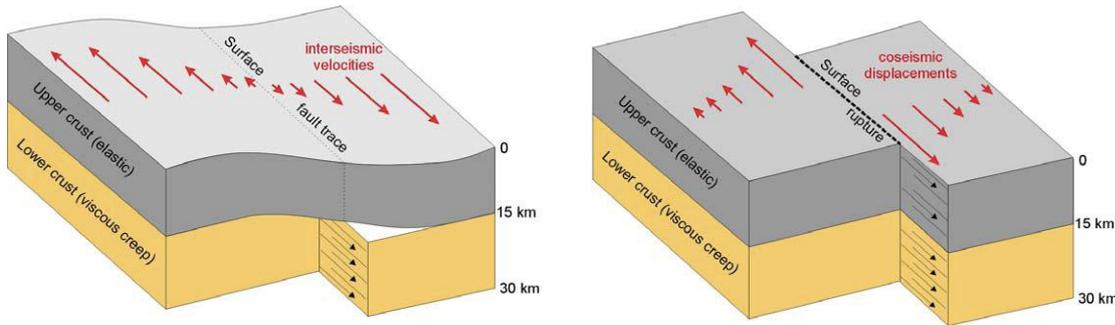
**Figure 44 : modélisation d'une faille**

#### 1.4.2.2. Classification des failles :

La classification la plus simple se résume comme suit (BADDARI K ; DJEDDI M 2002)<sup>20</sup> :

- Les failles normales se caractérisant par la séparation partielle des deux compartiments qui soumis à des forces d'étirements s'écartent l'un de l'autre ce qui provoque l'effondrement de l'un des blocs.
- Les failles inverses qu'on appelle également chevauchantes. A l'inverse du cas précédent, les deux blocs sont poussés l'un vers l'autre par des forces de compression. Ce qui conduit dans la plupart des cas au chevauchement d'un bloc sur l'autre.
- Le troisième type de faille se rapporte aux failles décrochantes ou tout simplement décrochement vertical. Un tel événement provoque le coulissage horizontal des deux blocs séparés en sens contraire de part et d'autre du plan de faille.

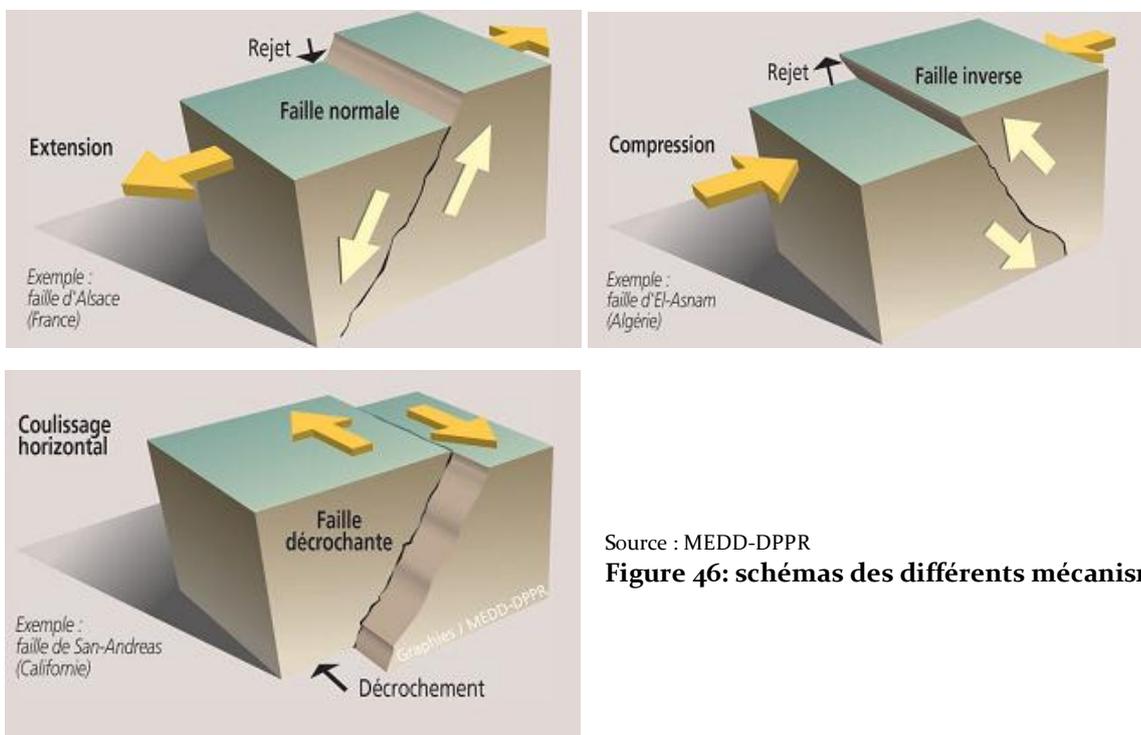
Dans le cas du séisme du 12 janvier, il s'agit donc d'un séisme de décrochement, entre les plaques caribéennes et nord-américaine, avec en plus une légère composante compressive. Cela peut se représenter ainsi<sup>21</sup> :



Source : Communiqué de l'OVS de la Martinique sur le séisme d'Haïti (M=7) du 12 janvier 2010

**Figure 45 : schémas des mécanismes au foyer lors du séisme de Haïti du 12 /01/2010.**

Ainsi dans les zones de compression, le déplacement s'effectue sur des failles inverses, et dans les zones d'extension, sur des failles normales. On trouve Les premiers dans les contextes géodynamiques d'écartement des plaques, comme les dorsales ou elles limitent les rifts (HERVE P., J. C. BOUSQUET, F. MASSON 2007)<sup>22</sup>, à l'échelle plus locale des déformations intraplaques, en bordure des grabens ou fossés d'effondrement. Quant aux seconds. Elles sont surtout courantes dans les contextes de convergence qui conduisent à la formation des chaînes de montagnes. Toute fois comme cela est constaté à différentes échelles, ces failles sont souvent associées, en fonction de différentes situations voir par exemple, le cas des failles observées, lors du séisme d'el Asnam du 10/10/1980 (figure 47), de même que les décrochements sont associés à ces deux catégories de failles suivant des modalités géométriques ou les caractéristiques des contraintes HERVE P., J. C. BOUSQUET, F. MASSON 2007)<sup>23</sup>. Ces deux types de failles induisent des déplacements verticaux, appelés rejets. Des déplacements horizontaux, appelés décrochements, sont également possibles dans le cas des failles de coulissage ou des failles transformantes.



Source : MEDD-DPPR

**Figure 46: schémas des différents mécanismes au foyer**

### 1.4.3. Les ondes sismiques :

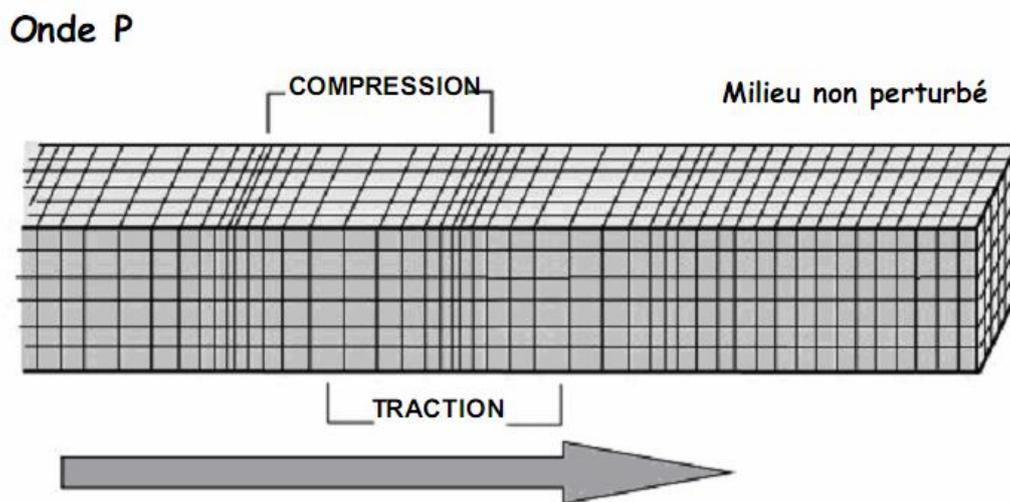
Lors du déplacement de la roche le long d'une faille, l'énergie libérée va se propager dans toutes les directions autour du foyer, sous forme d'une vibration complexe composée de différents trains d'ondes. L'arrivée de ces différents trains d'onde est décalée dans le temps en raison de vitesses de propagation différentes dans la roche. Pour un observateur éloigné de l'épicentre, le séisme est perçu comme une vibration dans toutes les dimensions, provenant de l'épicentre et déphasée dans le temps.

Les ondes sismiques sont de deux types, ondes de volume et ondes de surface.

#### 1.4.3.1. Ondes de volume:

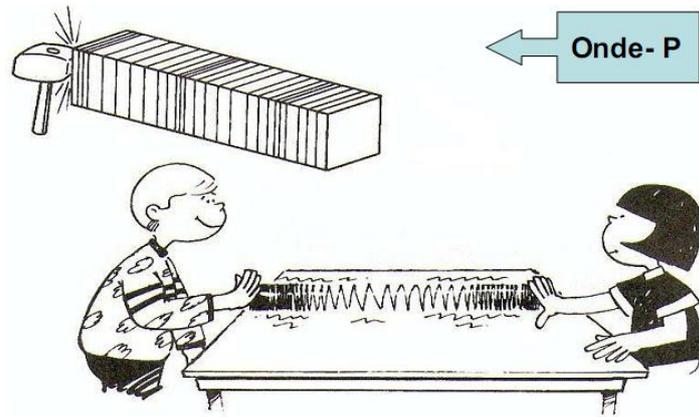
Les ondes de volume qui propagent à travers le globe sont des ondes soit P (pour primaire) ou S - (pour secondaire). Les ondes P se propagent plus rapidement que les ondes S. Les deux types s'appellent les ondes de volume car ils se propagent à travers tout le globe terrestre. Les ondes de volume sont importantes parce qu'elles nous permettent de localiser les épicentres des tremblements de terre.

Les figures ci-dessus montrent les formes des ondes P et S respectivement.



Source : Risque de tremblement de terre en Afrique :  
un guide pour les chefs de communautés, Djillali BENOUAR

**Figure 47 : montre la forme de l'onde P**

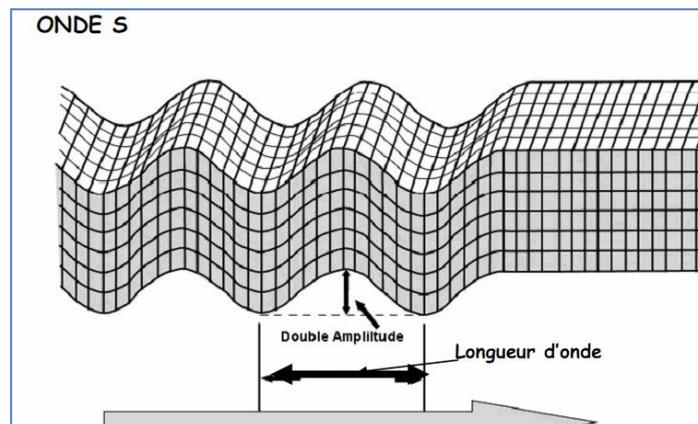


Source : Risque de tremblement de terre en Afrique : un guide pour les chefs de communautés, Djillali BENOUAR

**Figure 48 : illustration de la forme de l'onde P**

Les ondes P génèrent alternativement des compressions et des dilatations du matériel mais par rotation. Elles sont l'équivalent dans les solides des ondes sonores dans l'air. Ces ondes arrivent toujours les premiers.

La vitesse des ondes P dans différentes roches est présentée dans le tableau qui suit. Elle est de quelques centaines de mètres par seconde dans la sub-surface de quelques kilomètres par secondes dans la croûte et monte jusqu'à 10 km/s dans le manteau inférieur et le noyau interne (HERVE P., J. C. BOUSQUET, F. MASSON 2007)<sup>24</sup>.

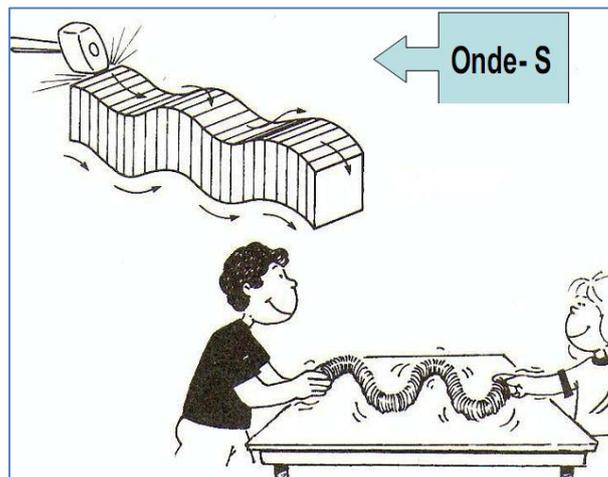


Source : Risque de tremblement de terre en Afrique : un guide pour les chefs de communautés, Djillali BENOUAR

**Figure 49 : montre la forme de l'onde S**

Les ondes S génèrent des cisaillements dans le matériau qu'elles traversent mais pas de variation de volume.

Leur vitesse est toujours inférieure à  $V_p$ . Elles arrivent donc en second. Comme  $\mu=0$  dans les répliques, les ondes S ne se propagent pas dans les liquides, et notamment dans les noyaux externes de la terre ou dans les océans.

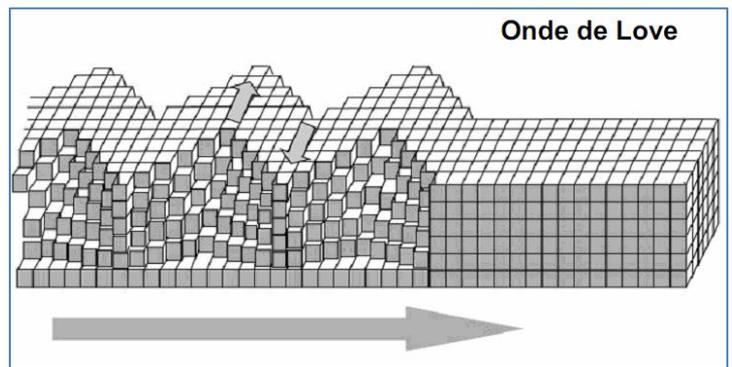


Source : Risque de tremblement de terre en Afrique : un guide pour les chefs de communautés, Djillali BENOUAR

Figure 50 : illustration de la forme de l'onde S

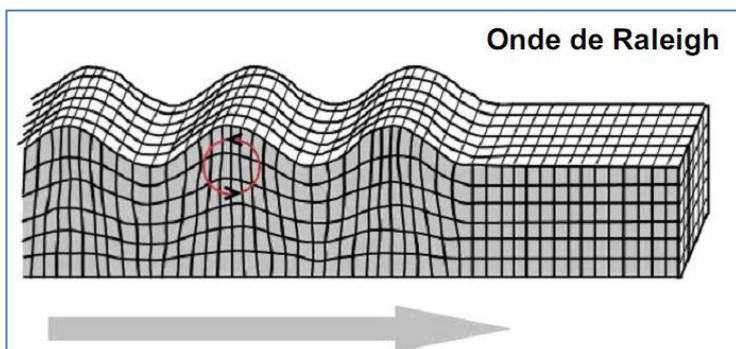
#### 1.4.3.2. Ondes de surface:

Des ondes sismiques qui se propagent à ou près de la surface de la terre sont appelées les ondes de surface. Elles sont principalement responsables de la secousse du sol et des dommages aux structures. Il y a deux types d'ondes de surface: Ondes de Love et ondes de Raleigh. Les figures ci-après montrent les formes des ondes de Love et de Raleigh respectivement.



