

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ferhat Abbas - Sétif 1
Institut d'architecture et des sciences de la terre



THÈSE

En vue de l'obtention du diplôme de

DOCTORAT EN SCIENCES

Présentée par SEHILI Farida

**Construction de la vulnérabilité d'un
territoire urbain : la ville de Dellys face aux
séismes**

Soutenue publiquement le 27/10/2022 à Sétif devant un jury composé de

M ^r ZEGHLACHE Hamza	Professeur	Univ. Ferhat Abbas Sétif 1	Président
M ^r MADANI Said	Professeur	Univ. Ferhat Abbas Sétif 1	Directeur de thèse
M ^{me} MESCHINET DE RICHEMOND Nancy	Professeure	Univ. Montpellier 3	Co-directrice de thèse
M ^{me} CHABOU Meriem	Professeure	EPAU Alger	Examinatrice
M ^{me} ABDESSEMED FOUFA Amina	Professeure	Université Blida 1	Examinatrice
M ^r BENOUAR Djillali	Professeur	USTHB Alger	Examinateur
M ^r LEONE Frédéric	Professeur	Univ. Montpellier 3	Invité

Dédicaces

À la mémoire de mes chers parents

À Amir et mes chères sœurs

وإذ تأنن ربكم لنن شكرتم لأزيدنكم ولنن كفرتم إن عذابى لشديد

Je remercie Dieu qui m'a donné la force et le courage de finir cette thèse après de longues années marquées par des hauts et des bas très difficiles et les obstacles rencontrés durant la collecte des données et l'enquête sur terrain. La recherche scientifique est un parcours long épineux mais qui mérite d'être mené car au bout nous avons la satisfaction du travail accompli. Cette recherche m'a permis de rencontrer beaucoup de personnes qualifiées dans le domaine de la gestion des risques en Algérie, France, Iran et Tunisie et un peu partout dans le monde.

Je remercie le Professeur Madani Said qui m'a dirigé, aidé et encouragé durant toutes ces années, il a été mon booster et a été présent à chaque fois que je voulais lâcher. Merci Professeur Madani ;

Mes remerciements vont également à Mme Nancy Meschinet De Richemond, grâce à qui je suis arrivée à comprendre cette nouvelle discipline qu'est la gestion des risques et des catastrophes naturelles. Elle m'a guidé, orienté, dirigé vers ce sujet pluridisciplinaire qui demande la combinaison de plusieurs approches. Merci Mme Nancy Meschinet De Richemond ;

Je remercie les membres du jury Professeure Abdessemed Foufa Amina, Professeure Chabou Othmani Meriem, Professeur Benouar Djilali, Pr Leone Frédéric et Professeur Zeghlache Hamza pour avoir accepté d'évaluer et expertiser ce travail de recherche.

Je remercie le laboratoire UMR GRED de Montpellier pour m'avoir accueilli durant mes stages qui ont été très bénéfiques pour le résultat final de cette thèse, merci Mr Frédéric et Mme Monique.

Je remercie Dr Beljoudi (CRAAG), Dr Boukri (CGS), Mr Beki (Protection civile de la wilaya de Boumerdes), Mme Fadila (architecte APW Boumerdes), Mr Akreche (Bureau d'étude à Dellys), Mr Akli (Bureau d'étude Alger).

Je remercie chaleureusement les habitants de la basse Casbah de Dellys pour m'avoir accueilli et aidé dans l'enquête in situ et qui sans eux ce travail n'aurait pas abouti. C'est dans leurs coutumes, qu'ils ont accueilli le prince d'Almeria après la chute de la ville Andalouse.

Je remercie mes amis et ma famille, Najet, Noor, Kenza, Nayla, Fouzia, Zakia, Samira, Djamel, Madina, Aïcha, Mme Abdeladim, Amine, Hicham, Yazid, pour leur encouragement et leur aide.

Enfin, Je remercie toute personne ayant participé de près ou de loin pour l'accomplissement de cette thèse.

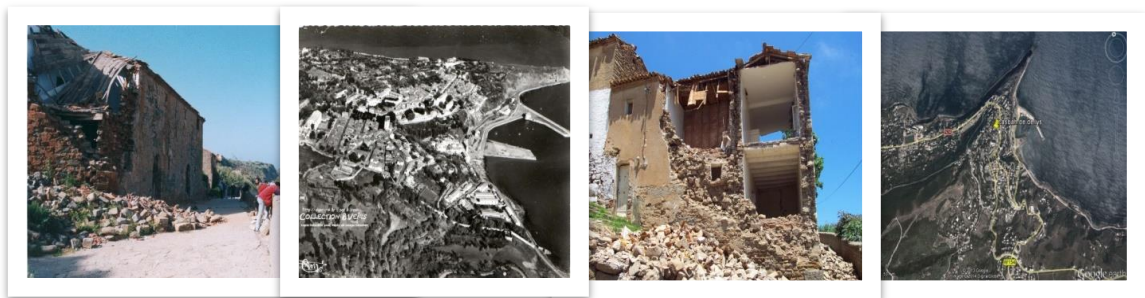
Un grand merci à toutes et à tous.

SOMMAIRE

Dédicaces	i
Remerciements	ii
SOMMAIRE	iii
INTRODUCTION GENERALE	1
I. Le contexte régional et local : l'impact des catastrophes naturelles et les vulnérabilités des territoires urbains de Boumerdes et Dellys et l'échec de leurs réduction	2
I. Les objectifs de la thèse	7
II. Les enjeux de la thèse	8
III. Choix du périmètre géographique, des méthodes et des terrains d'études	9
IV. Organisation de la thèse :	11
PARTIE I L'évolution diachronique des composantes des risques naturels à l'échelle régionale et locale	13
Introduction de la partie I	14
Chapitre 1. De la catastrophe au risque naturel	15
Introduction	16
1.1. La vulnérabilité au cœur des risques et des catastrophes	17
1.2. Le risque : un objet composite, complexe et global	18
1.3. Les approches du risque	31
1.4. La catastrophe	35
1.5. Retour d'expérience (REX) sur les catastrophes naturelles en Algérie de 1716 à 2019	39
Conclusion : penser la complexité des risques en termes des trajectoires territoriales	64
Chapitre 2. Boumerdes, un territoire vulnérable au risque sismique	65
Introduction	66
2.1. Boumerdes, une région historiquement sismique	67
2.2. Identification et quantification des enjeux vulnérables	72
2.3. Les effets, les conséquences du séisme sur les enjeux matériels	73
2.4. Des communes à forte vulnérabilité physique, humaine et sociale	98
Conclusion : Boumerdes, un territoire à forte vulnérabilité globale	99
Chapitre 3. Les mécanismes d'urbanisation des zones à risque de l'agglomération urbaine de Dellys	100
Introduction	101
3.1. L'évolution diachronique des fonctions et des espaces urbains à Dellys	101
3.2. L'augmentation des vulnérabilités de la ville de Dellys à la fin du XXème siècle : retours d'expérience sur le séisme de 2003 et les inondations de 2007	129
3.3. Évolution spatiotemporelle des vulnérabilités : les migrations des foyers de vulnérabilité vers d'autres quartiers de la ville.	139
Conclusion	142
Conclusion de la partie I	142
PARTIE II. Analyse de la vulnérabilité globale de la Casbah de Dellys face au séisme	144
Introduction de la partie II	145
Chapitre 4. Diagnostic de la vulnérabilité globale de la ville arabe (Casbah de Dellys)	147
Introduction	148
4.1. Comment définir l'approche et les facteurs de vulnérabilité à évaluer	148
4.2. Diagnostic de la vulnérabilité de la Casbah de Dellys	150
4.3. Synthèse de l'état des lieux	182

4.4. Les enjeux à évaluer	183
Conclusion	183
Chapitre 5.Évaluation de la vulnérabilité globale et du risque sismique à Dellys	184
Introduction	185
5.1. Les facteurs et les outils d'estimation des vulnérabilités	185
5.2. La corrélation entre les facteurs de vulnérabilités	186
5.3. La fonction de l'aléa sismique à Dellys	188
5.5. Le risque sismique à la vieille ville et la ville de Dellys	219
5.6. Le risque à Dellys	224
Conclusion	226
Conclusion de la partie II	226
PARTIE III. La trajectoire globale du risque naturel de la ville de Dellys	228
Introduction de la partie III	229
Chapitre 6.Les politiques publiques de gestion des risques naturels et de préservation du patrimoine urbain à Dellys	230
Introduction	231
6.1. Les orientations des instruments d'urbanismes et les risques naturels à Dellys (la gestion urbaine des risques naturels)	231
6.2. La prévention : les mesures de réparation du bâti et de relogement, après le séisme de 2003	237
6.3. Les effets positifs de la catastrophe sismique de 2003 sur la vieille ville de Dellys	246
Conclusion	253
Chapitre 7.Culture et représentation des risques dans la population de la vieille ville de Dellys	254
Introduction	255
7.1. La connaissance et la représentation des risques (la culture du risque)	255
7.2. Enquêter la culture du risque naturel (la représentation du risque sismique) à Dellys	257
7.3. La dimension sociale : les aides	272
Conclusion	281
Chapitre 8. L'évaluation de la trajectoire globale du risque sismique à l'échelle de la vieille ville de Dellys.	282
Introduction	283
8.1. Une vulnérabilité globale dynamique	283
8.2. Un aléa naturel probable	291
8.3. Une trajectoire globale du risque sismique	294
Conclusions et perspectives	296

INTRODUCTION GENERALE



Vues de la Casbah de Dellys après le séisme de 2003 (source : BET Akretche)

I. Le contexte régional et local : l'impact des catastrophes naturelles et les vulnérabilités des territoires urbains de Boumerdes et Dellys et l'échec de leurs réduction

Les risques de catastrophes naturelles sont fréquents dans le monde, ces dernières touchent aussi bien les pays développés que les pays en développement. Elles sont à l'origine des pertes humaines et économiques sans précédent. Cependant, certaines populations sont plus vulnérables que d'autres face à un même phénomène naturel. Pour exemple, nous avons le séisme de magnitude 7,3 survenu en février 2021 au large de Fukushima qui a fait 114 blessés et le séisme de pratiquement la même magnitude (7,2) survenu à Haïti en août 2021 qui fit plus de 2 200 morts et 12 000 blessés. Dans le premier exemple (Fukushima - Japon), les bâtiments sont construits selon des normes parasismiques et il existe un système d'alerte précoce, pour le second cas, Haïti applique très peu des mesures de prévention. Ainsi, la préparation aux situations de crise est un enjeu majeur dans la gestion des catastrophes.(Calais et al. 2022).