Source : Risque de tremblement de terre en Afrique : un guide pour les chefs de communautés, Djillali BENOUAR

Figure 51 : montre la forme de l'Onde de Love

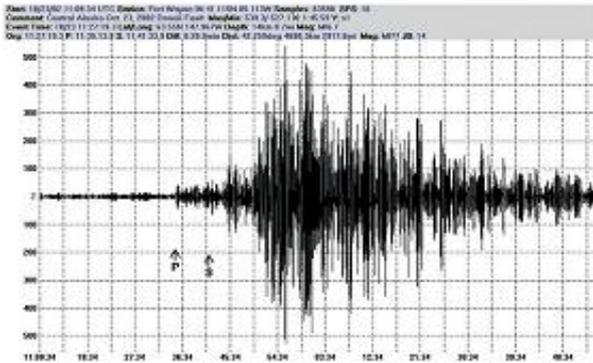


Source : Risque de tremblement de terre en Afrique : un guide pour les chefs de communautés, Djillali BENOUAR

Figure 52 : montre la forme de l'Onde de Raleigh

## 2. L'ALÉA SISMIQUE :

### 2.1. L'enregistrement des séismes :



Source : MEDD-DPPR

#### Figure 53 : Exemple de sismogramme

Pour un même séisme, les différents sismogrammes obtenus, au niveau de toutes les stations sismologiques, permettent de localiser l'épicentre du séisme, par lecture des délais d'arrivée des ondes et méthode des cercles. L'enregistrement des séismes s'effectue sous forme de sismogrammes, soit sur une bande ou film, soit par enregistrement numérique.

#### 2.1.1. Les types de sismographes

Il y a deux types de sismographes :

##### 2.1.1.1. Les sismographes de types mécanique ou électromagnétique :

Ce sont des instruments très sensibles basé essentiellement sur le principe d'énergie d'un pendule et dont l'enregistrement prend la période propre du pendule et son l'amortissement. En ce qui concerne le temps du choc tellurique, il est mesuré d'une manière très précise grâce à une émission radio.

##### 2.1.1.2. Les strong motions « sismographes plus récents » :

Ils sont beaucoup moins sensibles que les précédents, ils ont la possibilité de mesurer les évènements sismiques d'intensité élevée.

<sup>vii</sup> **Sismographe ou sismomètre** : appareil d'enregistrement du mouvement relatif d'un bâti indéformable fixé au sol par rapport à une masse pesante interne.

### 2.1.2. Lire un sismogramme :

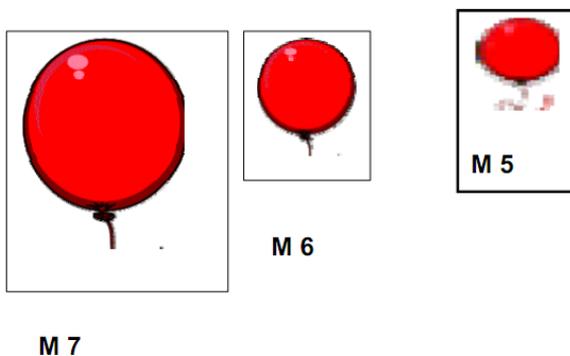
On retrouve dans les sismographes les différents types d'ondes présentés précédemment à savoir les ondes de volume P et S ainsi que les ondes de surface (Rayleigh et Love). Mais le sismogramme est compliqué par la complexité de la structure interne de la terre. En effet sur chaque interface, les ondes se réfléchissent et se transmettent. De plus elles peuvent subir des conversions. Ceci rend la lecture d'un sismogramme complexe (HERVE P., J. C. BOUSQUET, F. MASSON 2007)<sup>25</sup>.

## 2.2. La quantification des séismes :

Un autre paramètre utilisé pour classer un séisme concerne son énergie émise. La magnitude et l'intensité constituent les deux principales échelles actuellement existantes pour mesurer des séismes avec des modifications et des perfectionnements, tant pour l'intensité que la magnitude. L'intensité caractérise les effets d'un séisme. Elle est plus quantitative.

### 2.2.1. La magnitude de Richter :

La magnitude d'un séisme (notée M) est un chiffre sans dimension, représentant l'énergie libérée lors de la rupture. La magnitude est unique pour un séisme et indépendante du lieu d'observation. Estimée par exploitation des sismogrammes, la magnitude est théoriquement illimitée. Dans la pratique, aucune magnitude mesurée n'a dépassé 9,5 (au Chili, le 22 mai 1960). Augmenter la magnitude d'un degré revient à multiplier l'énergie libérée par trente. Ainsi, un séisme de magnitude 6 équivaut à la libération de l'énergie de trente séismes de magnitude 5. Cette échelle permet aussi d'apprécier les dimensions de la faille activée (coulissage moyen ou rejet, et longueur du coulissage).



Source : Risque de tremblement de terre en Afrique : un guide pour les chefs de communautés, Djillali BENOUAR

Figure 54 : montre un exemple de magnitudes de M 5 à M 7

Tableau 36 : montre la sévérité des tremblements de terre.

Magnitude	Impact du Séisme	Estimation du Nombre de séismes par Année dans le Monde
1.0 – 3.0	Généralement non ressenti mais enregistré.	3, 000,000
3.1 – 4.0	Souvent ressenti, mais seulement dommages Mineurs	50,000
4.1 – 6.0	Légers dommages aux constructions	15,000
6.1 – 6.9	Peut-être destructif dans les zones ou des gens habitent.	120
7.0 – 7.9	Séisme majeur. Cause des dommages importants.	20
8.0 ou plus grand	Séisme très fort. Destruction totale près des communautés.	1

Source : Risque de tremblement de terre en Afrique : un guide pour les chefs de communautés, Djillali BENOUAR

L'énergie sismique est libérée chaque année 80% dans les zones de subduction, là où se produisent les plus forts séismes. Un peu moins de 20% de l'énergie provient des séismes de zones de collision, principalement l'arc Alpine des Pyrénées à l'Himalaya. Enfin 1% de l'énergie est libérée par les très nombreux séismes superficiels mais de faible magnitude des dorsales océaniques.

Environ dix mille séismes avec une magnitude supérieure à 4 se produisent chaque année. Ce nombre est évidemment variable et augmente lorsque la densité des réseaux sismologique augmente. Ce nombre décroît avec la magnitude. Environ vingt séismes de magnitude supérieure à 7 et un séisme de magnitude supérieure à 8 se produisent chaque année.

Les relations magnitude, énergie libérée, durée de rupture, longueur de rejet et nombre de séismes par ans sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 37 : relation magnitude avec l'énergie libérée, la durée de rupture, valeur de rejet, longueur de coulissage et le nombre de séisme par ans.

Magnitude	Energie libérée	Durée de la rupture	Valeur moyenne de rejet	Longueur moyenne de coulissage	Nombre de séismes par an dans le monde (ordre de grandeur)
9	$E \cdot 30^5$	250 s	8 m	800 km	1 tous les 10 ans
8	$E \cdot 30^4$	85 s	5 m	250 km	1
7	$E \cdot 30^3$	15 s	1 m	50 km	10
6	$E \cdot 30^2$	3 s	20 cm	10 km	100
5	$E \cdot 30$	1 s	5 cm	3 km	1000
4	E	0.3 s	2 cm	1 km	10000
3	$E/30$				> 100000
2	$E/30^2$				
1	$E/30^3$				

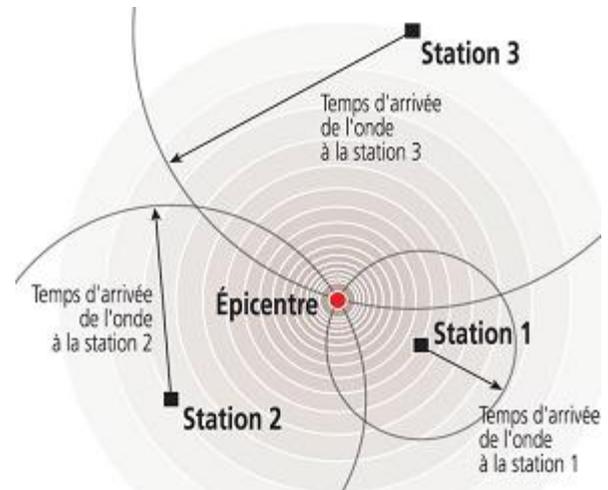
Source : BRGM ; le risque sismique en Alpes Provence

Dans le même contexte, L'Algérie fut touchée par plusieurs séismes majeurs de magnitudes assez élevées, on peut citer le séisme de 10/10/1980 de Chleff de magnitude 7.3 occasionnant plusieurs dégâts et causant la mort de 2200 personnes.

Le début de cette année fut marqué par un séisme violent de magnitude 9 à l'échelle de Richter (grandeur maximal sur cette échelle) qui ébranla la côte pacifique du Tohoku au Japon dont, les accélérations ont affecté de larges secteurs côtiers et en particulier la région de la centrale nucléaire de Fukushima.

### 2.2.2. L'intensité macrosismique :

Les échelles de l'intensité évaluent l'importance d'un séisme en fonction des réactions des personnes et des animaux. L'intensité macrosismique est estimée par observation des désordres sur les bâtiments et les infrastructures, ainsi que par la perception du séisme par la population. réel.



Source : MEDD-DPPR

**Figure 55 : Localisation de l'épicentre en fonction du temps d'arrivée des ondes sismiques.**

Elle comporte douze niveaux (de I à XII). Pour un même séisme, l'intensité macrosismique varie dans l'espace en fonction de la distance à l'épicentre et des phénomènes annexes, tels que l'amortissement ou l'amplification des ondes sismiques (effets de site). La zone d'intensité maximale est appelée épicentre macrosismique et peut être différente de l'épicentre

#### 2.2.2.1. Les degrés d'intensité :

Les deux échelles de Mercalli et MSK<sup>viii</sup> compte douze degrés dont les définitions sont résumées sur le tableau 2 ; Une nouvelle échelle dite EMS (European Macroseismic Scale, édition française Levret 2001) devrait progressivement remplacer l'échelle MSK. Elle est particulièrement basée sur les dommages aux bâtis suivant les types de construction voir également tableau 38 (HERVE P., J. C. BOUSQUET, F. MASSON 2007)<sup>26</sup>.

<sup>viii</sup> Mercalli Giuseppe : sismologue et volcanologue italien.

Tableau 38 : les grands traits des douze degré d'intensité combinée entre échelles : Mercalli, MSK et EMS

<b>I • Secousse imperceptible</b>	
<b>II • Secousse à peine perceptible</b>	
<b>III • Secousse faible</b>	La secousse est ressentie à l'intérieur des habitations par quelques personnes.
<b>IV • Secousse largement observée</b>	La secousse est ressentie à l'intérieur des habitations par de nombreuses personnes. Personne n'est effrayé.
<b>V • Réveil des dormeurs</b>	Réveil de la plupart des dormeurs. Balancement important des objets suspendus.
<b>VI • Frayeur</b>	De nombreuses personnes effrayées se précipitent dehors. De nombreuses constructions classiques subissent des dégâts mineurs, quelques-unes subissent des dégâts modérés.
<b>VII • Dommages aux constructions</b>	La plupart des personnes se précipitent dehors. Les dommages aux bâtiments sont nombreux, à des degrés divers.
<b>VIII • Destruction de bâtiments</b>	Forte panique. Les dommages aux bâtiments sont généralisés, allant parfois jusqu'à la destruction totale.
<b>IX • Dommages généralisés aux constructions</b>	Panique générale. Nombreuses destructions de bâtiments.
<b>X • Destructions générales des bâtiments</b>	Même les bâtiments bien construits commencent à subir d'importants dommages.
<b>XI • Catastrophe</b>	Dommages sévères même aux bâtiments bien construits, aux ponts, barrages et voies de chemin de fer. Les grandes routes deviennent inutilisables.
<b>XII • Changement de paysage</b>	pratiquement toutes les structures sont gravement endommagées ou détruites

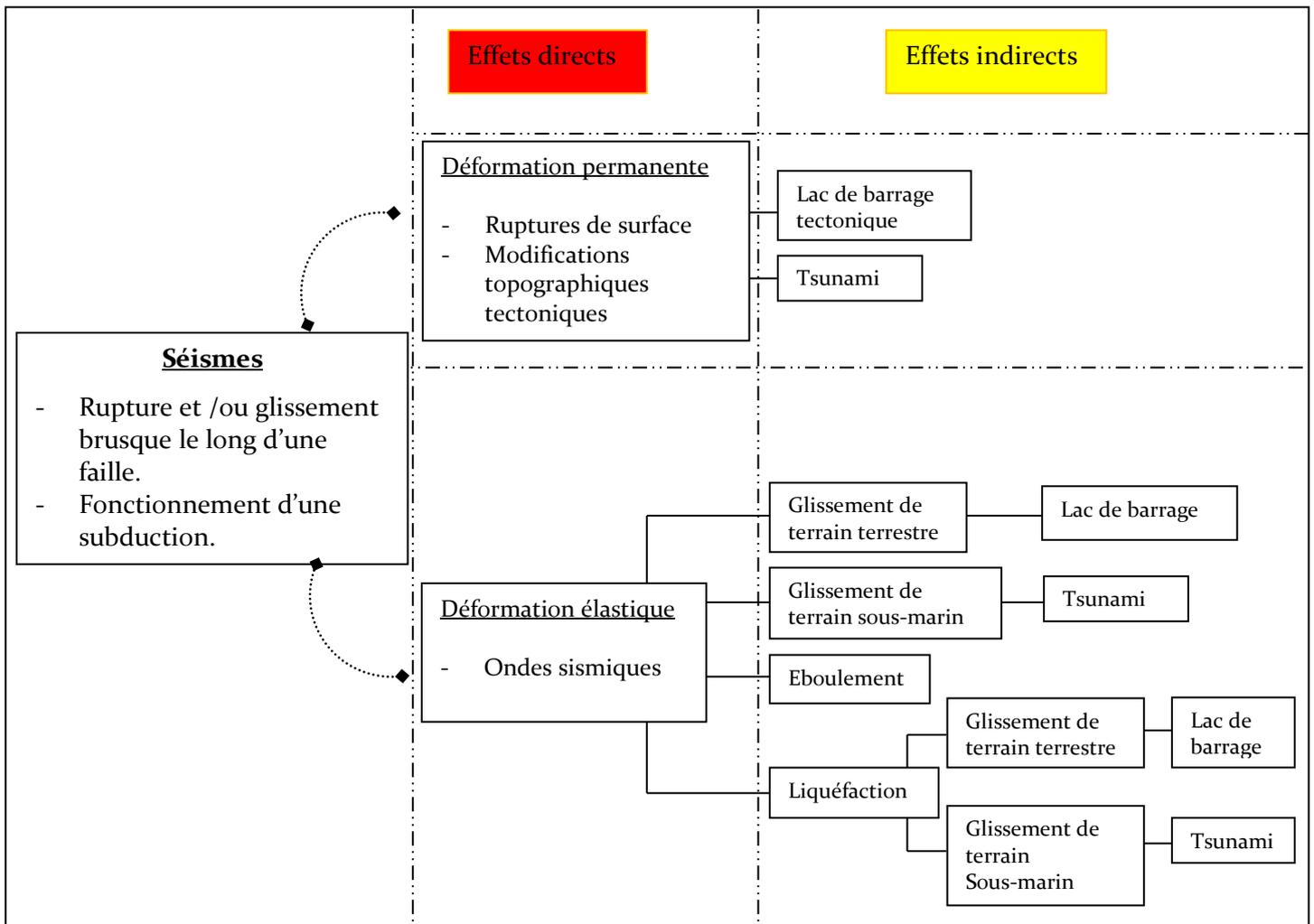
Source : J. Lambert, Les tremblements de terre en France, BRGM.

### 2.2.3. Relation entre intensité et magnitude :

Il n'y a pas de relation directe entre l'intensité et la magnitude. Les deux grandeurs sont difficilement comparables. L'intensité est pour partie une évaluation subjective du mouvement du sol, puisqu'elle est faite pour ces premiers degrés d'après les réactions des habitants de la zone du séisme. De plus elle dépend de la profondeur du séisme : deux séismes de même magnitude peuvent avoir des intensités différentes. Un séisme de forte magnitude avec un foyer profond et dans une région peu peuplée sera peu destructeur et donc sera qualifié de faible intensité. Au contraire, un séisme superficiel, mais de magnitude moindre pourra être très destructeur et donc caractérisé par une grande intensité.

### 3. Les effets des séismes :

Tableau 39 : les effets directs et indirects des séismes



Source : HERVE PHILIP, JEAN CLAUDE BOUSQUET, FREDERIC MASSON : séisme et risque sismique

Les causes et les effets du tremblement de terre sont perçus différemment suivant les personnes, ce qui se comprend assez bien, chaque effet pouvant à son tour devenir une cause. Le tableau précédent montre les relations entre causes et effets. On distinguera ici les manifestations qui seront en surface : les expressions directes des phénomènes sismotectonique et celles plus indirectes qui en résultent et sont dues pour l'essentiel aux ondes sismique. Ensemble, elles sont groupées habituellement sous le terme d'effets macrosismiques.

### 3.1. Les effets directs :

On entend par effets directs les manifestations en surface associées au fonctionnement d'une faille. Il s'agit donc de déformations permanentes co-sismiques qui modifient la surface topographique. Le plus souvent correspondent aux « ruptures de surfaces tectoniques », expression du jeu de failles. Des mouvements verticaux (soulèvements ou et des affaissements) et horizontaux les accompagnent.



Source : séisme de zemouri, CGS

Photo 33 : fissures dans les sols observés lors du séisme de Zemouri – Boumerdès 2003.

### 3.2. Les effets indirects :

Les effets indirects consistent tout d'abord en mouvement de terrains ou déplacements gravitaires, affectant les sols et les roches argileuses, mais aussi les roches cohérentes. La perte de cohésion de terrains gorgés d'eau ou liquéfaction a des effets géomorphologiques , auxquels s'ajoutent des conséquences sur la stabilité du bâti Mis en mouvement par les déplacements des fonds sous-marins , les tsunamis constituent parfois grave danger pour les littéraux qui fut le cas du séisme de Fukushima . Plusieurs de ces effets se combinent parfois ou bien déclenchent à leur tour d'autres effets, eux-mêmes néfastes.

### **3.2.1. Les mouvements de terrains :**

Ces instabilités existent en dehors de toute activité sismique. Mais Les séismes peuvent provoquer des glissements de terrain et des chutes de blocs par modification des conditions de l'équilibre géotechnique. Ainsi un versant stable en situation statique peut se trouver en déséquilibre sous sollicitation dynamique (séisme).

#### **3.2.1.1. Glissements de terrains :**

Ils sont courants dans les régions montagneuses où les pentes, la lithologie<sup>ix</sup> favorable et des précipitations abondantes permettent ces mouvements gravitaires. Mais les glissements de terrain sont aussi très communs dans les zones épacentrales des séismes, aussi bien à terre qu'en mer<sup>x</sup>. Outre les conditions topographiques et géologiques locales, leur nombre et leur importance est fonction de la magnitude du séisme.

Il en est de même pour la surface sur laquelle ils peuvent se produire : jusqu'à plus de **100 000** km<sup>2</sup> pour des séismes de magnitude supérieure à 8 (HERVE P., J. C. BOUSQUET, F. MASSON 2007)<sup>27</sup>.

Leur déclenchement se produit au passage des ondes sismiques, par sollicitations horizontales et verticales qu'elles produisent et qui réactivent les glissements anciens ou en créent de nouveaux.

En 1980, le séisme d'el Asnam de magnitude 7.3 a frappé une région dont la lithologie dominante (marne du messinien) est très favorable aux glissements, celui de Béni Rached, le plus grand d'entre eux d'une surface d'environ 18 km se présentait avec une disposition typique en arc de cercle de la niche d'arrachement, lieu d'effondrement de sa partie supérieure, alors que sa base montrait des évidences de compressions. Il s'agissait de la réactivation d'un glissement déjà motionné en 1954, lors du séisme d'Orléanville (ancien nom d'el Asnam).

#### **3.2.1.2. Boulement et écoulement rocheux :**

Après un séisme, les corniches des régions montagneuses portent de nombreuses « cicatrices » qui montrent qu'elles ont été purgées des blocs qui s'y trouvaient en équilibre précaire. Délimitées par

---

<sup>ix</sup> **Lithologie** : Nature des roches constituant une formation géologique, synonyme pétrographie qui est une Branche de la géologie qui a pour objet la description et la systématique des roches .

<sup>x</sup> Qui peuvent à leur tour déclencher des tsunamis .

une fracturation préalable, les roches cohérentes et de certaines formations superficielles ont chuté donnant naissance à des éboulements ou écoulement rocheux.

### 3.2.2. La liquéfaction des sols :

Ce phénomène accompagne généralement les séismes et peut avoir de lourdes conséquences dans les destructions du bâti. Sous l'effet des secousses sismiques, certaines formations géologiques superficielles perdent leur cohésion et se liquéfient. Sur le terrain, après un séisme, des craterlets ou « volcans » de sable sont les manifestations visibles les plus nettes de ce phénomène (voir photos 34) : de l'eau et du sable de la couche liquéfiée sont éjectés à la surface, à cause du poids des niveaux sus-jacents qu'ils traversent par des fentes et fissures (HERVE P., J. C. BOUSQUET, F. MASSON 2007)<sup>28</sup>.



Source : Risque de tremblement de terre en Afrique : un guide pour les chefs de communautés, Djillali BENOUAR

**Photo 34 : Montre le phénomène de la liquéfaction du sol (petit volcan de sable) durant le séisme de Boumerdes (Algérie) de 2003**

L'étendue de la zone de liquéfaction peut être très importante. Elle dépend de la magnitude du séisme. La liquéfaction retient aussi tout particulièrement l'attention lors des études de microzonage, ce phénomène entraînant l'instabilité du sol et, de ce fait, des constructions.

Dans certaines conditions de sollicitations dynamiques, certains sols, notamment des sables fins gorgés d'eau peuvent perdre toute portance (principe des sables mouvants). Les bâtiments fondés sur ces sols et peuvent alors subir des tassements importants et des basculements.

Des preuves de liquéfaction ont été observées lors du séisme de Zemouri le 21 mai 2003. Elles se localisent dans les oueds et affectent principalement les abords de l'oued Isser, situé à une

cinquante de kilomètres à l'est d'Alger. Il s'agit pour la plupart de phénomènes de glissement latéral. Ce phénomène se traduit par un déplacement horizontal des terrains avec apparition de larges fractures émissives, plurimétriques et parallèles au cours d'eau. Ces fractures affectent une zone large de plusieurs dizaines de mètres et le déplacement total Devrait atteindre plus de 3 mètres. On observe au fond des ouvertures de la boue. Des éjections de matière au travers de fissuration ont également été observées dans un champ en labour au voisinage immédiat de l'oued (Rapport préliminaire de la mission AFPS 2003) <sup>29</sup>.



Source : Rapport préliminaire de la mission AFPS, le séisme du 21 mai 2003 en Algérie

**Photo 35 : Liquéfaction du sol aux abords de l'oued Isser (Alger lors du séisme 21 mai 2003).**

### **3.2.3. Tsunami :**

Les tsunamis<sup>xi</sup> sont des mouvements oscillatoires de l'eau qui se déplacent à la surface des mers et des océans jusqu'à plusieurs milliers de kilomètres de leur sources. À la place de ce terme japonais, on utilise souvent improprement « raz-de-marée », qui désigne plus précisément des ondes liées aux marées.

Les tsunamis sont provoqués par des modifications de la topographie sous-marine, qui peuvent avoir différentes origines. Les plus fréquemment, elles sont les tectoniques, mais des glissements de

<sup>xi</sup> **Tsunami** : Terme japonais qui signifie « vague dans le port ».

terrains sous- marins ou côtiers, en liaison ou non avec un séisme, peuvent aussi donner lieu à des tsunamis. Lors d'un séisme de magnitude  $M_w$  de 9.1, un tsunami (26 Décembre 2004) a été déclenché par la subduction sous les îles Andaman et Sumatra d'une partie du plancher océanique de l'océan indien. Ce tsunami fit de 100 000 victimes en Indonésie, en Thaïlande, en Inde, au Sri Lanka et toucha également les côtes africaines.

Lors des tsunamis, les vagues atteignent des hauteurs importantes à proximité des côtes, parfois de plusieurs dizaines de mètres. Outre les paramètres propres au tsunami, de nombreux facteurs interviennent alors, comme la géométrie des côtes et la nature et la pente du littoral, qui influent sur la largeur de la zone inondée. En déferlant sur les rivages habités, les vagues font alors de nombreuses victimes et des dégâts considérables.

le séisme du 11/03/2011 du japon de magnitude  **$M_w$  de 9** avec une durée du mouvement fort qui a atteint les 2 à 3 minutes, ce qui est exceptionnel, mais cohérent avec la magnitude et la longueur de faille a déclenché un tsunami qui a son tour dévasta toute la zone côtière du pacifique du Tohoku (500 km de longueur sur 100 km de largeur) et affecta la région de la **centrale nucléaire de Fukushima**, engendrant une autre catastrophe technologique.



Source : <http://djazairavanttout.over-blog.com/article-seismes-en-algerie-de-la-necessite-de-deplacer-la-capitale-69122799.html>. (vendredi 11 mars 2011)

**Photo 36 : Séisme catastrophique au Japon .Le tsunami porte des maisons encore en feu, dans la région de Sendai**

Cette catastrophe vient à juste titre nous rappeler la nécessité de la prise en charge des risques sismiques et surtout construire de manière appropriée en veillant à respecter les normes parasismiques.

#### **3.2.4. Les avalanches :**

Selon le même principe, un séisme peut être le déclencheur d'avalanches. La cohésion du manteau neigeux ou des couches de neige entre elles peut être rompue par la vibration occasionnée.

Le risque sismique ne peut plus être aujourd'hui étudié comme un risque indépendant, car la catastrophe japonaise vient nous rappeler que des interactions sont régulièrement observées. Ces interactions peuvent intervenir de différentes manières. H. Tazief relate le séisme du Chili de 1996 à ( $M_w = 9.5$ ) et décrit sous une forme quasi-romanesque les effets induits par ce terrible tremblement de terre. Ainsi un séisme peut être à l'origine de mouvement de terrain, de phénomènes de liquéfaction, de tsunami...

Enfin, des interactions entre phénomène d'origines diverses peuvent avoir lieu. Le séisme de San Francisco en 1906 ( $M_w = 7.9$ ) a été particulièrement meurtrier parce qu'il a été avant tout à l'origine d'un immense incendie, dans une ville dont les constructions étaient majoritairement en bois. En 1999, le séisme d'Izmit ( $M_w = 7.4$ ; 30 000 morts) a causé beaucoup de dommages et d'effets dominos car l'épicentre était localisé dans l'une des régions les plus industrialisées de la Turquie.

Ces différents exemples montrent que des interactions entre risque sismique et autres risques ont eu lieu dans un passé relativement proche et soulignent qu'une approche multirisque d'évaluation et de gestion doit être envisagée.

## Références

- <sup>1</sup> HERVE P, J.C. BOUSQUET, F. MASSON (2007) : séisme et risque sismique, Approche sismotectonique , Ed . Dunod , 335 p.
- <sup>2</sup> P. BALANDIER : Les séismes et les sites constructibles ; Document d'information à l'usage du constructeur V1 ; ([www.4shared.com](http://www.4shared.com))
- <sup>3</sup> HERVE.P, J.C.BOUSQUET, F.MASSON(2007) : Op.cit.
- <sup>4</sup> MADARIAGA.R et PERRIER.G (1991) : Les tremblements de terre. Presses du CNRS
- <sup>5</sup> Jacques BETBEDER-MATIBET, Jean-Louis DOURY : Constructions parasismiques ; In© Techniques de l'Ingénieur, traité Construction , C 3 , 290 ; P : 02
- <sup>6</sup> P.BALANDIER : Les séismes et les sites constructibles ; Document d'information à l'usage du constructeur V1 ;([www.4shared.com](http://www.4shared.com))
- <sup>7</sup> P.BALANDIER : Les séismes et les sites constructibles ; Document d'information à l'usage du constructeur V1 ;([www.4shared.com](http://www.4shared.com))
- <sup>8</sup> BRGM : le risque sismique en Alpe Provence
- <sup>9</sup> HERVE .P, J. C BOUSQUET, F. MASSON ( 2007) : Op.cit. p 15 .
- <sup>10</sup> Idem
- <sup>11</sup> Idem .
- <sup>12</sup> HERVE P., J. C. BOUSQUET, F. MASSON ( 2007) : Op.cit. p 15 .
- <sup>13</sup> BADDARI K ; DJEDDI M (2002) : Les séismes et leur prévision .Ed : OPU ; p 12
- <sup>14</sup> Idem.