Actuellement gérer les risques naturels, c'est appréhender l'échelle des menaces et celle des vulnérabilités. Le risque naturel est généralement traité comme un phénomène localisé qu'il est possible de circonscrire dans des limites plus ou moins stables et évidentes du territoire de l'aléa (November, 2002 et 2013 ; Pigeon, 2005 ; Beucher et al, 2008 ; Meschinet de Richemond, 2012). Ces différents travaux montrent que la complexité scalaire de certains risques n'est que très rarement prise en compte par les gestionnaires. Le risque de catastrophe naturelle est une affirmation selon laquelle les différentes formes de vulnérabilités sont la cause profonde des catastrophes (Wisner 2004). Pour réduire les risques de catastrophes (RRC), on se réfère au processus de compréhension, d'analyse et de gestion des causes et des origines des risques qui s'accumulent et conduisent aux catastrophes (Wisner et al, 2012). Pour remédier à ces situations, 186 États dont l'Algérie, ont adopté le cadre d'action internationale de Sendai (2015-2030). Son objectif essentiel était et demeure celui de doter le maximum de pays de plateformes nationale et locale, d'élaborer pour chaque échelle territoriale des stratégies et établir des programmes multisectoriels, et de faire participer à la réflexion et à l'action toutes les catégories de la population, United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR 2015).

En Algérie, la situation ne correspond pas au cadre international idéal, nous avons des particularités historiques, politiques, réglementaires sans oublier le contexte spécifique des risques majeurs comme les séismes, les inondations, les risques climatiques (les canicules), les feux de forêts, etc., ainsi que des particularités liés au système de gestion des risques naturels (moyens humains, techniques,..) le tout, dans un contexte historique particulier. L'Algérie a connu plusieurs événements naturels dont plusieurs ont été catastrophiques. Nous citons les tremblements de terre qui ont frappé Chlef en 1980 et Boumerdes en 2003 ainsi que les dramatiques inondations qui ont assombri la capitale en 2001. Le pays n'a

également pas été épargné par d'autres calamités comme les inondations qui ont touché de nombreuses villes entre autres Ghardaïa et Béchar. Entre 2020 et 2021, l'Algérie a dépensé 34 milliards de dinars pour indemniser et réparer les dommages des événements naturels et à chaque phénomène naturel on enregistre de lourdes pertes humaines et économiques, elles affectent les zones les plus urbanisées, cela explique la forte exposition de ses territoires aux risques de catastrophes naturelles (tableau 1).

Tableau 1 : les coûts des différents événements naturels de 2020 à la fin de 2021 (source : Afra 2021)

Les évènements naturels	Dommages matériels	Dommages en chiffres	Les indemnités et réparations
Séisme de Mila, Aout 2020	3000 habitations	2.5 milliards	6 milliards
Séisme de Bejaia, Mars 2021	2000 habitations		
Inondations (2020-2021)	24 milliards		
Feux de forêts	2.5 milliards		
Total	35 milliards de dinars		

Consciente de sa forte exposition et de ses vulnérabilités croissantes, l'Algérie s'est dotée depuis 1985 d'un plan national de prévention et de gestion des risques naturels et technologiques majeurs. Ce plan a été actualisé et renforcé par la loi 04-20¹, relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable. D'après Rebotier (2004), le retour d'expérience est censée « rétro alimenter » la société grâce aux enseignements souvent douloureux tirés d'une catastrophe afin d'améliorer la « capacité de réponse » de la société et donc de diminuer le risque.

Comment l'Algérie a tiré des leçons des différentes catastrophes qui ont touchés son territoire pour se prémunir et gérer les risques naturels?

En 1955, après la catastrophe sismique de Chlef (ex Orélansville) (1954) qui a causé la perte de 1243 personnes et détruit plusieurs équipements structurants (école, hôpital, église, hôtel), en plus des constructions à caractère résidentiel et de nombreuses déformations du milieu naturel, un code parasismique voit le jour pour concevoir des bâtiments plus résistants au séisme (Capot-Rey 1954). Il est a rappelé que suite au violent séisme du 26 février 1716, le Dey d'Alger Ali Chaouch a imposé des mesures parasismiques pour la reconstruction de la cité d'Alger dans le but de renforcer les constructions en maçonnerie (Abdessemed-Foufa et Benouar 2010). Les pertes humaines (entre 5000 à 20000 morts) de la catastrophe sismique du 10 octobre 1980 sont attribuées principalement à l'effondrement des bâtisses (Vitelmo et Hareh 1983) . Et en 1988, nous avons la mise en place d'un code parasismique applicable aux nouvelles constructions Règles Parasismiques Algériennes (RPA 88) modifié en 1999 (Vitelmo et Hareh 1983). Après la catastrophe sismique de 2003, la fragilité des constructions est une nouvelle fois mise en cause par l'Association Française du Génie Parasismique (AFPS 2003), le Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique (CGS 2004) et Bechtoula et

¹ Journal officiel de la république algérienne n° 84 du 29 décembre 2004

Ousalem (2003), et nous avons encore une fois la révision du code parasismique (RPA 1999), version 2003. La focalisation sur l'aléa et ses impacts a longtemps fait penser et agir à l'échelle de l'enjeu menacé, sans que l'on n'envisage réellement la dimension spatiale et la temporalité des risques et des catastrophes (Reghezza-Zitt 2016).

Malgré les moyens et les politiques de prévention décrétées à différentes échelles, les territoires urbains restent plus vulnérables aux risques de catastrophe naturelle.

La wilaya de Boumerdes située à l'est de la capitale Alger a été durement touchée par le séisme de 2003 (figure 1), on a enregistré des disparités dans les pertes matériels, les dommages les plus importants ont été enregistrés dans les agglomérations chef lieux (tableau 2). Nous pensons que les enjeux matériels et humains des villes de la région de Boumerdes étaient vulnérables et la catastrophe a révélé ces vulnérabilités. Pour les disparités dans le dommages la réponse se trouve dans le décalage entre le territoire de l'aléa et le territoire du risque qui ne peut en effet s'expliquer que si l'on distingue préalablement deux types d'endommagement qui correspondent à deux formes distinctes de vulnérabilité ; l'endommagement matériel et l'endommagement « fonctionnel » (Reghezza-Zitt, 2006).

Figure 1 : situation des différentes villes citées dans la thèse (source : qgis, modifiée par Sehili 2021)

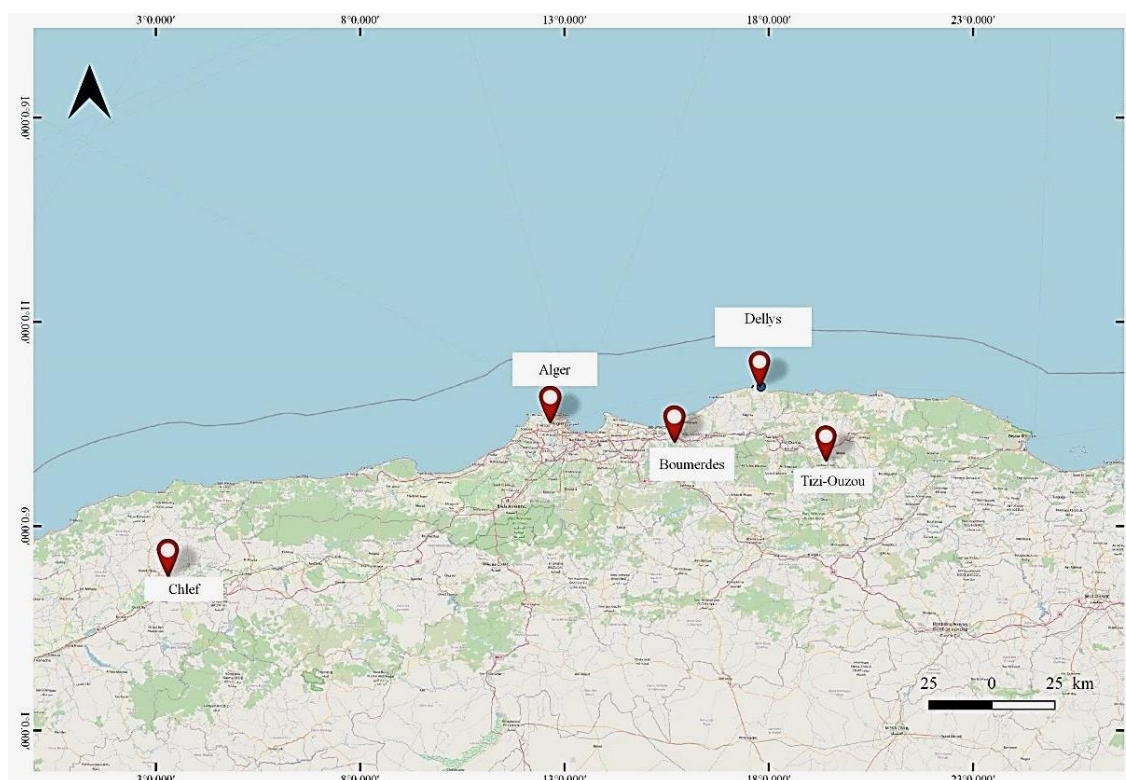


Tableau 2 : l'impact des dommages matériels à Boumerdes (source :Protection Civile Boumerdes , modifié par Sehili ,2021)