- 
- <sup>15</sup> **BADDARI K ; DJEDDI M** (2002) : Les séismes et leur prévision .Ed : OPU ; p 12
- <sup>16</sup> **BADDARI K ; DJEDDI M** (2002) : Les séismes et leur prévision .Ed : OPU ; p 13-15
- <sup>17</sup> **Idem**
- <sup>18</sup> **N. CARRY** ; ( 11 mai 2006) : Les séismes expliqués aux enfants .P: 02 <http://www.docpdf.org/search.php?>
- <sup>19</sup> **Idem**
- <sup>20</sup> **BADDARI K ; DJEDDI M** (2002) : Les séismes et leur prévision .Ed : OPU ; p : 157 - 172
- <sup>21</sup> Communiqué de l'Observatoire Volcanologique et Sismologique de la Martinique sur le séisme d'Haïti (M=7) du 12 janvier 2010 (<http://www.ipgp.fr/pages/0303030801.php>)
- <sup>22</sup> **HERVE.P, J. C. BOUSQUET, F. MASSON** (2007): Op.cit. p 11-12
- <sup>23</sup> **Idem**
- <sup>24</sup> **Idem**
- <sup>25</sup> **HERVE P, J. C. BOUSQUET, F. MASSON** (2007) : Op.Cit. p : 53
- <sup>26</sup> **HERVE P, J. C. BOUSQUET, F. MASSON** (2007) : Op.Cit. p : 63
- <sup>27</sup> **HERVE P, J. C. BOUSQUET, F. MASSON** : (2007) : Op.Cit. p : 87
- <sup>28</sup> **HERVE P, J. C. BOUSQUET, F. MASSON** : (2007) : Op.Cit. p : 90
- <sup>29</sup> Rapport préliminaire de la mission AFPS, le séisme du 21 mai 2003 en Algérie

## **ANNEXE 02 : LA VULNÉRABILITÉ, CONCEPT PROBLÉMATIQUE ?**

Quand on cherche à étudier la vulnérabilité, on se heurte d'emblée à la pluralité de définitions. Déjà à la fin des années 1980, J. Theys et J.-L. Fabiani notaient que « *le mot souffre d'un trop-plein sémantique puisqu'il évoque aussi bien la dépendance ou la fragilité, la centralité, l'absence de régulation efficaces, le gigantisme ou la faible résilience.* » (Fabiani & Theys, 1986)<sup>1</sup>. La multiplicité des définitions s'explique aisément par la construction du concept qui résulte de multiples transferts interdisciplinaires. Cette fertilisation croisée des savoirs a paradoxalement abouti à des idiolectes scientifiques qui grèvent la communication. Étymologiquement, la vulnérabilité désigne la blessure. Par extension, est vulnérable celui qui est sensible aux attaques. Le terme désigne donc tout à la fois le dommage et la propension à subir ce dommage. Cette ambiguïté originelle a donné lieu à deux approches, distinctes et complémentaires.

La première aspire à mesurer l'endommagement potentiel des éléments exposés. La seconde cherche à déterminer les conditions de l'endommagement et par extension, la capacité de réponse de l'enjeu.

### **1. Vulnérabilité physique :**

On parle aujourd'hui de vulnérabilité physique pour désigner cet impact physique d'un aléa sur des bâtiments, des réseaux, des infrastructures, des populations. Le concept de vulnérabilité physique sert une approche quantitative qui se veut objective et qui privilégie les solutions techniques pour enrayer les conséquences déstabilisatrices de l'aléa. Elle étend aux enjeux les méthodes et les principes utilisés dans le traitement de ce dernier. Une telle définition présuppose que la catastrophe est la perturbation d'un état initial auquel la société doit revenir lors de la reconstruction.

Cette démarche trouve ses limites lorsque l'évaluation objective est, sinon impossible (Starr, 1969)<sup>2</sup>, du moins inacceptable pour la société. Ainsi, comment estimer la valeur affective, esthétique, patrimoniale d'un bien ? La valeur d'une vie humaine ? Pour contourner la difficulté, on va distinguer les pertes tangibles (dommages physiques aux biens et infrastructures) des pertes intangibles (pertes en vies humaines, blessés, etc.). On va aussi différencier les pertes directes (destructions immédiates, morts sur le coup, etc.) des pertes indirectes (pertes liées à l'arrêt ou la perturbation de l'activité socio-économique, décès consécutifs aux blessures, etc.). Dans la pratique, on estime en général les pertes tangibles directes.

## **2. La vulnérabilité sociale :**

### **2.1. Vulnérabilité et capacité de résistance : « la vulnérabilité biophysique »**

A la fin des années 1970, les sciences appliquées soulignent que le degré de perte dépend des caractéristiques internes des enjeux : il existe des seuils de fragilité au-delà desquels un enjeu subit des dommages. On ne parle ici que d'enjeux matériels, les pertes humaines étant vues comme la conséquence de la défaillance de ces derniers. Ainsi envisagée, la vulnérabilité devient la capacité de résistance physique de l'enjeu matériel.

Une nouvelle définition apparaît donc et se développe conjointement aux précédentes : la vulnérabilité, que l'on va qualifier de biophysique, est entendue comme « fonction de l'aléa, de l'exposition et de la sensibilité aux impacts de l'aléa. » Elle est déterminée par la nature de l'aléa auquel le système (enjeux) est exposé. Elle est pensée en termes de dommages, ce qui implique qu'un système qui est soumis à un aléa sans subir de dommage peut être considéré comme « invulnérable ». Cette définition permet toutefois de déplacer l'attention vers les propriétés des enjeux et de sortir de la focalisation sur l'aléa. Le risque ne dépend plus uniquement d'un facteur externe : il est également lié aux qualités internes de l'élément exposé.

### **2.2. Vulnérabilité et résilience :**

Depuis la fin des années 1990, le concept de résilience est apparu dans les recherches anglo-saxonnes portant sur la vulnérabilité aux conséquences du changement climatique. « Résilience » vient du latin *resilio* qui signifie faire un bond en arrière. D'abord utilisé en physique, le terme est repris à partir des années 1970 par l'écologie (Holling, 1973) pour mesurer la capacité d'un écosystème à maintenir son intégrité et à conserver son état d'équilibre lorsqu'il est soumis à une perturbation. Il est introduit en sciences sociales dans les années 1980. Selon P. Timmerman (Timmerman, 1981) par exemple, la résilience « mesure la capacité de tout ou partie du système à absorber et à se relever de l'occurrence d'un aléa. » La résilience est vue comme un antonyme de la vulnérabilité. Pour W. N. Adger, il s'agit de « la capacité des communautés humaines à supporter les chocs ou les perturbations externes qui affectent leur infrastructure, tels que la variabilité environnementale ou sociale, les bouleversements économiques ou politiques, et de se relever de telles perturbations ». Dans ces conditions, la résilience est un facteur de durabilité »<sup>3</sup>

Dans les années 1990, le concept a été largement diffusé dans les sciences sociales anglo-saxonnes, puis en France, notamment grâce à la thèse de C. Aschan-Leygonie (Aschan-Leygonie, 1998)<sup>4</sup>. La résilience pose cependant une double difficulté. Si l'on entend la résilience au sens de l'écologie

odumienne, elle signifie que le système revient à l'état antérieur à la catastrophe, retourne à l'identique, ce qui est non seulement quasi impossible, mais qui est surtout peu désirable. Cela signifierait en effet que le système ne se sera pas adapté à la perturbation et qu'il restera toujours vulnérable. Il est donc préférable d'envisager la résilience au sens où l'entend l'écologie des perturbations, à savoir le retour à un état d'équilibre, différent de l'état initial, mais suffisamment éloigné de la crise pour permettre la reprise « normale » de l'activité du système. Même ainsi, on peine à définir cet équilibre : la crise est en effet un puissant facteur de recomposition spatiale et fonctionnelle. À partir de quel seuil définir l'équilibre ? Deux états stables radicalement différents autoriseraient-ils à parler de résilience ? Le concept de résilience porte en lui l'idée d'une stabilité difficile à définir, et ce d'autant plus que le temps nécessaire au retour à la normale n'est pas précisé. En outre, la résilience est difficile à mesurer. De fait, si la valeur explicative de ce concept est indéniable, son caractère

---

<sup>1</sup> **Collection de l'équipe d'accueil GESTER** : La vulnérabilité des sociétés et des territoires face aux menaces naturelles ; Sous la direction de **Frédéric LEONE & Freddy VINET** (Université Paul-Valéry — Montpellier III), Collection « Géorisques » no 1

<sup>2</sup> **Idem**

<sup>3</sup> **Collection de l'équipe d'accueil GESTER** : La vulnérabilité des sociétés et des territoires face aux menaces naturelles ; Sous la direction de **Frédéric LEONE & Freddy VINET** (Université Paul-Valéry — Montpellier III), Collection « Géorisques » no 1 , p : 37-38

<sup>4</sup> **Idem**

## ANNEXE 0 3 : QUESTIONNAIRE

Université Mentouri de Constantine,  
Faculté des sciences de la terre, de la géographie et de l'aménagement du territoire.  
Département d'architecture et d'urbanisme.

Bonjour, dans le cadre d'une étude portant sur la qualité de vie dans la ville d'Alger, nous aimerions vous poser quelques questions. Votre contribution est d'un grand apport pour notre travail de recherche (mémoire de Magistère). Ce questionnaire est anonyme et dure une bonne vingtaine de minutes. Acceptez-vous d'y répondre ?

*Seule votre opinion nous intéresse.*

**Q1-** Résidez-vous et/ou travaillez-vous quotidiennement à Alger ? Depuis quand ?

*Cocher dans la case qui convient votre réponse*

	Oui	Depuis quand	Ville	Commune
J'y habite				
J'y travaille				

**Les questions qui vont suivre portent sur votre sentiment général concernant la qualité de vie.**

**Q2-** Ce questionnaire est plus particulièrement orienté sur les risques. Pour – vous qu'est-ce qu'un risque ? Définissez en donnant 2 ou 3 mots ou donnez les 2-3 voir plus des mots qui vous viennent à l'esprit lorsqu'on parle de risque.

.....

**Q3-** Voici une liste de différents risques. Comment vous sentez-vous personnellement exposé(e) à chacun d'entre eux ? Beaucoup, plus ou moins ou pas du tout ?

*Cochez la case correspondant à la réponse.*

	Très préoccupant	Plus ou moins	Pas du tout	Ordre
Les inondations				
Le bruit				
Les centrales nucléaires				
Le transport des matières dangereuses				
Les déchets dangereux				
La pollution atmosphérique				
Les tempêtes				
Les incendies				
La pollution marine				
Les tremblements de terres				
Les mouvements de terrains				
La rupture des barrages				
Les coulées de boues				

Pouvez-vous classer par ordre d'importance les 3 risques auxquels vous vous sentez le plus exposé (e) ?

**Q4-** 1- Estimez-vous que l'on vous dit la vérité sur les risques auxquels vous êtes exposé(e), tout à fait, plus ou moins, ou pas du tout ?

Cochez la case correspondant à la réponse.

2- Pourquoi ?

.....  
 .....  
 .....

Oui tout à fait	Plus ou moins	Non, pas du tout	Je ne sais pas
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Q5-** D'après vous, qui est censé vous informer des risques auxquels vous êtes exposé(e) ?

Vous pouvez cocher plusieurs réponses. 5 au maximum en notant l'ordre.

1. Les médias	<input type="checkbox"/>
2. Le Wali	<input type="checkbox"/>
3. Les élus locaux	<input type="checkbox"/>
4. Les services de l'état	<input type="checkbox"/>
5. Les pompiers	<input type="checkbox"/>
6. La police/la gendarmerie	<input type="checkbox"/>
7. Les services de secours médicaux	<input type="checkbox"/>

8. Les scientifiques	<input type="checkbox"/>
9. Les associations	<input type="checkbox"/>
10. Les directions d'entreprises	<input type="checkbox"/>
11. Les écologistes	<input type="checkbox"/>
12. Autre : Préciser	<input type="checkbox"/>
13. Personne	<input type="checkbox"/>
14. Je ne sais pas	<input type="checkbox"/>

**Je vais maintenant vous interroger sur une catégorie particulière de risques, les risques majeurs collectifs, auxquels vous pourriez être exposé(e) sur votre lieu d'habitat /travail. Un risque majeur collectif est un phénomène rare aux conséquences graves et qui affectent de nombreuses personnes. Les questions suivantes portent sur les conséquences d'une éventuelle catastrophe.**

**Q6-** Si une catastrophe devait de se produire à Alger, à la quelle pensez-vous ?

Citer une seule réponse.

.....

**Q7-** Pourquoi pensez-vous à cette catastrophe en particulier ?

.....

**Q8-** A quelles conséquences pensez-vous ?

Vous pouvez cocher plusieurs cases.

.....

**Le risque sismique reste parmi les risques menaçant les villes nord du pays. Cependant, les questions suivantes portent sur ce type de Risque.**

**Q9-** Selon vous un risque sismique est un :

Cochez la case correspondant à la réponse.

<input type="checkbox"/> Un phénomène naturel comme tous les autres phénomènes naturels	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Une punition de Dieu	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Un phénomène naturel mais accentué par l'activité humaine	<input type="checkbox"/>





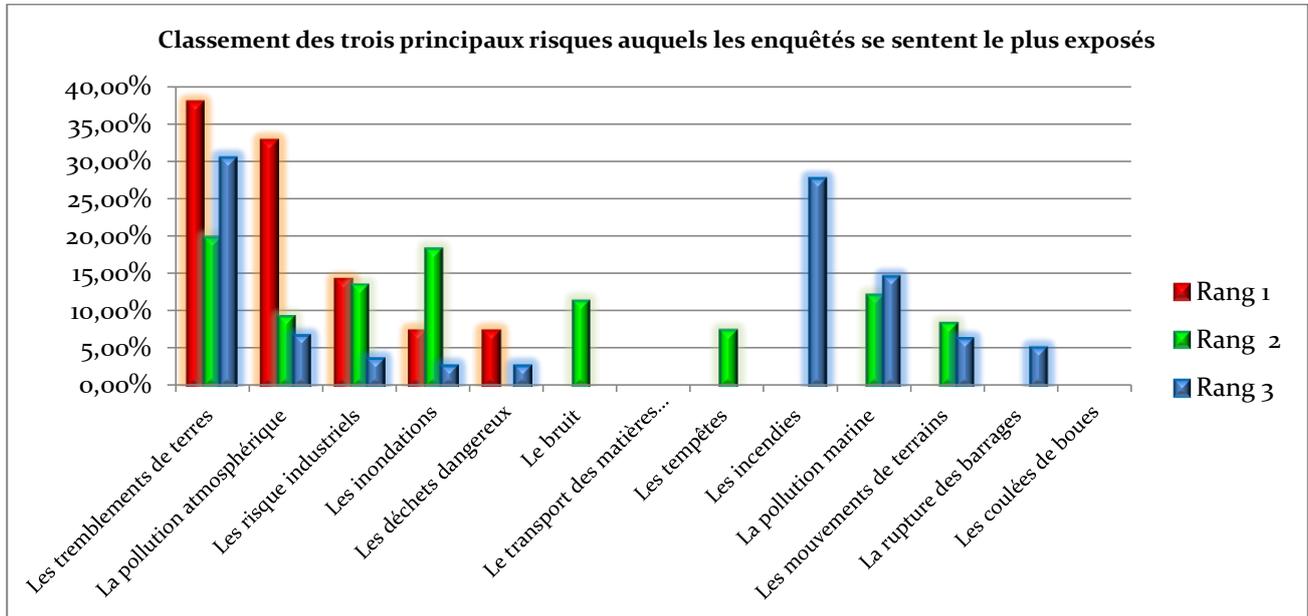
## **ANNEXE 0 3 : LES PRINCIPAUX RÉSULTATS DE L'ENQUÊTE**

- **Définition du Risque**

Mort , peur , danger , évènement soudains non souhaitable , insécurité

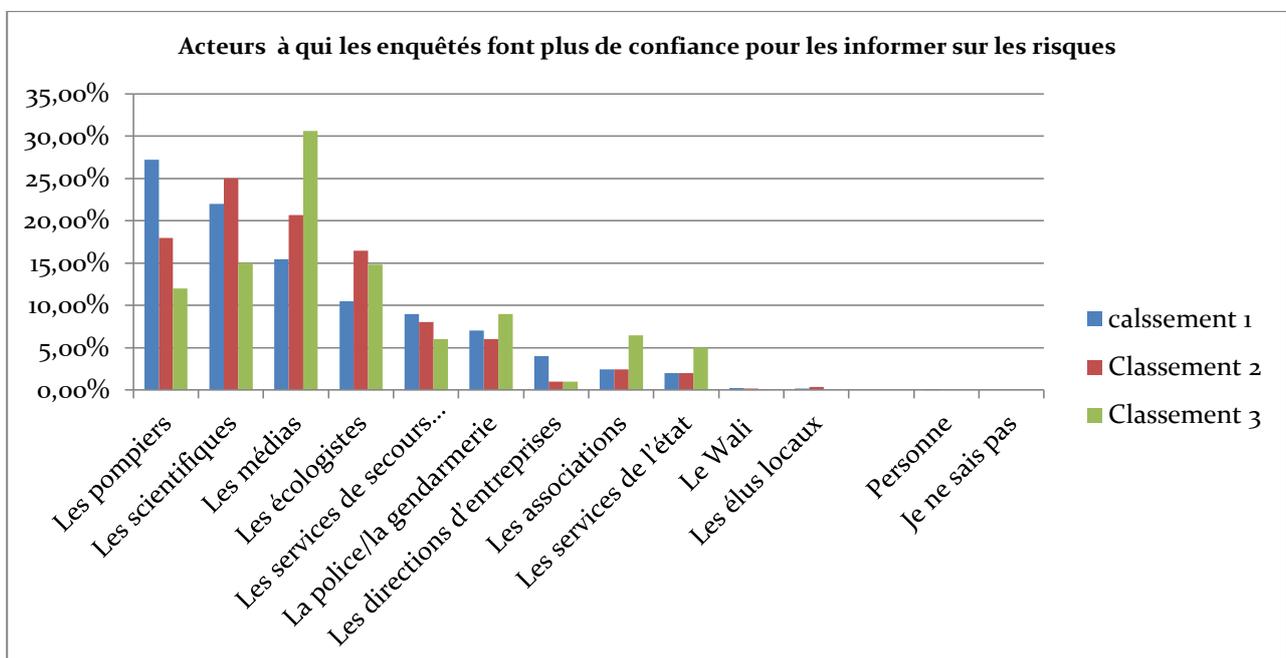
- **Classement des trois risques auxquels les enquêtés se sentent le plus exposés**

### Taux de Réponse



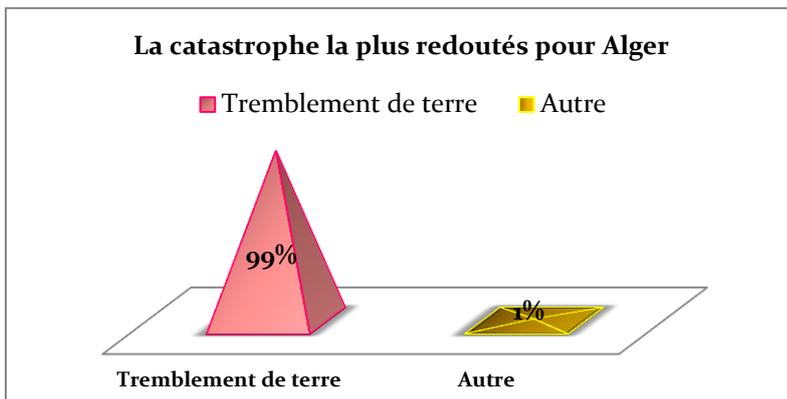
- **Acteurs à qui les enquêtés font plus de confiance pour les informer sur les risques**

### Taux de Réponse :



- La catastrophe la plus redoutée par les enquêtés pour Alger

Taux de Réponse :



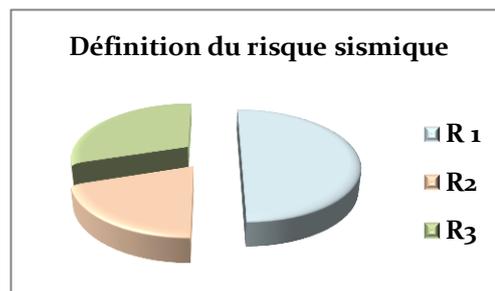
Raison :

- Déjà passé
- Alger est une zone sismique
- Présence de failles à Alger

- Définition du risque sismique par les enquêtés

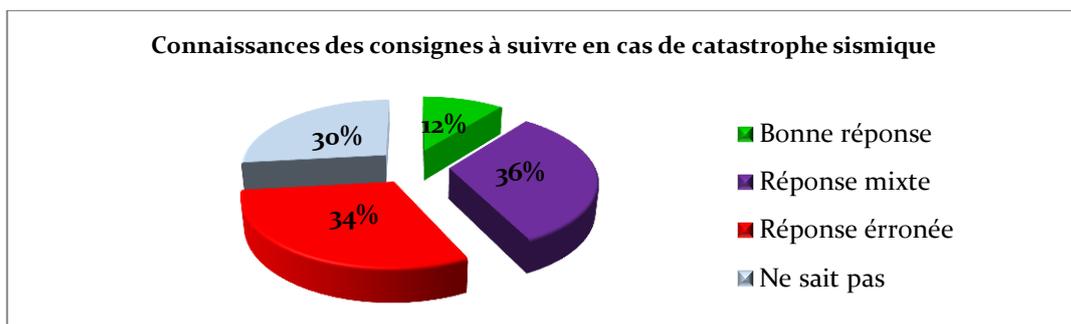
Taux de Réponse :

R1 : Un phénomène naturel comme tous les autres phénomènes naturels	50%
R2 : Une punition de Dieu	20%
R3 : Un phénomène naturel mais accentué par l'activité humaine	30%



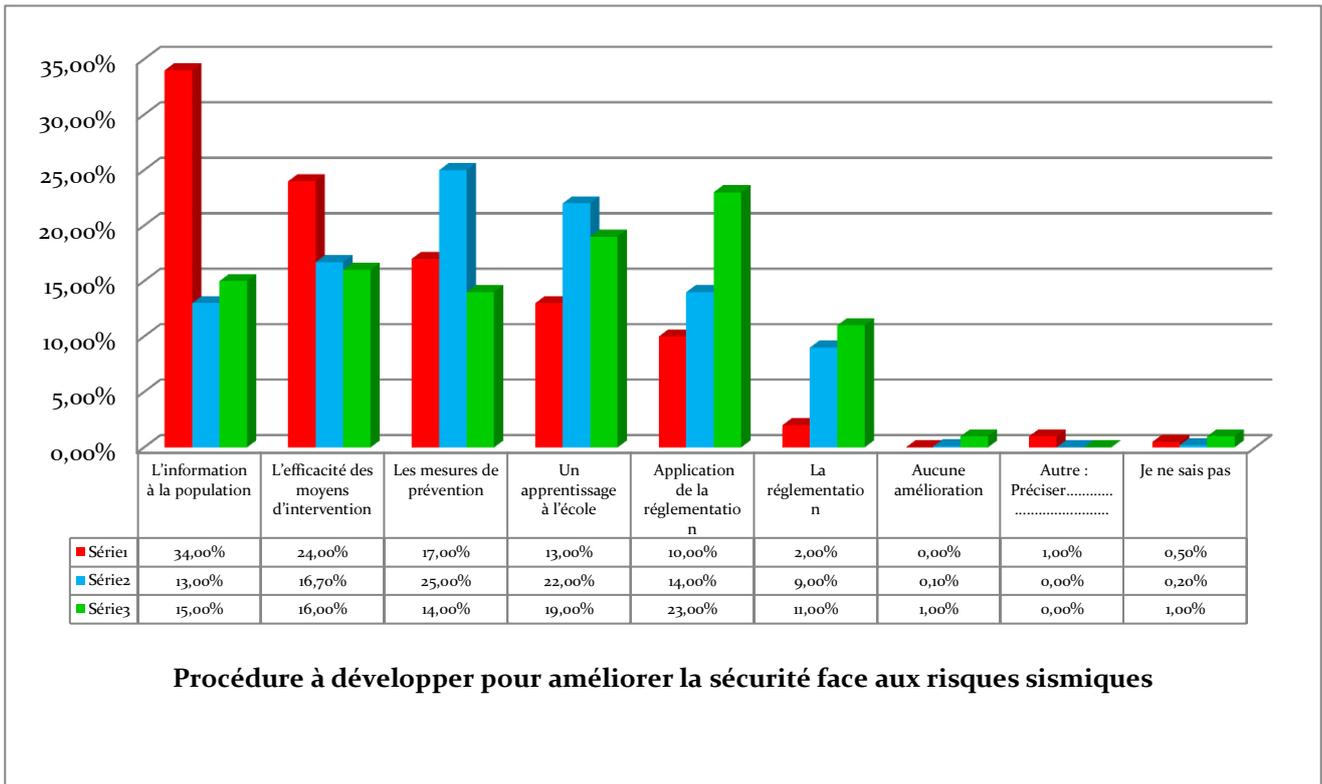
- Connaissances des consignes à suivre en cas de catastrophe sismique.

Taux de Réponse :



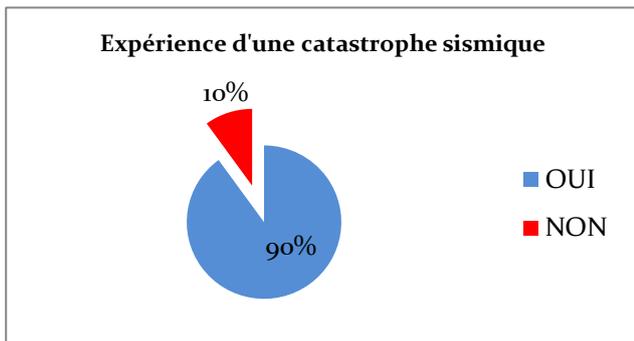
• Procédures à développer pour améliorer la sécurité faces aux risques sismiques

Taux de Réponse :



• Expérience d'une catastrophe sismique

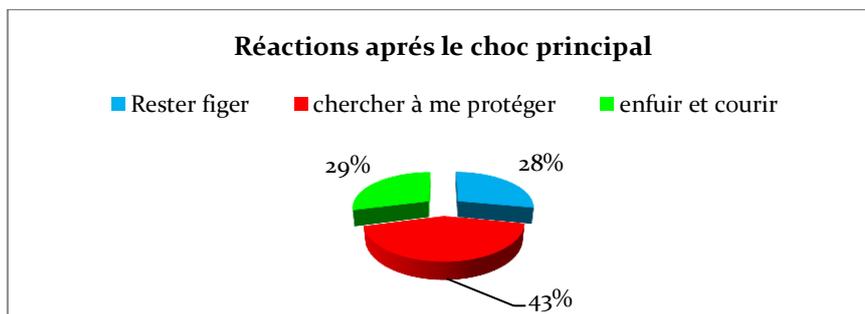
Taux de Réponse :



C'est La catastrophe sismique d'Alger-Boumerdès du 21 /MAI/2003

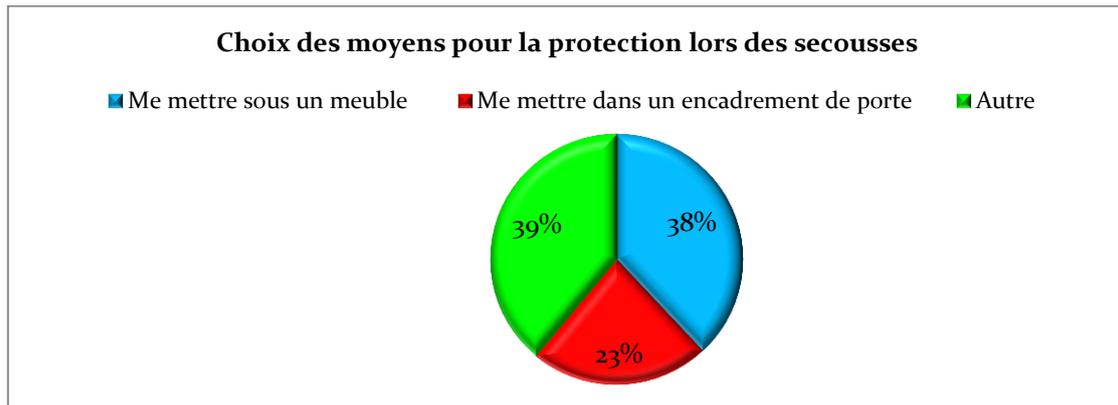
• Réactions immédiates des enquêtés lors de la catastrophe du 21 mai 2003 après le choc principales.