Communes agglomération chef lieu et daïra	Population (hab.)	Densité (hab./ Km 2)	Nombre Logements 31/12/2001	Nombre de Logements Perdus par daïra	Taux perte logements par daïra %	Nombre population/ A.C.L	Taux population par daïra %
BOUMERDES/ACL	39 012	2 027	7 444			33 007	73,18
S/T DAIRA	69 883	837	12 330	2 370	19,22	45 102	
BORDJ MENAIEL/ACL	56 323	576	8 821			37 293	71,14
S/T DAIRA	114 164	415	17 990	3 585	19,93	52 420	
BOUDOUAOU/ACL	61 934	1 466	8 230			48 495	69,66
S/T DAIRA	118 482	647	16 193	1 270	7,84	69 618	
DELLYS/ACL	29 552	584	5 884			20 466	76,46
S/T DAIRA	52 341	403	9 442	1 037	10,98	26 767	
ISSER/ACL	30 405	454	4 855			14 786	50,66
S/T DAIRA	84 369	443	14 042	332	2,36	29 186	
KHEMIS EL KHECHNA/ACL	64 229	784	8 465			34 834	45,59
S/T DAIRA	145 229	765	18 174	506	2,78	76 404	
NACIRIA/ACL	22 806	372	3 600			7 636	59,85
S/T DAIRA	29 569	346	4 711	170	3,61	12 759	
THENIA/ACL	19 170	461	3 879			15 366	56,35
S/T DAIRA	55 582	331	10 792	1 270	11,77	27 271	
BAGHLIA /ACL	16 964	280	2 629			7 478	45,79
S/T DAIRA	40 405	267	6 512	538	8,26	16 332	
TOTAL WILAYA	710 024	488	110 186	10 513		355 859	

La ville de Dellys ne fait pas exception à la situation des territoires de la région de Boumerdes durement touchés par le séisme de 2003. Dix jours après le séisme du 21 mai 2003, il a été recensé 113 morts et 2556 constructions endommagés. En 2007, le 28 novembre, Dellys connaît un deuxième phénomène naturel, des inondations, et son territoire est coupé en deux suite à la destruction de ponts (figures 2 et 3). En conséquence plusieurs aides ont été débloquentées et une politique de développement urbain a été planifiée pour combler les carences d'avant les catastrophes. Aussi des indemnités financières ont été distribuées, des opérations de réparation des constructions touchées ont été enclenchées, ainsi que des opérations de relogement des familles sinistrées vers des centres de transit (provisoire, chalets) où vers de nouveaux logements (quartiers de la ville nouvelle). En 2007, la vieille ville de Dellys est classée secteur sauvegardé, un Plan Permanent de Sauvegarde et de Mise en Valeur du Secteur Sauvegardé PPSMVSS est lancé et approuvé en 2016², des mesures d'urgence ont été lancées pour protéger le bâti. Mais, une gestion efficace des risques naturels ne peut se satisfaire de la seule évaluation des aléas et de la localisation des populations menacées. Elle doit également s'appuyer sur l'appréciation des facteurs humains de vulnérabilité que ce soit sur le plan individuel ou collectif, (Thouret et D'Ercole 1996). D'après Vinet (2010) « L'indemnisation des victimes des catastrophes naturelles, est jugée coûteuse par son caractère automatique et

² Décret de création du secteur sauvegardé n°07-276 du 18 sept 2007, journal officiel n°58 du 19/09/2007 et l'arrêté interministériel du 16 mars 2016 portant approbation du plan permanent de sauvegarde et de mise en valeur du secteur sauvegardé de la vieille ville de Dellys.

coupable de ne pas encourager la prise de responsabilité individuelle. Les choix des sociétés face au risque d'inondation renvoient à des questions éminemment politiques, à des questions géographiques d'aménagement et de développement des territoires».

Figure 2 : dommages du séisme de 2003 dans le quartier de la basse Casbah de Dellys (source : bureau des études d'architecture (BET) Akretache 2017)



Figure 3: dommages de l'inondation de 2007 à Dellys (source : assemblée populaire communale (APC) Dellys, 2017)



Comment la catastrophe sismique de 2003 a été gérée à l'échelle locale et régionale ?

À Dellys, le site initial de la ville a été rapidement débordé par la consommation des espaces naturels à l'exemple du site des jardins (quartier Ladjenna). Nous pensons que le changement des fonctions des espaces naturels a créé des nouveaux sites à risque. Lors de l'évènement d'un phénomène naturel, ses effets destructeurs sont accentués par les facteurs de vulnérabilité intrinsèques à ses nouveaux espaces urbains. D'après Metzger et D'Ercole (2011), la structure des matériaux et la morphologie urbaine, sont des facteurs de vulnérabilité, ainsi que la segmentation accentuée de la société urbaine, qui reflète le mal-développement et les conflits socio-économiques dans un espace limité et convoité.

Actuellement approcher le risque par la notion des vulnérabilités est de plus en plus fréquent pour se protéger des risques naturels. Un aléa naturel ne constituerait pas un risque en tant que tel. Il ne le deviendrait que dans l'hypothèse où il frapperait une population, un territoire ou des constructions vulnérables. Donc nous retenons la définition de Wisner (2016) communément admise du risque naturel global, qu'est la combinaison de:

Risque de catastrophe global $\sum$ (Aléa ; Vulnérabilité globale ; Enjeux prioritaires et les capacités à faire face)

Les catastrophes, les aléas, la vulnérabilité des enjeux et les capacités à faire face varient selon les régions et les villes, d'après Reghezza-Zitt (2016), l'espace à risque est souvent traité de façon mono-scalaire tandis que la vulnérabilité est pensée à l'échelle de l'enjeu (la plupart du temps, du bâtiment, de l'infrastructure ou de l'individu). Cette non ou cette faible prise en compte des échelles spatiales a constitué (et constitue encore) un obstacle dans la compréhension et la gestion des risques et des catastrophes. Les risques naturels évoluent selon l'espace et le temps, ils ont une trajectoire du local au global et du global au local. Alors, on peut se poser la question :

Comment la trajectoire spatiotemporelle des vulnérabilités face au risque sismique du territoire urbain de Dellys est construite ?

Les milieux urbains de la ville de Dellys sont marqués par des formes de vulnérabilités variées qui méritent d'être étudiées. Les mécanismes d'urbanisation des zones à risque ont participé à la production des risques naturels dans cette ville. Pour comprendre l'ampleur des dommages estimés par ces différentes catastrophes naturelles, les facteurs sociaux, structurels et fonctionnels seront étudiés et questionnés pour comprendre **Pourquoi la vulnérabilité du bâti en Algérie est considérée comme l'unique facteur de la récurrence des catastrophes sismiques et de l'augmentation de leurs dommages ? et pourquoi ces autres facteurs sont négligés ?**

Comment les spécificités locales induisent un accroissement du risque ?

En cas d'un nouvel événement naturel, la ville de Dellys est-elle préparée ? **Comment évaluer la vulnérabilité globale de la ville de Dellys et de ses quartiers face à un futur séisme ?**

I. Les objectifs de la thèse

Ce travail de recherche vise à comprendre comment la trajectoire globale du risque sismique est construite dans le territoire urbain de Dellys. Il s'agit d'appréhender la relation qu'entretiennent les facteurs de vulnérabilités exogènes et endogènes face à un aléa sismique, dans le contexte algérien. En premier lieu nous allons comprendre les composantes clés des risques naturels en Algérie et dans le monde, puis à travers le REX des catastrophes passées nous allons démontrer les limites entre les retours d'expériences

et la prévention. Et pour expliquer les causes des dommages et pertes conséquences du séisme de 2003, nous allons interpréter comment la vulnérabilité des enjeux et les dynamiques urbaines à l'échelle de la wilaya de Boumerdes et à l'échelle de la commune de Dellys ont participé à la construction du risque. Et comment cette catastrophe a créé des opportunités de développement de la région à l'échelle locale. En effet, les mutations politiques et socio-économiques et les contraintes de développement que la région de Dellys a connu au cours des dix derniers siècles ont peut-être contribué à la vulnérabilité des habitants et de la ville face aux risques naturels. La vulnérabilité est estimée à travers la vulnérabilité physique du cadre bâti, qui est un enjeu prédominant pour les habitants et les décideurs en cas de séisme. Elle inclut également la vulnérabilité humaine qui est la deuxième dimension de vulnérabilité et en dernier la vulnérabilité structurelle des réseaux vitaux. Le deuxième objectif, consiste en l'analyse de la vulnérabilité globale de la vieille ville de Dellys et son estimation face au séisme. Comme dernier objectif nous allons évaluer le risque global de la vieille ville de Dellys dans une trajectoire dynamique en mettant en évidence les différentes politiques publiques de prévention, reconstruction et de développement édifié après la catastrophe de 2003. La culture du risque joue un rôle important dans la préparation et la prévention des risques naturels à l'échelle locale. Nous avons évalué l'état de connaissance et la préparation des habitants de cette vieille ville face à un futur séisme. En plus nous avons tenté d'évaluer leurs capacités à faire face, puisque les cadres internationaux de prévention et de gestion insistent sur la nécessité de développer ces capacités à l'échelle des communautés et des territoires, en préparant les individus à « faire face », afin de réduire leur vulnérabilité et les rendre résilients (Bénitez 2018).

II. Les enjeux de la thèse

Notre recherche s'inscrit dans les différentes recherches traitant la prévention et la gestion du risque de catastrophe naturelle à l'échelle internationale et nationale. À l'échelle régionale et locale notre approche analytique du risque de catastrophe peut-elle aider les gestionnaires et la population à mieux comprendre le problème auquel ils sont confrontés ? En quoi peut-elle améliorer la connaissance du risque ou peut-elle aider à sa réduction ?

On peut également se demander si les politiques de gestion du risque définies à l'échelle nationale sont adaptées au « particularisme régional et local » :

Comment prendre en compte l'originalité de ce type d'espace ?

Peut-on appliquer à un site patrimonial et exposé au risque de catastrophe sismique les politiques et solutions élaborées pour des villes sans aucune particularité historique ? On rejoint alors les problématiques d'une gestion territorialisée du risque, non seulement à même de répondre aux spécificités socioéconomiques mais également à la singularité géographique du territoire envisagé. Plus largement, nous sommes conduits à examiner l'interrogation suivante :

Le système Algérien permet-il de gérer un site historique en tant que tel ? D'ailleurs, le risque de catastrophe naturel dans un secteur sauvegardé est-il « gérable » ? À quelles conditions ? On touche ici aux dimensions matérielle, humaine et sociale du risque et comment la politique du risque et du patrimoine est gérée en Algérie.