Taux de Réponse :



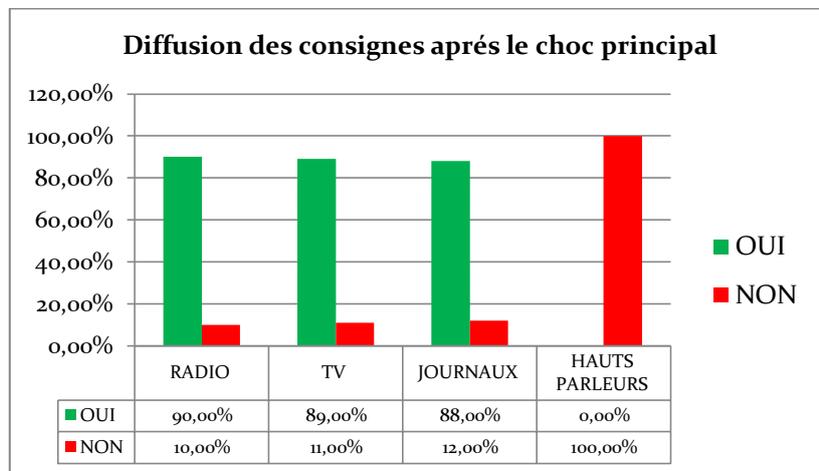
- Possibilité de protection lors du choc principal

Taux de Réponse :



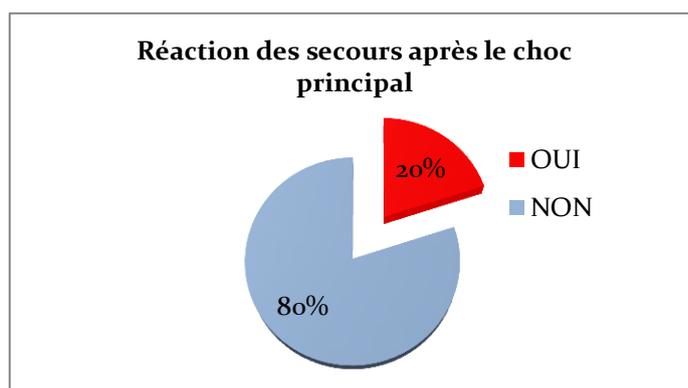
- Diffusion des consignes après le choc principal

Taux de Réponse :

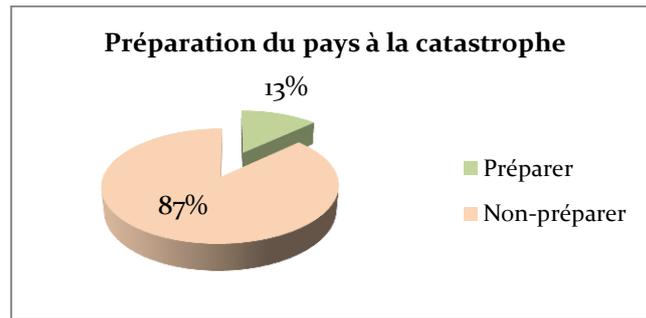


- Réaction des secours après le choc principal

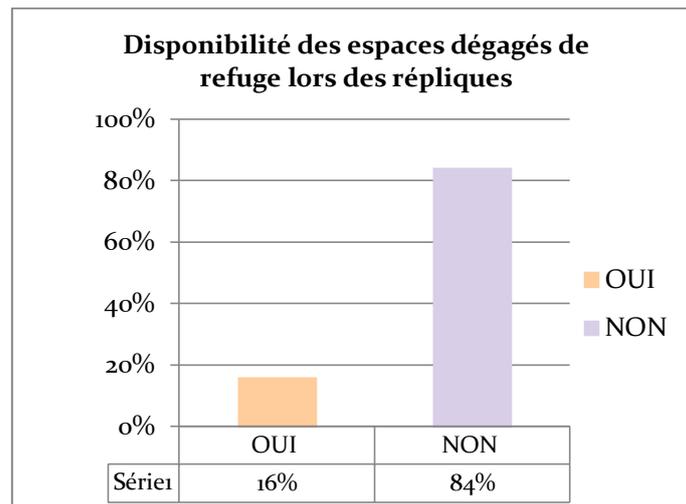
Taux de Réponse :



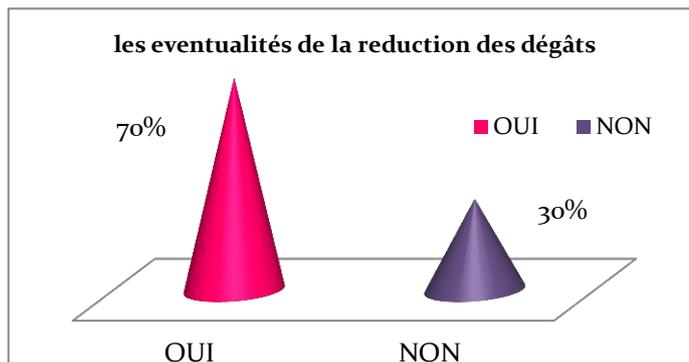
- Sentiment de l'enquêté sur la préparation du pays et de la population à la catastrophe



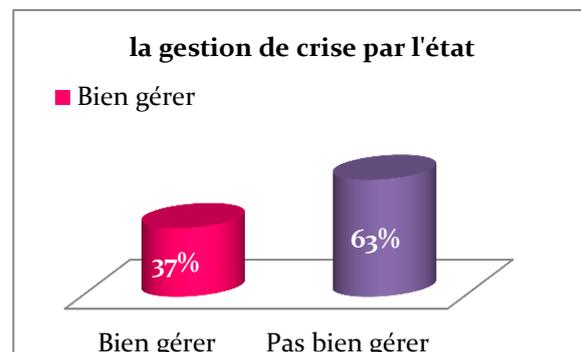
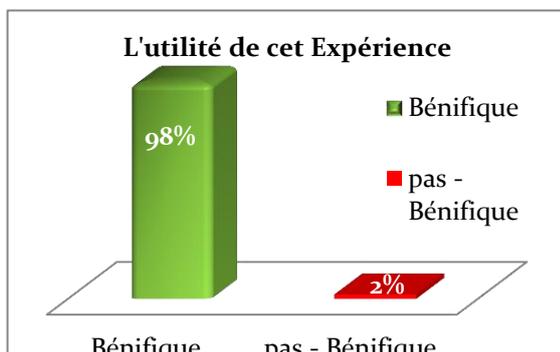
- La disponibilité des espaces dégagés de refuge lors des répliques



- Avis de l'enquêté sur l'éventualité de diminuer les dégâts



- Avis de l'enquêté sur la gestion de crise et l'utilité de cet expérience



## **ANNEXE 0 4 : ENTREVU DE RECHERCHE**

Université Mentouri de Constantine,  
Faculté des sciences de la terre, de la géographie et de l'aménagement du territoire.  
Département d'architecture et d'urbanisme.

Date : 09/08/2011    Heure : de 9 h à 11 h    Jour : Mardi    Lieu : Protection civile, ALGER, HYDRA,

Bonjour,

Je vous remercie encore de bien vouloir me consacrer de votre temps, je vous rappelle mon nom : Boughazi khadidja, je prépare mon mémoire de magistère à l'université Mentouri de Constantine, département d'architecture et d'urbanisme, option : ville et risques urbains. Je viens vous interviewer dans le cadre d'une recherche portant sur la prise en charge « toutes les phases incluses » du risque sismique dans la ville d'Alger. Si vous n'y voyez pas d'objection, j'aimerais vous poser quelques questions émanant de votre expérience personnelle. Il est bien entendu aussi que tout ce que vous me diriez sera strictement confidentiel et que votre nom n'apparaîtra nulle part. Si vous le voulez bien, maintenant que tout est installé, je vais commencer à vous poser les questions.

Les questions sont divisées en 5 catégories :

### ***1. Identification et analyse des risques :***

Q1- Quelles sont les autorités qui sont tenues de procéder à l'identification des risques ?

**Séisme (CRAAG, Protection Civile), feu de forêts (DGF, Protection Civile)**

Q2-Quelles sont les normes juridiques en vigueur en matière d'analyse des risques en générale et du risque sismique en particulier ?

**La loi 04/20 et Pour le risque sismique, il y a le RPA 99 version 2003**

Q 3- Disposez-vous d'une cartographie des risques ?

1. Oui  
 2. Non

Q4- Quelles sont les données qui y figurent ?

**Type de risque, fréquence d'occurrence, historique, distribution spatiale**

Q5- Quel est l'usage donné à cette cartographie ?

1. Info préventive  
 2. Document d'urbanisme  
 3. Gestion de crise  
 4. Autre, précisez

## 2. La prévention :

Q6- Quelles sont les autorités en charge de la prévention des risques ? En matière d'aménagement du territoire et surveillance des risques ?

DGPC, CRAAG, CGS

Q7- La réduction des risques est –elle prise en compte par la politique d'aménagement du territoire ?

1. Oui  
 2. Non

Q8- Les autorités chargées de la délivrance des permis de construire sont-elles sensibles à cet aspect ?

1. Oui  
 2. Non

Q9- Comment concilient-elles la gestion des sols avec les intérêts économique à celle de la prise en compte des risques ?

.....

Q10- Des études de vulnérabilité ont elles déjà visées des constructions en zone sismique ?

1. Oui  
 2. Non

Q11- Des normes particulières de constructions sont-elles rendues obligatoires en zones sismique ?

1. Oui, depuis quand ? **depuis le séisme de Boumerdes**  
 2. Non

Q12- Quels sont les établissements publics chargés de la surveillance du risque sismique ?

Le CRAAG

Q13- Existe-t-il des organismes chargés de planification d'urgences ?

1. Oui, lesquels ? **la protection civile**  
 2. Non

Q14- Existe-t-il des plans de prévention du risque sismique pour la ville d'Alger ?

1. Oui, depuis quand ? .....  
 2. Non

Q15- Lors de l'élaboration des plans d'urbanisme, le contenu des PPRS est –il prit en charge ?

1. Oui, Comment .....  
 2. Non , **puisque y a pas de PPR**

### 3. La préparation :

Q16-Quels sont les organismes chargés de la préparation au risque sismique ?

**La protection civile avec les autres modules d'intervention qui existe dans le plan ORSEC**

Q17- Comment leur formation est-elle assurée ?

**Pour la protection civile la formation est assurée par des stages de recyclage en sauvetage déblaiement et recherche de blessés dans les décombres**

Q18- Comment est organisée la coordination des secours ?

**Le plan ORSEC est composé de module, chaque module a une tache dans le processus de gestion, la coordination est assuré par la protection civile**

Q19- Existe-t-il pour ces autorités une obligation d'établir des plans d'urgences pour le risque sismique ?

1. Oui  
 2. Non

Q20- Ces plans doivent-ils présenter un contenu minimal ?

1. Oui, lequel ?  
 2. Non

**Identifier les modules et leurs représentants et définir les missions de chaque module**

Q21- S'il existe une obligation d'établir de tels plans au niveau des autorités territoriales, comment est organisée la coordination de ces différents plans ?

**La coordination se fait par la simulation**

Q22- Qui approuve ces plans et quelle est la cadence de leur révision ?

**Le wali pour les ORSEC wilaya, le P/APC pour les ORSEC communes**

Q23-Comment est organisée la coordination entre les services en charge de la planification et ceux en charge de la gestion de la situation d'urgence ?

**Ya pas de coordination**

Q24- Les populations sont-elles informées du risque sismique auxquels elles sont confrontées, des procédures d'alertes et des comportements à adopter ?

1. Oui, De quelles manières ? .....  
 2. Non

#### 4. La gestion

Q25- Quelles sont les autorités responsables de la gestion des situations d'urgence en cas de catastrophe sismique ?

**Le Ministère de l'intérieur, Protection Civile**

Q26- Qui procède à l'évaluation de la situation ?

**La protection civile**

Q27- Comment sont organisés les lieux de l'intervention en cas d'évènement sismique ?

*Faites référence à la catastrophe du 21 mai 2003*

**En zone et selon l'ampleur du sinistre et l'intensité du séisme**

Q28- Existe-t-il des espaces dégagés pouvant accueillir des populations sinistrées lors des répliques ?

*Faites référence à la catastrophe du 21 mai 2003*

1. Oui  
 2. Non, ou sont logées ces populations.....

**Les populations sont logées dans des sites de recasement provisoire à proximité du sinistre**

Q29- Les évènements et leur gestion sont-ils consignés dans un cahier de bord (logbook) ?

1. Oui  
 2. Non

Q30- Quelles sont les autorités, qui sont chargées du rétablissement ?

*Faites référence à la catastrophe du 21 mai 2003*

**Le Ministère de l'intérieur, Protection Civile**

Q31- Une réponse aux conséquences à plus long terme d'un événement est-elle également envisagée au stade de la préparation ?

1. Oui  
 2. Non

Q32- Quelles sont les autorités qui interviennent à ce stade :

- pour la prise en charge des victimes et de leur famille ?

**Le Ministère de l'intérieur, Protection Civile**

- pour la reconstruction ?

**Le Ministère de l'habitat**

- pour la réhabilitation du terrain et de l'environnement ?

**Le Ministère de l'environnement**

Q33-Comment la transition est-elle assurée entre la gestion et le rétablissement ?

.....

Q34 -Une cellule de coordination de l'information et de l'assistance aux victimes a-t-elle déjà été mise en place suite à la catastrophe du 21 mai 2003 ?

1. Oui  
 2. Non

Q35 - Quelles sont les dispositions légales relatives aux éventuelles assurances et indemnisations des victimes ?  
**Il y a une réglementation dans ce sens**

Q36 -Suite à la catastrophe du 21 Mai 2003, des réunions multidisciplinaires et intersectorielles visant à l'intégration des enseignements ont-elles été envisagées ?

1. Oui  
 2. Non

Q37 - Si oui, Comment sont-elles organisées ? A quel niveau (local, régional, national...) ?

**Généralement, une fois par an, au niveau régional**

Q38 -Les enseignements des séismes précédents, ont-ils entraîné une révision des plans d'urgence et procédures existantes, une réforme des services d'intervention ou autre ?

1. Oui  
 2. Non

Q39 - A la fin de cette interview, Pourriez-vous conclure avec un mot concernant le risque sismique à Alger ?

**Que dieu nous protège**

**L'enquête est terminée, Je vous remercie d'avoir bien voulu y répondre. Votre contribution est d'un grand apport pour mon travail de recherche. Je suis vraiment très reconnaissante. Bonne fin de journée.**

## **BIBLIOGRAPHIE :**

### **OUVRAGE :**

1. **ABERASTURI .A.L, CHOAY .F** (2005) : La théorie générale de l'urbanisation d'Ilenfonso Cerda .  
Ed : l'imprimeur 238 p
2. **Al DJILALI** (1982) : Tâ'rîkh el-moudan eth-thalât: el-Djazâir, Lamdiya, Malyâna (Millénaire de trois villes: Alger, Médéa, Miliana) , Alger , 181 p
3. **ANDRE.C** (2004) : Cartographie du risque naturel dans le monde. Étude comparative entre une approche d'ordre social et une approche d'ordre économique de la vulnérabilité. Cybergée .256 p.
4. **AMBRASEYS, N.N.** (1982): The seismicity of North Africa: the earthquake of 1856 at Jijeli, Algeria, *Boll. Geofis. Teor.Appl.*, **XXIV**, 93, 31-37.
5. **AMBRASEYS, N.N. and J. VOGT** (1988): *Material for the investigation of the seismicity of the region of Algiers, Eur. Earthquake Eng.*, 3, 16-29.
6. **AMBRASEYS. N.N et BOMMER.J,** (1991): The attenuation of ground acceleration in Europe, *Earth.Eng.Struct.Dyn.* 20, 1179-1202. 1991.
7. **AMBRASEYS.N.N,** (1995): The prediction of earthquake peak ground acceleration in Europe, *Eart. Eng. Struct. Dyn.* 24, 467-490.
8. **Anne-Mari Sahli** -université de Strasbourg, Paris – (1990) : Alger : évolution, révolution et permanence. Séminaire international de Rabat (15-17) Mai 1990. Intitulé : Croissance démographique et urbanisation, 47 p .
9. **BALLORE De** (1905) : Les tremblements de terre, géographie séismologie, Ed A. Colin, Paris, p333-342.
10. **BAILLY .A** (1996) : risques naturels , risques de sociétés , paris , Economica , 103 p
11. **BADDARI .K ; DJEDDI.M** (2002) : Les séismes et leur prévision .Ed : OPU
12. **BALLORE De** (1905) : Les tremblements de terre, géographie séismologie, Ed A. Colin, Paris,
13. **BALANDIER.P** (2004) : Urbanisme et aménagement : objectif et problématique. Cahier : 03 , collection : conception parasismique, 100 p
14. **BENHALLOU H.(1985).** Les catastrophes sismiques de la région d'Echelif dans le contexte de la sismicité historique de l'Algérie. Thèse d'Etat. USTHB. Alger. 294 p.
15. **BRAUDEL.S** (1993) : renouveau de la planification urbaine et territoriale .Ed : M.E.T.T, direction d'architecture et d'urbanisme ; Paris. 56 p
16. **BONNET.E** (2002) : risques industriels : évaluations des vulnérabilités territoriales, le cas de l'estuaire de Seine. Thèse de Doctorat, université du Havre , 331 p

17. **BORIS WELIACHEW** (2003) : Quand l'Algérie tremble, sensibilisation à la mitigation des risques majeurs, Pp 65 – 78. <http://books.google.fr/>
18. **BOUNAB.J** (1991) : Gestion urbaine et idéal urbanistique, l'exemple d'Alger ( 1954-1962) . Thèse de magistère en architecture et urbanisme, EPAU, ALGER , p : 92-94
19. **BENOUAR, D.** (1994): Materials for the investigations of the seismicity of Algeria and adjacent regions during the twentieth century, *Ann. Geofis.*, XXXVII (4), 416 p.
20. **BOUNOUAR. D** (1994). Catalogues de séismes pour la région du Maghreb 20°-38° N – 10 °W – 12° E, pour la période 1900-1990.
21. **CHALINE, CLAUDE ET DUBOIS-MAURY, JOCELYNE** (1994) La ville et ses dangers : prévention et gestion des risques naturels, sociaux et technologiques. Paris, Masson
22. **COTE.M** (1996) : l'Algérie espace et société. Ed. Masson/ Colin, Paris, 253 p
23. **CGS 2003** : SEISME DE ZEMOURI du 21 Mai 2003
24. **Centre de recherche en Géni-parasismique** (l'année d'édition n'est mentionnée sur l'ouvrage) : le risque sismique en Algérie, 15 p.
25. **CUTTER, S.BORUFF.B ET SHIRLEY.W.L** (2003) "Social Vulnerability to Environmental Hazards." *Social Science Quarterly*, 84(2): 242-261.
26. **DELUZ. J. J . ( )** : l'Urbanisme et l'Architecture d'Alger, Ed : OPU, Alger.
27. **DEVOULX.A** (1866) : les édifices anciens de l'ancien Alger. Revue africaine n° 10, V10,
28. **DUBOIS-MAURY. J , CHALINE. C** (2004) : les risques urbains, Ed : Amand Colin, Paris,
29. **DAUPHINÉ.A** (2001) : Risques et catastrophes. Observer, spatialiser, comprendre, gérer. Paris, Armand Colin (Coll. «U – Géographie»), 288 p.
30. **DELUZ. J. J .** (1988) : l'Urbanisme et l'Architecture d'Alger, Ed. Mardaga, Liège, province de Liège, Belgique
31. **DUCRET A.**( 1994) : L'art dans l'espace public. Une analyse sociologique, Zurich : Seismo, 294 p
32. **EL-ROBRINI.M, GENNESSEAUX.M et MAUFFRET .A** (1985) : Consequences of the El-Asnam earthquake: turbidity currents and slumps on the Algerian margin (Western Mediterranean): *Geo-Marine Letters*, v. 5, p. 171-176.
33. **GIVONE PIERRICK** (1998): Risques naturels et transcriptions cartographiques, in Revue Ingénieries - eau, agriculture, territoire du CEMAGREF, numéro spécial 1998 « Risques naturels : avalanches, crues, inondations, laves torrentielles, incendies de forêt », pp. 79-8.
34. **GLATRON.S** (2003) : Culture des risques, in Les Risques, MORINIAUX Vincent (dir.). Ed du Temps, Nantes, 256 p
35. **GODARD O., HENRY C., LAGADEC P. et MICHEL-KERJAN E.**, Traité des nouveaux risques. Précaution, crise, assurance, Gallimard, Folio Actuel, Paris, 2002.
36. **GOVERNORAT DU GRAND ALGER** (1998) : Alger capitale du 21ème siècle, Le Grand Projet Urbain de la capitale, ,Ed :ANEP , volume I et II, Alger .

37. **Groupe de Recherche Néotectonique de l'Arc de Gibraltar** (1977) : Structure actuelle et évolution depuis le miocène de la chaîne Rifaine (partie de l'Arc de Gibraltar). Bull.Soc .Géol. France, p : 789-786
38. **GOUVERNORAT DU GRAND ALGER** (1998) : Alger capitale du 21<sup>ème</sup> siècle, Le Grand Projet Urbain de la capitale, ,Ed : ANEP
39. **HADJIEDJ.A, CHALINE.C, DUBOIS-MAURY.J ET EN COORDINATION DJEDOUANI. S** (2003) : Alger les nouveaux défis de l'urbanisation. Ed : L'HRAMATTAN, 303 p .
40. **HAKIMI. ZOHRA .** (2011) : Alger, politiques urbaines 1846 – 1958 .Ed : Bouchène, Paris . 258 p
41. **HERVE P, J. C. BOUSQUET, F. MASSON** (2007) : séisme et risque sismique, Approche sismotectonique , Ed . Dunod , 335 p.
42. **JOYNER, W.B AND BOORE, D.W** (1981): Peak horizontal acceleration and velocity from strong motion records including records from the 1979 Imperial Valley, California, earthquake, Bull. Seism. Soc. Am. 71, 2011-2038.
43. **LAOUAMI N., SLIMANI A. BOUHADAD Y. AND NOUR A.**(2003). The 05/21/2003 Boumerdes Earthquake : Preliminary analysis. Intern Report. CGS.
44. **LAVIGNE, JEAN-CLAUDE ET AL.** (1988) Dynamique urbaine et gestion des risques : les processus en jeu dans la COURLY. Paris, Plan Urbain.
45. **LUPTON, DEBORAH, DIR.** (1999) Risk and Sociocultural Theory: New Directions and Perspectives. Cambridge, Cambridge University Press.
46. **MADARIAGA ET PERRIER** (1991) : Les tremblements de terre, Presses du CNRS, 210
47. **MANCEBO .F.** (2007 a), "Accompagner les turbulences : une périurbanisation durable", numéro spécial Individualisme et production de l'urbain, priorité au cheminement des habitants, Les Annales de la Recherche Urbaine, n ° 102, pp. 51-57, PUCA, Paris
48. **MANCEBO .F.** (2007 b), "Des risques "naturels" aux politiques urbaines à Mexico", numéro spécial Gestion du risque et dispositifs d'alerte, Revue de Géographie Alpine, tome 95, n° 2, pp. 95-118, Armand Colin, Paris.
49. **MANCEBO .F.** (2006), "Du risque "naturel" à la catastrophe urbaine : Katrina", Vertigo - La revue Electronique en Sciences de l'Environnement, vol. 7, n° 1, UQAM, Montréal. [[http://www.vertigo.uqam.ca/vol7no1/art2vol7no1/vertigovol7no1\\_mancebo.pdf](http://www.vertigo.uqam.ca/vol7no1/art2vol7no1/vertigovol7no1_mancebo.pdf)]
50. **MAOUI . S.** (2000) : Elément d'introduction à l'urbanisme, histoire, méthodologie et réglementation, Ed Casbah (FAC), Alger, 271 P .
51. **MEZCUA, J., et J. M. MARTÍNEZ SOLARES** (1983): *Seismicity of the Ibero- Maghrebian region*. Madrid: IGN Report (in Spanish).
52. **MEGHRAOUI, M., MAOUCHE, S., CHEMAA, B., CAKIR, Z., AOUDIA, A., HARBI, A., ALASSET, P.J., AYADI, A., BOUHADAD, Y. & BENHAMOUDA, F.** (2004). Coastal uplift and

- thrust faulting associated with the Mw = 6.8 Zemmouri (Algeria) earthquake of 21 May, 2003. *Geophysical Research Letters*, 31, L19605, doi:10.1029/2004GL020466.
53. **PERETTI WATEL** (2000): *sociologie du risque*, Paris, Armand Colin, 286p
54. **Programme des nations unies pour le développement** (PNUD) : 2004, rapport mondial sur la réduction des risques et de catastrophes, un défi pour le développement ; New York, 148 p.
55. **THIERRY COANUS, JEAN-FRANÇOIS PEROUSE**(2006) : *Villes et risques*, Regard croisés sur quelques cités en danger Etude (broché), Ed ; Anthropos;
56. *Vulnérabilité et évolution du risque sismique en Algérie*, Centre national de recherche appliqué en génie parasismique.
57. **VEYRET.Y ET MESCHINET DE RICHEMOND.N** (2003) : le risque, les risques : représentation, gestion et impression spatiale du risque, p : 35-46 ,pp : 37. SEDES, coll DIEM.
58. **VEYRET.Y** (2004) : *Géographie des risques naturels en France . de l'aléa à la gestion* .Hatier, coll. Initial, 2004. 251 p.
59. **ZACECK.M** (1996) : *construire parasismique ; risque sismique, conception parasismique des bâtiments et réglementations* Ed parenthèses, Marseille, France, p : 325, pp : 116 – 120
60. **ZACEK.M** (2004) : *Conception parasismique, niveau avant-projet, cahier 1*. Coll.: Conception parasismique

### **MÉMOIRES DE MAGISTÈRE ET THÈSES DE DOCTORAT :**

61. **ABDESSEMED-FOUFA. A** (2007). *Contribution pour la redécouverte des techniques constructives traditionnelles sismo-résistantes adoptées dans les grandes villes du Maghreb (Alger, Fès et Tunis) durant le XVIIIème siècle*. Thèse de doctorat en Architecture, spécialité architecture et environnement. E.P.A.U d'Alger.
62. **ABDESSEMED-FOUFA. A** (1996) : *Evaluation de la vulnérabilité et réduction du risque sismique dans les centres urbains coloniaux cas de Tipaza*. Mémoire de magistère en Architecture, spécialité architecture et environnement. E.P.A.U d'Alger.
63. **ALASSET. P.J** (2005) : *Sismotectonique et identification des sources sismiques en domaine à déformation lente*, THÈSE de doctorat, l'Université Louis Pasteur - Strasbourg I
64. **ASCHAN-LEYGONIE. C** (1998) : *La résilience d'un système spatial : L'exemple du Comtat : Une étude comparée de deux périodes de crise au XIXe et au XXe siècles*. Paris : Université Paris I – Panthéon Sorbonne, 1998. 405 p. (Th. Doctorat : Géographie : Paris I) **ALASSET. P.J** (2005) : *Sismotectonique et identification des sources sismiques en domaine à déformation lente*, THÈSE de doctorat, l'Université Louis Pasteur - Strasbourg I

65. **BECK.E** (2006) : Approche multirisques en milieu urbain. Le cas des risques sismique et technologiques dans l'agglomération de Mulhouse (Haut-Rhin), thèse de doctorat de l'Université Louis Pasteur Strasbourg I , France.
66. **CHABI .N** ( 2007): L'homme, l'environnement, l'urbanisme. THESE de doctorat de l'université Mentouri de Constantine, Département d'Architecture
67. **DAOUDI.M** (2010) : Structures sanitaires et accès aux soins pour un projet urbain de santé publique à Alger. Mémoire de magistère UMC ; département d'architecture et d'urbanisme.
68. **EL-ROBRINI.M** (1986): évolution morpho structurel de la marge Algérienne occidentale (méditerranée occidentale): influence de la néotectonique et de la sédimentation. Thèse en Phd, université paris 6, 164 p
69. **HAHOU** (2005). Sismicité du Maroc, Apport de l'étude des séismes d'el Hociema et de Rissani et évaluation de l'aléa sismique. Thèse de doctorat en géologie appliquée, spécialité géophysique. Faculté des sciences, université de Rabat, Maroc.
70. **HARBI, A.** (2000): Analyse de la sismicité et mise en évidence d'accidents actifs dans le Nord-Est Algérien, Thèse de Magister (IST-USTHB, Alger, Algérie).
71. **MEGHRAOUI, M.**,(1988), Géologie des zones sismiques du nord de l'Algérie, tectonique active, paléo séismologie et synthèse sismotectonique, Ph.D. thèse, 356 pp., Univ. de Paris-sud Orsay, Paris.
72. **MEGUITIFF.S** (2008) : Conditions d'articulation urbanisme-transport : le cas de l'agglomération algéroise. Institut d'urbanisme, faculté d'aménagement, mémoire en vue de l'obtention du grade de maitrise en urbanisme.
73. **TIGZIRI .M** (2005) : la prévention et gestion des catastrophes, mémoire d'E.A en Architecture et arts plastique, Université de Genève, institut d'architecture

### **ARTICLES:**

74. **BELHAI-BENAZZOUC Atika et DJELAL Nadia** (2010) : le foncier vecteur de l'étalement urbain algérois. Colloque : Identité et compétitivité territoriale, du 2à au 22 Septembre 2010, ASRDLF-AISRE.
75. **BETBEDER-MATIBET. J, DOURY . Jean-Louis:** Constructions parasismiques ; In© Techniques de l'Ingénieur, traité Construction , C 3 290
76. **BOUDAQQA. F** (2003) : Urbanisation et risques naturels à Alger et son aire métropolitaine
77. **BOUDIAF, A., J.-F. RITZ, AND H. PHILIP** (1998) : Drainage diversions as evidence of propagating active faults: Example of the El Asnam and Thenia faults, Algeria, Terra Nova, 10, 236–244, doi:10.1046/j.1365 3121.1998.00197.x.