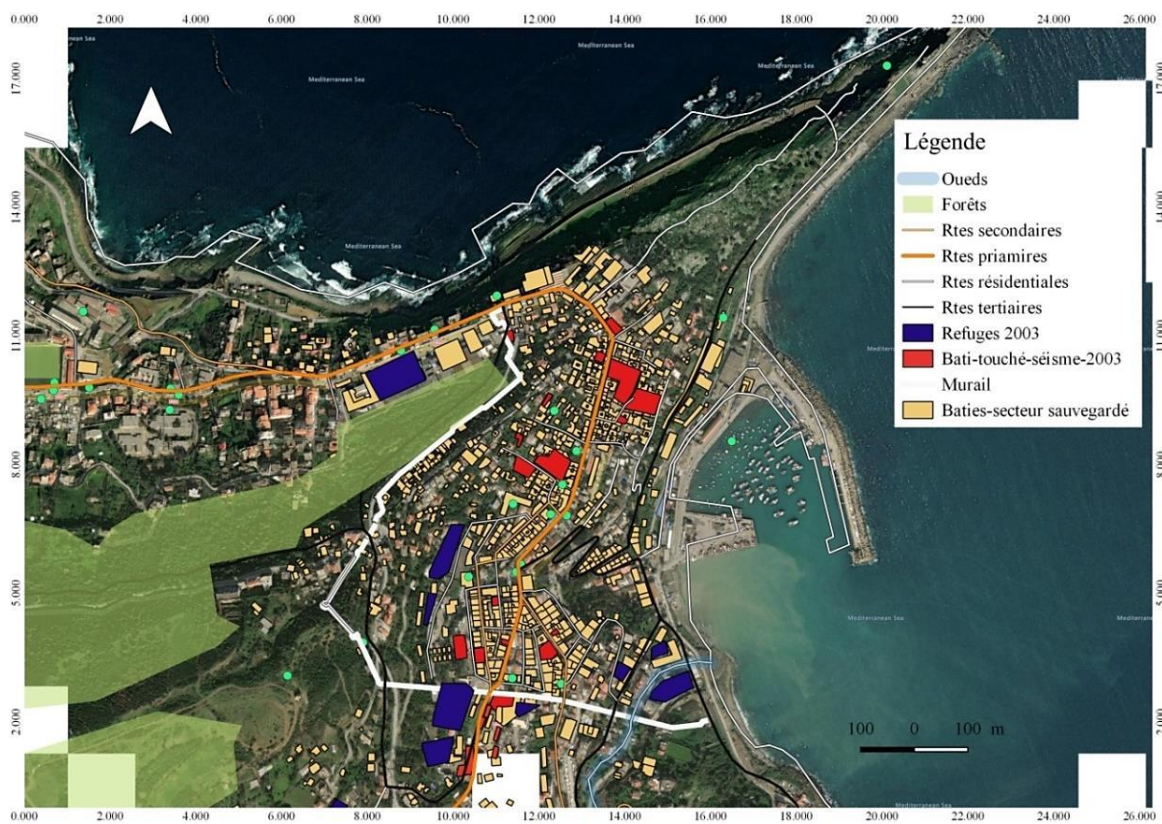
III. Choix du périmètre géographique, des méthodes et des terrains d'études

La vieille ville de Dellys recèle un riche patrimoine. Suite au séisme de 2003, plusieurs actions ont été mises en place pour prendre en charge les dommages. La majorité des habitants ont été relogés vers de nouveaux quartiers et sites (définitifs et provisoires) comme la nouvelle ville et les chalets (figures 4 et 5). Aujourd'hui, nous observons que la vieille ville s'est encore dégradée, et nous pensons que les mesures d'urgences lancées après 2008 ont accentué la fragilité du bâti d'après notre enquête de 2017, les habitants sont perplexes face à cette situation (gravats et constructions en ruines). Les risques encourus au quotidien font oublier aux habitants les risques plus rares, à savoir les risques naturels, qui ont fait d'énormes dommages. Pour atteindre nos objectifs, plusieurs méthodes seront mobilisées en fonction de l'échelle d'étude. En plus de l'exploitation des données (CGS) recensant les dommages de la catastrophe sismique de 2003 sur la ville de Dellys, nous allons également entreprendre une lecture analytique, rétrospective et un retour d'expérience des différentes catastrophes naturelles qu'a connu l'Algérie afin de mieux comprendre l'évolution de ces phénomènes et les différentes politiques de prévention et de gestion des risques de catastrophe naturelles. À l'échelle du cas d'étude, la vulnérabilité des territoires face aux catastrophes naturelles sera appréhendée par des diagnostics de vulnérabilité du bâti, des enquêtes (exhaustives) de terrain par questionnaires auprès des habitants et des entretiens avec les gestionnaires des risques naturels. L'analyse de la vulnérabilité globale de la ville de Dellys, est établie à travers deux étapes, le diagnostic de l'état des lieux afin de retenir les enjeux à évaluer. Puis une évaluation à travers une approche systémique. Cela va nous permettre de mettre en place une grille d'évaluation de la vulnérabilité physique et humaine des quartiers enquêtés et estimer leurs vulnérabilités globales. Comme l'aléa est omniprésent à Dellys, nous allons exploiter la carte de micro zonage sismique déjà établie par le CGS. À la fin une carte basée sur l'indice de vulnérabilité globale est établie pour indiquer si le degré de vulnérabilité de la vieille ville de Dellys est acceptable ou non.

Figure 4 : situation des différents quartiers de la ville de Dellys, (Source Sehili, 2021. sous qgis)



Figure 5 : la vieille ville de Dellys après le séisme de 2003(source : image aérienne Institut national de cartographie et de télédétection (INCT 2003), et Sehili 2022. sous qgis)

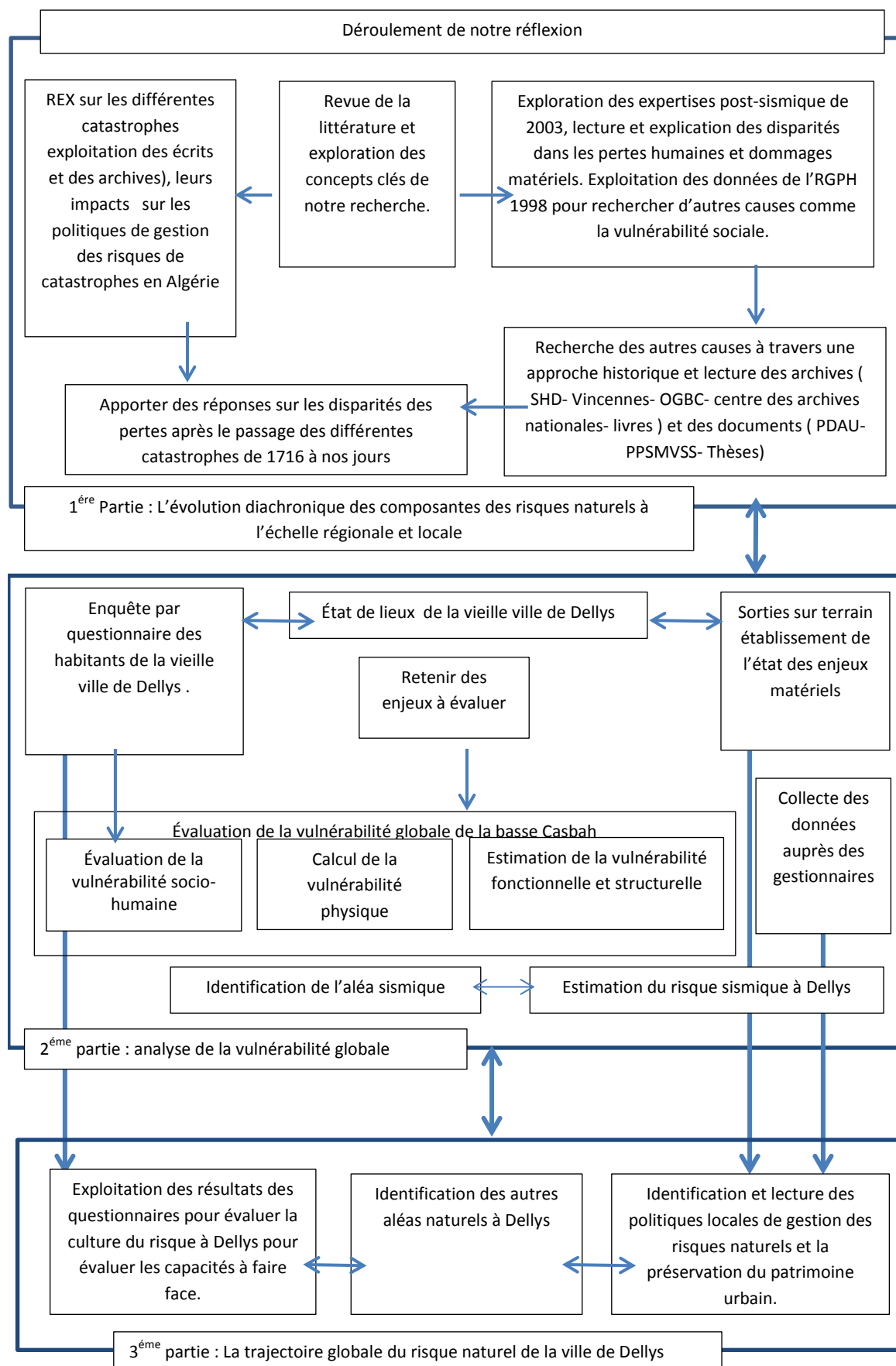


IV. Organisation de la thèse :

La partie introductive a permis de présenter le contexte dans lequel ce travail de recherche se place, l'intérêt apporté à ce sujet à l'échelle nationale et locale pour réduire les risques de catastrophes en Algérie. Cela a permis de poser des questions et des objectifs de recherche. Afin d'apporter une structure claire à ce document, il a été divisé en trois parties. La première partie du document (Partie 1) s'articule autour de trois chapitres, le chapitre 1 résume la revue de littérature relative aux notions de base du risque comme une notion complexe et à plusieurs composantes, la notion de vulnérabilité polysémique sera traitée en détail avec les enjeux, puis le concept de catastrophe comme un outil d'analyse du risque, et comment elle est gérée. A la fin de ce chapitre, le retour d'expérience (REX) des catastrophes nous a permis d'évaluer l'impact de ces dernières sur les territoires urbains. Le chapitre 2, traitera et expliquera les disparités observées après la passage de la catastrophe sismique de 2003 à Boumerdes. Enfin, le chapitre 3 s'intéresse spécifiquement à la croissance urbaine de la ville de Dellys, à travers une approche historique des réponses seront donner aux causes profondes des deux catastrophes qui ont frappé Dellys en 2003 et 2007, comme par exemple le changement des fonctions des espaces urbains. La seconde partie de cette thèse (Partie 2) regroupe les chapitres 4 et 5.

Le chapitre 4 traitera du diagnostic de la vulnérabilité de la vieille ville de Dellys à travers un état des lieux afin de retenir des enjeux à évaluer. Le chapitre 5 présente un état de l'art des approches d'estimation de la vulnérabilité de la population et de son bâti à l'aléa sismique. À la fin il se concentre sur la présentation des résultats de la vulnérabilité globale comme outil développé pour l'aide à la prise de décision en phase de prévention et de préparation. Enfin, la partie 3 est organisée autour des chapitres 6, 7 et 8. Le chapitre 6 traitera la préservation du patrimoine urbain et sa protection contre les risques naturels et les différentes politiques de préventions et de gestion des risques à Dellys. Le chapitre 7 analysera la culture du risque à Dellys. Le chapitre 8 englobera quant à lui la trajectoire globale du risque et de la vulnérabilité dynamique de la vieille ville de Dellys, un site patrimonial soumis aux risques des catastrophes naturelles. Donc, pour réaliser cette recherche nous avons suivi une démarche systémique et globale.

Figure 6 : déroulement de notre réflexion (source : Sehili, 2021)



PARTIE I

L'évolution diachronique des composantes des risques naturels à l'échelle régionale et locale



Au secours la terre tremble à Dellys (source : <http://static.seismo.ethz.ch>)

Introduction de la partie I

D'après Reghezza-Zitt (2016), pour appréhender le risque, on s'appuie généralement sur des exemples de catastrophes, c'est à-dire de situation de pertes importantes et/ou de désorganisations majeures consécutives à la réalisation d'un événement plus ou moins prévisible, plus ou moins brutal. La catastrophe est l'actualisation du risque, alors que le risque est un potentiel, la catastrophe réalise ce potentiel. En Algérie à chaque événement catastrophique, les politiques de gestion sont revus et actualisés, donc la catastrophe est un outil réel d'appréhension de la complexité du risque, qui permet de voir et de mesurer des faits géographiques réels, sur le terrain qui vont servir de base à l'estimation, la caractérisation du risque sur nos terrains d'étude Boumerdes et Dellys. Le risque est une affirmation selon laquelle la vulnérabilité sociale et les multiples formes de risque sont la cause profonde des catastrophes, depuis longtemps les risques sont restés très focalisés sur l'aléa. On a d'ailleurs pris l'habitude de nommer les risques et les catastrophes à partir des aléas qui leur ont donné naissance, ce qui pose un certain nombre de problèmes. Certains auteurs refusent ainsi de parler de catastrophe "naturelle", rappelant que si un processus physique est bien à l'origine du désastre, la catastrophe est toujours sociale puisqu'elle implique des systèmes humains vulnérables et des individus capables de la nommer comme telle (Reghezza-Zitt 2016 ; Veyret et Reghezza 2006). L'idée de cette partie est que les catastrophes sont révélatrices des vulnérabilités humaines et territoriales. À travers ces trois chapitres nous allons révéler ces vulnérabilités à l'échelle de Boumerdes et Dellys. Mais comme les concepts de risque et de catastrophes sont complexes, nous allons en premier lieu, comprendre cette complexité qui va nous permettre de les discuter et définir leurs composantes clés.

Chapitre 1

De la catastrophe au risque naturel

Introduction

Durant ces dernières années la question des phénomènes catastrophiques et des risques sont devenue une actualité mondiale, quotidiennement les médias nous annoncent une catastrophe, ou des risques de type naturels ou technologiques. Ils sont devenues des composantes constitutives des sociétés (Donze 2007). Faire la distinction entre le risque et la catastrophe, c'est distinguer entre le probable et le réel (Dauphiné et Provitolo 2013). Alors nous allons définir ces deux notions, puis nous allons aborder les composantes du risque naturel que sont les aléas, la vulnérabilité et les enjeux. puis nous analysons le rapport de force entre ces composantes. Puis nous traitons la catastrophe et sa gestion. Cela va nous permettre de comprendre comment ces dernières ont évolué autant que concepts théoriques et opérationnels et cerner les concepts clés de notre recherche. D'après le rapport du Conseil National Économique et Social et Environnemental (CNES)³, entre 1980 et 2001, l'Algérie a connu plusieurs catastrophes naturelles, comme indiqué dans le tableau 8 et On a, ainsi, comptabilisé plus de 4678 décès, 9690 blessés, 465 disparus, 574 450 sinistrés et 30 100 habitations perdues. Le coût global des pertes a été estimé à plus de 33 milliards de dinars, soit l'équivalent de 2.7 milliards de dollars. Les pertes humaines et matérielles sont très importantes surtout suite à des catastrophes sismiques, chaque région étant cependant, touchée différemment (tableau 3). À travers ces catastrophes passées nous retenons les politiques de prévention et de gestion des risques de catastrophes naturelles mises en place à l'échelle nationale et régionale.

³ Un rapport sur « l'urbanisation et les risques naturels et industriels en Algérie » a été présenté devant le sénat par le Conseil National Économique et Social et Environnemental (CNES), mai 2003.

Tableau 3 : Les pertes et les coûts des catastrophes naturelles entre 1980 et 2001.(Source : Rapport du CNES, 2003)

Date	Type de catastrophe	Lieu	Décès	Blessés	Disparus	Sinistrés	Perte habitations	Perte en dinars
1980	Séismes	Chlef	3500	8400	350	478.950	29.000	2 Md de dinars
1985		Constantine	5	300	-			-
1989		Tipaza	35	700	-	5000		-
1994		Mascara	171	290	-		1000	-
1999		Ain Témouchent	28		-	25.000		-
1971	Inondations	Azazga (Tizi Ouzou)		-	-			-
			40	-	-		100	-
1974		Tizi Ouzou	52		-	18000		27 M de dinars
1980		El Eulma(Sétif)	44	-	-	-	-	-
1982		Annaba	26	-	-	9500	-	-
1984		Jijel	29	-	-	11000	-	
1994		B.B.Arréridj	16	-	-	-	-	10 M de dinars
2001		Oued Rhiau	22	-	-	-	-	-
2001		Bab-El-Oued Alger	710	-	115	-	-	30 Md de dinars
Total			4708			547 450,00	30100	Environ 33 Md de dinars

1.1. La vulnérabilité au cœur des risques et des catastrophes

Les risques et les catastrophes sont deux notions complexes à plusieurs dimensions, elles sont traitées par différents domaines scientifiques, et sont évoquées et discutées par les organismes internationaux, les gouvernements et, même, les populations. Élucider ces deux notions permet de mieux comprendre ce qui les relie et ce qui les oppose. Le risque et la catastrophe peuvent désigner l'un la possibilité et l'autre l'effectivité d'un évènement. Dauphiné et Provitolo (2013) ; Rohrmann et Renn (2000) et Veyret (2005) ont affirmé que les risques et les catastrophes ont un élément commun, c'est la distinction entre réalité et possibilité. Donc, l'évènement peut être effectif, probable ou potentiel. Lorsque l'évènement relève du probable ou du potentiel on parle de risque, et lorsqu'il est effectif, et s'accompagne de dommages importants, on parle de catastrophe. La définition de Benson et Clay (2006) met en évidence le lien entre la survenue d'un évènement dangereux et la vulnérabilité des territoires. Une catastrophe naturelle est la survenue d'un danger anormal ou peu fréquent qui affecte les communautés ou les zones géographiques vulnérables causant des dommages importants, des perturbations et des pertes possibles, et laissant les communautés affectées incapables de fonctionner normalement. D'après Cutter (2012), faire la distinction entre danger (aléa naturel), risque et catastrophe est important, cela permet d'illustrer la diversité des points de vue sur la façon dont nous reconnaissons et évaluons les menaces environnementales (risques), la façon dont nous nous protégeons de ces dangers et la façon dont nous y répondons après qu'elles se soient produites (catastrophes). Comme la catastrophe est un processus affirmatif et médiatisé, il ne se

pas un jour sans que les médias nous parlent. Alors nous allons commencer avec le risque dite naturel qui est toujours présent, et probable.

1.2. Le risque: un objet composite, complexe et global

Wilches-Chaux (1993) a défini le risque comme un phénomène d'origine naturelle ou humaine qui signifie un changement dans l'environnement qu'une communauté donnée, vulnérable à ce phénomène, occupé. Pour Veyret (2005), un risque est la conjonction d'une menace potentielle, d'un aléa et de l'exposition d'enjeux vulnérables. Cette définition est très proche de celle de Metzger et D'Ercole, (2011), pour qui le risque est la probabilité de perdre ce à quoi on accorde de l'importance, ce sont les enjeux de fonctionnement, de développement et les ressources de gestion de crise. Le bureau des nations unies pour la réduction des risques de catastrophes UNDRR (2016) utilise la notion de « risque de catastrophe » pour désigner « le risque de pertes en vies humaines, de blessures, de destruction ou de dégâts matériels pour un système, une société ou une communauté au cours d'une période donnée, dont la probabilité est déterminée en fonction du danger, de l'exposition, de la vulnérabilité et des capacités existantes ». Pour Meschinet de Richemond et Reghezza (2010), le risque est pensé comme le produit des interactions entre une société et son environnement sur un espace donné, il est donc inhérent au système territorial et évolue sous l'effet conjugué des dynamiques « naturelles », sociales, spatiales et des adaptations réciproques (volontaires ou involontaires, conscientes ou non) de ces trois composantes. Dauphiné et Provitolo (2013), de leur côté, estiment que le risque est une notion composite qui intègre plusieurs composantes, celles de l'aléa, des enjeux, des vulnérabilités, auxquelles on a ajouté, récemment, celle de la résilience. Donc, le risque est la rencontre d'un « aléa », ou phénomène naturel ou humain, d'un environnement exposé, d'enjeux représentés par les biens et les objets matériels, des facteurs internes et externes de vulnérabilité et des capacités des sociétés à faire face en cas de crise. Après la multiplication des catastrophes, les géographes de l'école de Chicago, ont constaté, qu'en dépit des efforts engagés, le nombre de catastrophes naturelles, depuis le début du XXe siècle, n'a cessé d'augmenter, et que leurs causes sont à chercher, non seulement, dans le processus physique, mais, surtout, dans l'incapacité des sociétés à y faire face, mettant, ainsi, l'accent sur la fragilité des sociétés face à l'aléa. En 1940, White (1942), a proposé de diagnostiquer les conditions environnementales et sociales des localités touchées par des inondations. « Pour régler les problèmes des inondations aux États Unis, les solutions à de tels problèmes ne peuvent être développées efficacement qu'en examinant les conditions environnementales et sociales dans chaque localité ayant un problème d'inondation ». Beck et al. (2008), confirment cette approche en affirmant qu'il est difficile de lutter contre les risques car ils sont invisibles alors qu'ils naissent la plupart du temps lors de la lutte contre les problèmes de la vie quotidienne qui sont bien réels. Les risques touchent dans un premier temps les gens les plus démunis car il est toujours plus facile à accepter un risque quand il permet de trouver du travail. De ce fait, ce sont les populations les plus