78. **BOUMANSOUR DJAAFRI .R (2005)** : L'impact des plans d'urbanismes élaborés pour l'extension de la ville d'Alger et la plaine de la Mitidja sur l'étalement urbain. Colloque du 24 AU 27 Novembre 2005 à Sfax ; Les villes au défi du développement durable ; quelle maîtrise de l'étalement urbaine et ségrégation associées ?
79. **BOUNOUAR. D (1994)**. Catalogues de séismes pour la région du Maghreb 20°-38° N – 10 °W – 12° E, pour la période 1900-1990.
80. **BENOUAR. D (Mars 2005)** in RISQUE DE TREMBLEMENT DE TERRE EN AFRIQUE : UN GUIDE POUR LES CHEFS DE COMMUNAUTES. (Ecrit pour le compte des Nations Unies/ Stratégie Internationale pour la Prévention des Catastrophes –UN/SIPC)
81. **BRGM (août 2006)**: Etude de réduction de la vulnérabilité du massif de Bouzaréah aux catastrophes naturelles, rapport de tâche 3
82. **BRGM (août 2006)**: Etude de réduction de la vulnérabilité du massif de Bouzaréah aux catastrophes naturelles, Chapitre 4.
83. **CARRY.N ; ( 11 mai 2006)** : Les séismes expliqués aux enfants .  
<http://www.docpdf.org/search.php>
84. **Collection de l'équipe d'accueil GESTER** : La vulnérabilité des sociétés et des territoires face aux menaces naturelles ; Sous la direction de Frédéric LEONE & Freddy VINET (Université Paul-Valéry — Montpellier III), Collection « Géorisques » no 1
85. **CONSTRUCTION MODERNE ( Avril 2009)** N° 132 : l'architecture Parasismique , paris ,Pp : 15-22.
86. **Commission de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (2003)** : L'urbanisation et les risques naturels et industriels en Algérie : inquiétudes actuelles et futures. Alger, le 13 avril 2003 , 97 p .
87. **DEBACHE . S., MAHIMOUD. A & SAIGHI .O** : Techniques modernes et constructions traditionnelles compatibilité ou dissociation, p :4.  
[www.umc.edu.dz/vf/images/patrimoine/.../DEBACHE-ARTICLE.pdf](http://www.umc.edu.dz/vf/images/patrimoine/.../DEBACHE-ARTICLE.pdf)
88. **D'ERCOLE. R & PIGEON. P** : (1990) l'expertise internationale des risques dit naturels ; Interêt géographique –Annales de géographie,
89. **DEVOULX.A (1866)** : les édifices anciens de l'ancien Alger. Revue africaine n° 10, V10, p229, cette revue est égalemnt publier sur internet : <http://www.algerie-ancienne.com/livres/Revue/revue.htm>
90. **El WATAN** le 14 Juin 2003 article écrit par M.Z/article récupéré dans le site [www.sfap.asso.fr/Divers/seismelger.htm](http://www.sfap.asso.fr/Divers/seismelger.htm).
91. **HEEZEN, B. C. AND M. EWING, (1955)**: Orleans Ville earthquake and turbidity currents. *AAPG Bull.*, **39**, 2505-2514.

92. **GENESSAUX M, MAUFRET A, PAUTOT G.** (1980) : Les glissements sous-marins de la pente continentale niçoise et la rupture de câbles en mer ligure (Méditerranée Occidentale), C.R. Acad. Sci. Paris, 290, série D, 1980, p. 959-962
93. **GLADE, T.**(2003): Vulnerability Assessment in Landslide Risk Analysis. Die Erde (Beitrag zur Erdsystemforschung)
94. **HAFIANE .A** (2007) : Les projets d'urbanisme récents en Algérie, 43e Congrès de l'ISOCARP.
95. **JANCEVSKI.J, BOUDIAF.A, BOUHADAD.Y, EL-FOUL.D ET RABET.M** (1993) : Détermination des caractéristiques néotectoniques et sismotectoniques de la région d'Alger par la méthodologie d'analyse morphostructurale. Acte du 5<sup>e</sup> Séminaire Maghrébin du Génie Parasismique, Alger 15, 16 et 17 Février 1993. Vol 2 143-155
96. **M.H.A.T** (2004) : programme d'aménagement côtier, maîtrise de L'urbanisation et de l'artificialisation des sols ; Projet d'aménagement Rapport: Etude prospective de l'urbanisation – Phase 2 –
97. **MEDD/DPPR/SDPRM**(2003) : Rapport préliminaire de la mission AFPS ; le séisme du 21 mai 2003
98. **MEGHRAOUI, M.** (1991), Blind reverse faulting associated with the Mont Chenoua-Tipaza earthquake of 27/10/1989, Terra Nova, 3, 84- 93.
99. **MINCIARDI.R, SACILE.R,TARAMASO.A-C ,TRASFORINI.E,ET TRAVERSO.S**( 2005) : modeling the vulnerability of complex territorial systems : an application to hydrological risk. Environmental modeling and soft wane, in press.  
<http://www.geo.mtu.edu/rs4hazards/links/SocialKateG/Attachments%20Used:VulnerabilityEnvironmentalHaz.pdf>
100. **Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement** (Décembre 2004) : Programme d'Aménagement Côtier (PAC) "Zone côtière algéroise", Maîtrise de l'urbanisation et de l'artificialisation des sols, Rapport: Etude prospective de l'urbanisation – Phase 2 –
101. **MINISTERE DE LA CULTURE DE LA WILAYA D'ALGER** : plan permanent de sauvegarde et de mise en valeur du secteur de sauvegarder de la Casbah d'Alger
102. **MADARIAGA.R et PERRIER.G** (1991) : Les tremblements de terre. Presses du CNRS
103. **NOUAS Zoubir** (2009) : Vulnérabilité Sismique Urbaine, séminaire sur les risques urbains UMC , Mai 2009
104. **R. BOUMANSOUR DJAAFRI** : L'impact des plans d'urbanismes élaborés pour l'extension de la ville d'Alger et la plaine de la Mitidja sur l'étalement urbain.
105. **PDAU d'Alger** ; stratégie et plans de prévention contre les risques naturels et technologiques.
106. **PELLETIER.J** (1955) : Un aspect de l'habitat à Alger : les bidonvilles In: Revue de géographie de Lyon. Vol. 30 n°3, 1955. pp. 279-288.

[http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/geoca\\_0035\\_113x\\_1955\\_num\\_30\\_3\\_1923](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/geoca_0035_113x_1955_num_30_3_1923)

107. **PHILIP.H, MEGHRAOUI.M** (1983): Structural-analysis And Interpretation Of The Surface Deformations Of The El-asnam Earthquake Of October 10, 1980, *Tectonics*, 2, p: 17-49.
108. **OUADAH REBRAB.S** (2007): Pratiques de mobilités résidentielles et processus de territorialisation : le cas de location-vente AADL.Séminaire de Sousse 27 et 28 avril 2007, Projet FSP « faire la ville en périphérie(s). Territoires et territorialités dans les grandes villes du Maghreb »
109. **UGOUADFEL** (2007) : Nouvelles villes et périphérie algéroises, émission télévisée (Canal Algérie), 01/03/2007.
110. **ROTHÉ, J.P.** (1950): Les séismes de Kherrata et la séismicité de l'Algérie, *Bull. Serv. Cart. Geol. Algérie*, 4ème Sér., Géophysique, n. 3.
111. **Synthèse du rapport de la mission AFPS « MEDD de France »** (Juillet 2003) : Le séisme de Boumerdes (Algérie) du 21 Mai 2003
112. **SALIHA OUADAH REBRAB** ; Pratiques de mobilités résidentielles et processus de territorialisation ;
113. **VEYRET.Y** (2006) : Risques naturels et géographiques : vulnérabilité et assurance. Dans colloque ; « Géographes et assureurs face aux risques naturels, acteurs complémentaires à la connaissance de la prévention » Guyancourt, 6 Avril 2006 ; Communication.
114. **VIES DE VILLES (février 2006)** : Faire face aux risques majeur en ville . revue d'architecture et d'urbanisme . ISSN 1112-5284 . N° : 04 , Alger .
115. **VIES DE VILLES (Novembre 2008)** : Prévenir le risque sismique, stratégies et scenarii. revue d'architecture et d'urbanisme . ISSN 1112-5284 . N° : 10 , Alger .
116. **TRICART J.** (1958) - La crue de la mi-juin 1957 sur le Guil, l'Ubaye et la Cerveyrette. *Revue de Géographie Alpine*, vol. 4, p. 565-627.

**SITES INTERNET :**

117. <http://www.ipgp.fr/pages/0303030801.php>
118. <http://imacwww.epfl.ch/GenieParasismique/Transparent/Transp2.pdf>
119. <http://www.bwg.admin.ch/themen/natur/f/pdf/erenho.pdf>
120. <http://www.algerie-dz.com/forums/showthread.php?t=127402>
121. <http://hdeypyrenees.over-blog.com/article-algerie-vetuste-alarmanthe-du-parc-immobilier-65780962.html>
122. <http://dzairinfos.com/article/effondrement-d-un-hotel-hier-au-square-port-said-a-alger-8-morts-et-22-blesses>.
123. [http://www.craag.edu.dz/formation\\_info/infos/dispositions\\_ar.pdf](http://www.craag.edu.dz/formation_info/infos/dispositions_ar.pdf)
124. [http://www.craag.edu.dz/formation\\_info/infos/dispositions\\_fr.pdf](http://www.craag.edu.dz/formation_info/infos/dispositions_fr.pdf)
125. [http://www.craag.edu.dz/formation\\_info/infos/savoir\\_ar.pdf](http://www.craag.edu.dz/formation_info/infos/savoir_ar.pdf)
126. [http://www.craag.edu.dz/formation\\_info/infos/savoir\\_fr.pdf](http://www.craag.edu.dz/formation_info/infos/savoir_fr.pdf)
127. N. CARRY ; (11 mai 2006) : Les séismes expliqués aux enfants .P: 02  
<http://www.docpdf.org/search.php?>
128. P. BALANDIER : Les séismes et les sites constructibles ; Document d'information à l'usage du constructeur V1 ; (www.4shared.com)
129. [www.CRAAG.dz](http://www.CRAAG.dz)
130. [www.CGS.dz](http://www.CGS.dz)
131. [www.ons.org](http://www.ons.org)
132. [http://www.4shared.com/get/8U72mnOk/AURAN\\_Algers\\_phase1.html](http://www.4shared.com/get/8U72mnOk/AURAN_Algers_phase1.html)
133. [www.prim.net](http://www.prim.net)

# SEISMIC RISK AND URBANIZATION

## CROSS REVIEW TO THE ALGERIAN CAPITAL

### ABSTRACT

The seismic risk remains among the main risks which threaten our country. Indeed, Algeria is localised at the border of the two tectonic plates namely the Eurasian and African which generate moderated seisms, with strong magnitudes, confirmed by the historical seismic activity. As example, we named the two devastators earthquake which Algeria knew, that of El Asnam in 1980 and Boumerdes in 2003.

The capital Algiers is considered the city's most vulnerable of the country. Not only, it testifies to terrible seismic catastrophes but, it rests on six seismic faults which can move constantly. Added with this phenomenon, the capital is confronted with extreme urban changes. Urbanization she has known since independence did not take into account the factor risks. The demographic pressure and economic development largely supplanted all the concerns. The dichotomy of the urgency and the priorities were used closely for the installation of industry on sites with strong output agricultural and subjected to the seismic activity. Thus the concentration of the urbanization, the infrastructures and the structuring equipment, is the essence of the economic potential in the capital which is added to the incoherent character of the distributions, amplify the intensity of the seismic risks.

The priority choice of a development along the littoral of bay of Algiers and its current growth towards the zones of the Sahel and Mitidja as well as the degradation and the ageing of the built framework took part to make capital a territory very vulnerable, able to multiply the potential of a major seismic disaster , see the domino effect.

**Key words: Seismic risk, disaster, urbanization, Algiers, population growth.**

# أَخْطَارُ الزَّلَازِلِ وَالتَّوَسُّعِ العُـمـرَانِيِّ

## نَظْرَةٌ مُخْتَلِفَةٌ عَلَى العَاصِمَةِ الجَزَائِرِيَّةِ

### مُلخَصٌ

يعد خطر الزلزال من بين الأخطار التي تهدد الشمال الجزائري، حيث أنه ونظرا لموقعها فإنها تتواجد في تشابك ما بين الصفائح الأوروبية والإفريقية التي ينتج عنه نشوب زلازل متوسطة إلى مرتفعة المدى إلى كثير من الأحيان و الذي يمكننا تأكيده نتيجة الزلازل التي عرفها الوطن مثل الزلزال العنيف للأصنام 1980 وبومرداس 2003.

تعتبر الجزائر العاصمة من بين المدن الأكثر عرضة لهذا الخطر لاسيما وأن المنطقة عرفت سلسلة من الزلازل التاريخية والعامل الرئيسي الذي يزيد من تعميق الخطر هو النمو العمراني الكثيف والمتواصل منذ الاستقلال، الذي لم يأخذ بعين الاعتبار الأخطار التي تهدد المدينة. وبالتالي فإن التجمع العمراني، البنى التحتية والقاعدية، والأساسيات من الاقتصاد في العاصمة يزيد من عدم التناسق في التوزيع والذي يؤدي إلى تعميق من أخطار الزلازل.

الخيار الأولي للنمو العمراني على طول الشريط الساحلي وتوسعه حاليا على كل من منطقة الساحل والمنتجة، إضافة إلى التدهور و الشيخوخة للبنى شاركا في جعل الجزائر العاصمة منطقة حساسة جدا بإمكانها استدراج كارثة زلزالية كبرى. نتيجة لهذا المنظر، فإن خطر الزلزال حتمي ولهذا فيجب على الجزائر أن تحاول البحث على استراتيجيات للحد من هذا الخطر للحفاظ على البلاد والعباد.

الكلمات المفتاحية : خطر الزلازل ، النمو العمراني ، النمو الديمغرافي ، الكوارث، الجزائر العاصمة.

# RISQUE SISMIQUE ET URBANISATION

## REGARD CROISÉ SUR LA CAPITALE ALGÉRIENNE

### RÉSUMÉ

Le risque sismique reste parmi les risques majeurs qui menacent notre pays. Effectivement, l'Algérie est localisée à la frontière des deux plaques tectoniques à savoir l'eurasienne et l'africaine qui engendrent des séismes modérés, à de fortes magnitudes, confirmés par l'activité sismique historique. A titre d'exemple, on cite les deux séismes dévastateurs qu'a connus l'Algérie, celui d'El Asnam en 1980 et de Boumerdès en 2003.

La capitale Alger est considérée comme la ville la plus vulnérable du pays . Non seulement, elle témoigne de terribles catastrophes sismiques mais, elle repose sur six failles sismiques qui peuvent bouger à tout moment.

Additionnée à ce phénomène, la capitale se trouve confrontée à d'extrêmes mutations urbaines. L'urbanisation qu'elle a connue depuis l'indépendance n'a pas pris en compte le facteur risque. La pression démographique et le développement économique ont largement supplanté toutes les préoccupations. La dichotomie de l'urgence et les priorités ont servi de près à l'installation d'industrie sur des sites à fort rendement agricole et soumis à l'activité sismique. C'est ainsi que la concentration de l'urbanisation, des infrastructures et des équipements structurants, soit l'essentiel du potentiel économique dans la capitale qui s'ajoutent au caractère incohérent des distributions, amplifient l'intensité des risques sismiques.

Le choix prioritaire d'un développement le long du littoral de la baie d'Alger et sa croissance actuelle vers les zones du sahel et de la Mitidja ainsi que la dégradation et le vieillissement du cadre bâti ont participé à faire de la capitale un territoire très vulnérable, capable de décupler le potentiel d'une catastrophe sismique majeure, voir l'effet domino.

**Mots clés : Risque sismique, catastrophe, urbanisation, Alger, croissance démographique.**