vulnérables. Un autre courant définit le risque à travers la perception du risque par la société. Pour Bailly (1996), le risque prend son sens par rapport aux sociétés qui l'identifient et qui le qualifient. Le risque est souvent associé à l'insécurité, sentiment ressenti par celui qui se sent menacé, et qui souhaite prendre des garanties, des mesures de prévention contre un phénomène latent. Le débat sur le risque concerne la nature effective du danger, la fréquence de son éventuelle matérialisation, les entités menacées qui sont les biens, les personnes, les organisations, les activités économiques, etc. Le risque est considéré comme « réel », ou bien comme « construit », le risque est un danger effectivement encouru (Coanus et al. 2010). Pour Veyret (2005), le terme risque renvoie à un mode de traitement des événements aléatoires faisant intervenir le calcul de probabilités. Le risque désigne l'incertitude mesurée. Donc il inclut cette dimension de probabilité: probabilité de dommages, mais aussi probabilité d'occurrence de l'aléa. Le risque est une donnée objective et quantitative. Elle met en avant l'aléa. La vulnérabilité est estimée quantitativement à partir des pertes et des dommages potentiels. Cette donnée est essentielle pour les gestionnaires pour mettre en œuvre une gestion coût- bénéfice (la gestion des risques), et pour les assureurs, elle permet de fixer le montant des primes. La vulnérabilité est alors une donnée objective et estimée quantitativement. Si l'on fait la synthèse de ces différentes définitions (tableau 4), on retient un risque « réel » comme donnée objective et quantitative. Dans ce cas le risque a deux composantes, un facteur exogène, l'« aléa », qui est le produit de l'environnement, et une composante endogène, la « vulnérabilité », qui est une caractéristique de la société. C'est le rapport des hommes à leur environnement. Cette définition objectiviste (ou naturaliste) porte une attention particulière aux phénomènes générateurs de risques, et aux moyens de pallier leurs effets sur l'homme. Dans ce cas le risque combinerait deux dimensions, l'une liée à la probabilité d'occurrence (l'aléa), et l'autre liée aux conséquences en termes d'atteintes aux biens et aux personnes (la « vulnérabilité »). Ce qui peut être représenté par la formule : $R = A * V$, . Dans laquelle l'aléa s'impose comme élément structurant, et la vulnérabilité comme une variable dépendante : c'est en fonction de l'aléa que l'on définit la vulnérabilité (Coanus et al. 2010). De leur côté, Dauphiné et Provitolo (2013) ont proposé la relation $R = f(A, V)$. Nous préciserons, ici, que la notion d'enjeu est parfois préférée à celle de vulnérabilité. Il existe une deuxième approche, celle du risque « perçu », subjective, culturaliste. Le risque y est défini comme « perçu », par opposition au risque « réel », tel que défini par les sciences de la nature ou de l'ingénieur (posture complémentaire de la précédente). Un risque étant fait du décalage entre risque « réel » et risque « perçu », il s'agit de le comprendre pour ensuite le « corriger », autant que possible, voire, d'imaginer une pédagogie à même de faciliter le travail des gestionnaires du risque (campagnes d'information, animation de réunions publiques), c'est la notion de perception. Une autre approche du risque, dite « constructiviste », le décrit, l'analyse et le traite par les individus et les institutions. Le risque est construit et considéré comme une coproduction impliquant les pratiques, les représentations d'un grand nombre d'acteurs, institutionnels ou non.

« C'est la relation à un individu, un groupe social, professionnel, une communauté, une société qui l'appréhendent et le traitent (Beck, Bernardi, et Latour 2008).

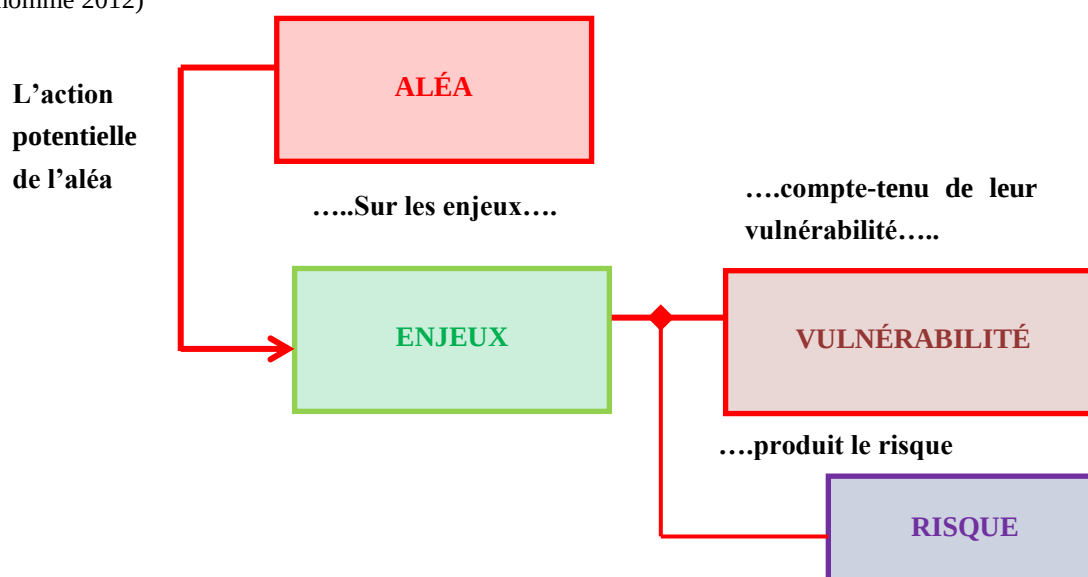
Tableau 4: Les trois grandes approches possibles pour aborder le risque. (Source : Coanus et al., 2010)

	Posture	Type de définition du risque	Principal champ de référence
1.	Objectiviste	Le risque comme synonyme d'aléa, ou bien encore, comme procédant d'une formule du type $R=A*V$ Dauphiné et Provitolo (2013) proposaient la relation $R=f(A, V)$	Sciences de la nature et de la matière (dont une partie de la géographie), ingénierie, expertise technique.
2.	Culturaliste	Le risque défini comme « perçu », opposé au risque « réel », tel que défini par les sciences de la nature ou de l'ingénieur (posture complémentaire de la précédente)	Sciences humaines et sociales
3.	Constructiviste	Le risque envisagé comme une « coproduction » impliquant les pratiques et représentations d'un grand nombre d'acteurs, institutionnels ou non	Sciences humaines et sociales

Les définitions existantes font généralement référence aux conséquences et non aux causes des phénomènes, il faut dépasser l'idée de désorganisation des sociétés et des territoires, et préférer celle de bifurcation (Dauphiné et Provitolo 2013). Donc pour comprendre un risque naturel il faut chercher dans les causes qui sont le produit de la convergence, à un moment et à un endroit donné, des facteurs : l'exposition à un événement naturel dangereux, des enjeux exposés, la vulnérabilité et les capacités de la société à faire face.

R. Risque naturel = Probabilité du Danger (Aléa), Exposition, Enjeux, Vulnérabilité, Capacités à faire face. Quand l'action potentielle de l'aléa sur les enjeux est réelle ou probable et, vu leurs vulnérabilité, le risque se produit (figure 7).

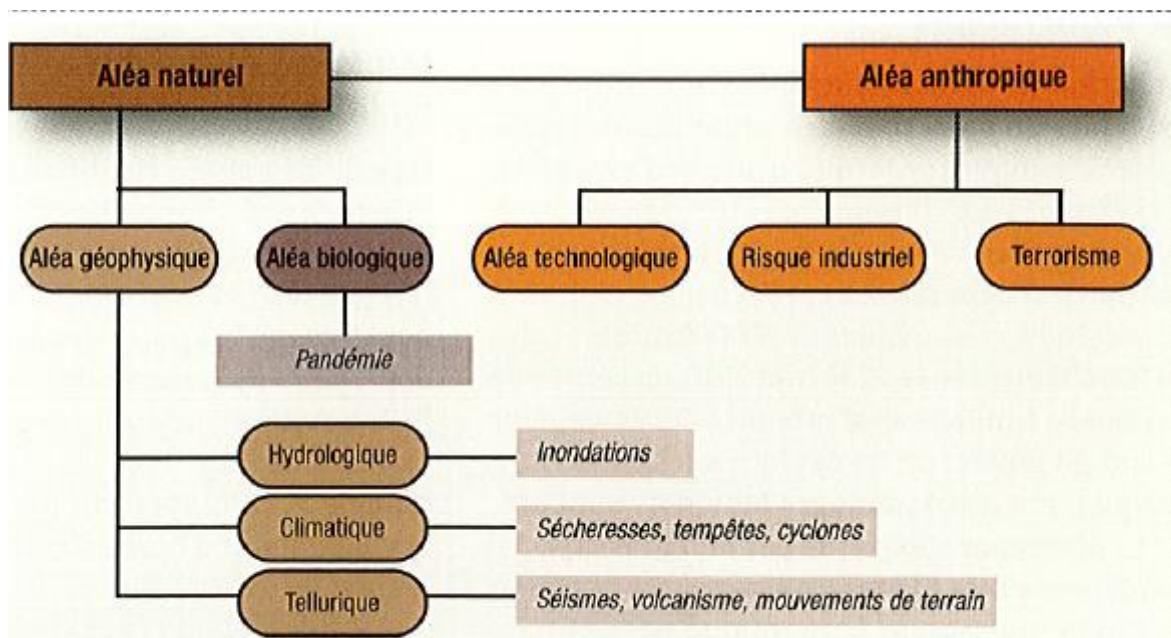
Figure 7: Situation des notions d'aléa, d'enjeux et de vulnérabilité dans la production du risque. (Source : Lhomme 2012)



1.2.1. L'aléa : un évènement probable et réel

Pendant longtemps les sociétés se sont focalisées sur les phénomènes naturels qu'elles subissaient, et, à chaque crise, les dommages causés aux éléments et objets exposés étaient imputés à l'aléa, autrement dit, c'était l'élément exogène à la société qui était mis en cause. Pour Veyret (2003), l'aléa est un évènement possible qui peut être un processus naturel, technologique, social, économique et qui a une probabilité de réalisation. Il a pour équivalent en anglais le terme de "hazard" (aléa naturel). Par contre, le danger, est défini comme les conséquences objectives d'un aléa sur un individu, un groupe d'individus, des aménagements ou l'environnement, et est considéré, de ce fait, comme un fait potentiel objectif. Le bureau des nations unies pour la réduction des risques de catastrophes (UNDRR 2007) a défini l'aléa comme une : « Manifestation physique, phénomène ou activité humaine susceptible d'occasionner des pertes en vies humaines ou des préjudices corporels, des dommages aux biens, des perturbations sociales et économiques ou une dégradation de l'environnement ». Font partie des aléas les conditions latentes qui peuvent à terme constituer une menace. Celles-ci peuvent avoir des origines diverses : naturelles (géologiques, hydrométéorologiques ou biologiques) ou anthropiques. C'est ce qu'illustre la figure 8. Ainsi, la notion d'aléa est complexe, elle désigne les caractéristiques d'un phénomène naturel, la probabilité d'occurrence et d'intensité dans une région, au cours d'une période donnée.

Figure 8: La typologie des aléas. (Source : Reghezza, 2016)



L'aléa est un ou des phénomènes plus ou moins probables et hors de contrôle, ses caractéristiques sont sa nature, sa localisation, sa fréquence (probabilité et/ou date d'occurrence) et son intensité. À chaque catastrophe l'aléa est mis en cause. Interprétation confirmée par des classifications du type : « les phénomènes naturels créateurs de dommages (menaces) : diagnostic, inventaire et typologie » proposées par Thouret et

D'Ercole (1994). On parle le plus souvent de l'aléa comme d'un élément extérieur, indépendant de la vulnérabilité. Il est analysé par des physiciens comme un objet dont on reconnaît qu'il est plus ou moins (de moins en moins) naturel (Burton, Kates, et White 1968), sans qu'on trouve de véritable réflexion conceptuelle sur cette notion, et sur sa place dans le risque. Pour Veyret (2003), l'aléa qui se réalise a des conséquences sur les populations et sur les biens, ses effets peuvent affecter plus au moins fortement le fonctionnement des sociétés humaines ou des écosystèmes. L'aléa est un phénomène ou probabilité à caractéristiques physiques. C'est l'action humaine qui accentue les effets dommageables des phénomènes naturels, on trouve deux types de zones urbaines qui sont généralement désignées comme dangereuses: les secteurs en construction et les logements sur pentes raides et dans les lits majeurs inondables (Thouret et D'Ercole 1994). Les aléas se combinent parfois entre eux, rendant leurs conséquences encore plus redoutables. De même, les sociétés, par leur comportement, peuvent aggraver l'intensité ou la fréquence de certains aléas et l'étendue de leurs effets. L'aléa n'est pas seulement naturel, il est hybride liant composantes naturelles et anthropiques. L'analyse du risque ne peut être réduite à l'étude de l'aléa, elle intègre aussi les enjeux.

1.2.2. Les enjeux fonctionnels et structurels

Les limites de la protection ont montré l'insuffisance d'une focalisation exclusive sur l'aléa. Scientifiques et ingénieurs, notamment américains ont cherché à introduire une composante sociale, les systèmes humains à travers la notion d'enjeu (Veyret 2005). Qu'est-ce qu'un enjeu dans le cas du risque ? C'est la possibilité de perdre ce à quoi on accorde de l'importance (Metzger et D'Ercole, 2011). Pour la Stratégie internationale de Prévention des Catastrophes des Nations Unies, UNDRR, (2009), les enjeux sont des personnes, des biens, des systèmes, ou autres éléments présents dans les zones de risque, et qui sont, ainsi, soumis à des pertes potentielles. On parle de présence, d'exposition ou de localisation d'éléments dans une zone à risque (element at risk): ce peuvent être des populations, des biens, des activités et des territoires. Pour Reghezza (2016), la notion d'enjeu permet de spatialiser le risque. L'enjeu est venu structurer la problématique des risques comme un objet indépendant des notions d'aléa et de vulnérabilité, afin de dissocier ce qu'on peut perdre (les enjeux) de ce qui peut provoquer leur perte (la vulnérabilité) (Metzger et D'Ercole 2011). Dans l'analyse des risques, on identifie les enjeux exposés à l'aléa, puis on analyse comment et pourquoi on peut « perdre » ces éléments, c'est-à-dire ce qui fait leur vulnérabilité. En principe, tout est "enjeu", mais chaque société juge l'importance des éléments à désigner comme enjeux, selon son fonctionnement, son développement et les moyens qu'elle est prête à mettre en œuvre pour gérer ces enjeux en cas de crise. Ces enjeux sont susceptibles de subir des dommages et des préjudices sous la menace d'aléas de nature variée, naturels, technologiques, sociétaux, économiques, politiques (Veyret, 2003). Dans le même temps, partir des enjeux (de ce que l'on peut perdre) met nécessairement en évidence le fait que ces derniers ne sont pas les

mêmes en fonction du point de vue social et territorial, et de l'échelle à laquelle on se place, ce qui permet de rendre compte du sens commun et de la dimension sociale irréductible du risque et surtout des différences de point de vue des acteurs. De plus, en partant des enjeux d'un territoire, la délimitation de l'espace objet d'étude des sciences sociales, et en particulier de la géographie des risques, n'est plus construite par des dimensions physiques et matérielles de l'aléa, mais bien par un objet social et territorial (Gleyze et Reghazza, 2007 ; Metzger et D'Ercole, 2009). On distingue deux types d'enjeux, les enjeux structurels et fonctionnels.

1.2.2.1. Les enjeux structurels

Les enjeux structurels sont de type bâti, infrastructures de transport et de services. Dans le cas où ils sont exposés à un aléa, ils peuvent subir des endommagements matériels ou physiques, c'est-à-dire, un endommagement propre à leur intégrité, à l'exemple des hôpitaux, des écoles et des mosquées qui ont été endommagés ou, même, complètement détruits, lors du séisme de Boumerdes en 2003.

Ces dommages physiques ont été évalués en termes de coût pour la réhabilitation des bâtiments touchés. Par contre les enjeux non structurels, recouvrent le patrimoine culturel immatériel, les réseaux de solidarité traditionnels (Veyret 2003; Meschinet de Richemond et Reghezza 2010).

1.2.2.2. Les enjeux fonctionnels

L'enjeu peut, aussi, être endommagé fonctionnellement. Après le séisme de 2003 qui a touché la région de Boumerdes, et comme illustré par les figures 9 et 10, les écoles et les hôpitaux n'étaient plus en mesure de remplir leurs fonctions. Il y a eu un dysfonctionnement et une interruption totale de l'activité d'exploitation ou du service assuré par ces enjeux (Meschinet de Richemond et Reghezza 2010). Mais cela n'est toujours le cas ; la centrale électrique de Cap Djinet, bien qu'ayant subi des dommages durant le séisme, a été maintenue en activité. Ainsi donc, les enjeux sont les éléments parmi les plus importants et les plus vulnérables pour les hommes, la société et leur environnement (D'Ercole et Metzger 2003).

Figure 9: l'enjeu structurel (hôpital de Thénia), après sa destruction il n'assure plus ses fonctions (enjeu fonctionnel) (Source : Bechtoula, 2003)



Figure 10: l'enjeu structurel (collège d'éducation moyen Toubel à Dellys), après sa destruction il n'assure plus ses fonctions (enjeu fonctionnel) (Source : Bechtoula, 2003)



1.2.3. La vulnérabilité ou les vulnérabilités, une notion mesurable et préventive

Les catastrophes dévastatrices du séisme d'Haiti de 2010 ont fait la démonstration magistrale de ce qu'est la vulnérabilité, de l'importance de la vulnérabilité dans la gestion des risques, et de sa dimension sociale. Aussi, les politiques de prévention fondées sur une conception étroite des risques principalement basée sur l'aléa ne peuvent avoir qu'une efficacité très limitée (Llorente-Marrón et al. 2020). On trouve plusieurs types de vulnérabilités avec des facteurs spécifiques à chaque type de vulnérabilité. L'évaluation de la vulnérabilité comme outil de prévention des risques est de jour (Cutter 2012 ; Yucel et Arun ., 2012 ; Zhang, Xu, et Chen, 2017 ; Giovane di Girasole et Cannatella, 2017 et Aroca-Jimenez et al. ,2017). La vulnérabilité est la propension à subir des dommages, mais elle intègre aussi la capacité à les provoquer, les modifier, une capacité à faire face à une catastrophe appelée aussi "résilience" (D'Ercole, 1994 ; Blaikie et al., 1984 ; Pelling, 2003 ; Reghezza-Zitt et Rufat, 2015). La vulnérabilité se réfère à l'exposition aux contingences et au stress, et à la difficulté à y faire face. La vulnérabilité aux chocs et au stress, auxquels un individu ou un groupe d'individus est exposé face aux risques. Donc, on trouve deux aspects dans la vulnérabilité: l'aspect visible et l'aspect invisible. (Chambers, 1989). La notion de vulnérabilité est née de l'idée que l'aléa ne suffit pas à comprendre les conséquences de catastrophes : un aléa d'intensité faible peut avoir des conséquences très graves dans certaines sociétés, de même qu'un aléa d'intensité beaucoup plus forte peut avoir un impact négligeable (Veyret, 2003). Les portraits de vulnérabilités de l'année 2010 : le tremblement de terre d'Haïti a été mesuré à IX sur l'échelle de Mercalli modifiée. La mortalité a été très élevée, avec 222 517 morts (UNOCHA, 2010). Ce nombre élevé de morts reflète l'exposition d'un grand nombre de personnes et des facteurs de vulnérabilité tels que l'extrême pauvreté, la corruption, une démocratie fragile et un manque d'expérience des tremblements de terre dans un pays où ils ne se produisent que rarement (Keefer et al., 2010). En revanche, le tremblement de terre du 27 février 2010 au Chili a été, selon toutes les normes, un événement extrême, libérant cinq cents fois plus d'énergie que le tremblement de terre en Haïti le mois précédent.

Cependant, il n'a tué que 486 personnes, soit une infime fraction de celles qui sont mortes en Haïti. Contrairement à Haïti, l'exposition a été plus faible, et le Chili a une longue expérience des tremblements de terre. C'est également un pays à revenu moyen supérieur, avec une démocratie consolidée et un faible niveau de corruption. Le tremblement de terre qui a frappé Christchurch, en Nouvelle-Zélande, le 3 septembre 2010 a également produit des intensités allant jusqu'à IX sur l'échelle de Mercalli modifiée. Cependant, seuls quelque 500 bâtiments ont été détruits et aucune vie n'a été perdue. Alors qu'on estime que 154 personnes ont été tuées dans un autre tremblement de terre le 22 février 2011 (Nouvelle-Zélande, 2011), le faible taux de victimes dans les deux cas reflète des réglementations strictes en matière de construction, une application rigoureuse et une expérience dans la gestion des tremblements de terre. Des chercheurs se sont intéressés à la question, pour trouver une explication à ce paradoxe : un aléa et une exposition identique, mais des conséquences différentes en termes de dommages. C'est dans la composante vulnérabilité et capacité à faire face que des explications ont été recherchées (Veyret, 2001 et Reghezza, 2016). Mais, étant donnée l'augmentation des dommages et des pertes à chaque nouvel événement naturel, on a cherché d'autres facteurs de vulnérabilité. Wisner et al. (1994) ont proposé de les rechercher dans la vulnérabilité des populations. « Elle implique une combinaison de facteurs qui déterminent le degré auquel la vie et l'existence de quelqu'un est mise en danger par un phénomène ponctuel et identifiable se produisant dans la nature ou dans la société » (Revet, 2011). L'Office des Nations Unies sur les catastrophes et la réduction des risques a défini un ensemble de facteurs internes aux populations et aux objets exposés « la vulnérabilité, est une situation provoquée par des facteurs ou processus physiques, sociaux, économiques et environnementaux qui ont pour effet de rendre les personnes, les communautés, les biens matériels ou les systèmes plus sensibles aux aléas » (UNDRR, 2009). Dans le contexte de différents dangers, certains groupes sont plus sensibles aux dommages, aux pertes et aux souffrances que d'autres, et, de même, au sein de ces groupes, certaines personnes connaissent des niveaux de vulnérabilité plus élevés que d'autres qui sont mieux préparées (Wisner 2004).

Le concept de la vulnérabilité implique clairement des degrés variables. Parler de personnes vulnérables, c'est désigner les personnes les plus exposées. Pour d'autres auteurs, la vulnérabilité inclut « la capacité », l'aptitude d'un groupe à résister aux effets néfastes d'un danger, et à s'en remettre facilement (Wisner, 2004; Anderson et al., 2019). On a peur de perdre quelque chose (la vie, un logement, un travail), donc, c'est à travers les enjeux que la vulnérabilité est définie, s'ils sont vulnérables, ils peuvent subir des dommages variables selon l'intensité de l'aléa (Veyret, 2004).

1.2.3.1. Le système de vulnérabilité : des éléments vulnérables et des facteurs de vulnérabilités

Le système de vulnérabilité est un système articulé autour d'un grand nombre de variables, naturelles et humaines, dont la dynamique dans le temps et dans l'espace peut engendrer des situations plus ou moins dangereuses pour une société exposée (Metzger et D'Ercole,

2011). On trouve deux types de fragilité, la fragilité directe et la fragilité indirecte. La première concerne l'objet lui-même et la deuxième concerne l'effet induit, comme dans le cas d'une coupure d'électricité et des voies de communication (fragilité directe), lors d'un séisme, qui s'accompagnent de l'impossibilité pour les populations d'utiliser des appareils électriques et les limitent dans leurs déplacements (fragilité indirecte) Veyret 2004; Reghezza 2016 ; Dauphiné et Provitolo, 2013). Comment déterminer quels éléments sont vulnérables ? Quels sont les facteurs qui rendent des personnes ou des objets plus fragiles?

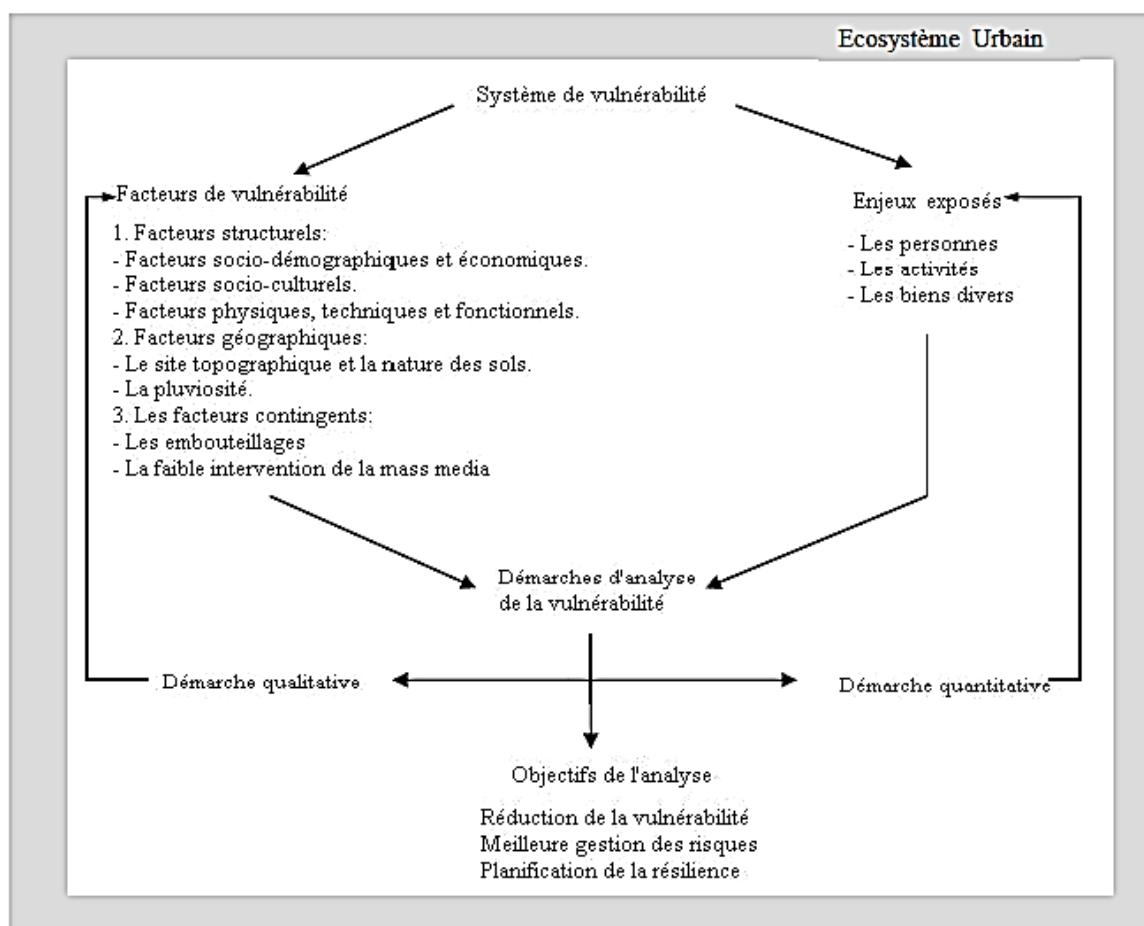
a. Les éléments vulnérables

Ce sont des éléments exposés et menacés par un aléa naturel. En cas de catastrophe, ils subissent des dommages, alors on identifie l'endommagement réel et potentiel, puis on évalue les dommages humains, matériels et au patrimoine.

b. Les facteurs de vulnérabilité

Thouret et D'Ercole (1996), proposent d'aborder la vulnérabilité à travers les facteurs de vulnérabilité structurels, géographiques et conjecturels et l'effet de ces facteurs sur les réponses des populations exposées et sinistrées (figure 11). Les facteurs de vulnérabilité sont étroitement liés aux trois types de vulnérabilité, ils correspondent à des niveaux successifs de causalité. Certains facteurs sont immédiatement identifiables : la nature de l'environnement biophysique, social ou économique ; l'exposition ; la défaillance ou l'absence d'action publique pour lutter contre les risques et gérer les catastrophes.

Figure 11 : Le système de vulnérabilité de l'écosystème urbain. (Source : Thouret et D'Ercole, 1996)



Des causes plus profondes s'élaborent dans un temps plus au moins long : dynamiques spatiales comme l'urbanisation, changement démographiques rapides, modifications brutales de l'environnement. Ces mutations traduisent des processus économiques à long terme et d'échelle macro qui vont avoir un impact sur les populations et les territoires en augmentant leur fragilité. Enfin, il existe des facteurs structurels de vulnérabilité qui renvoient à l'ensemble des processus définissant l'allocation et la répartition des ressources politiques, sociales et économiques entre des groupes sociaux ou des individus au sein d'un territoire à un moment donné : un accès limité ou défaillant au pouvoir, à la prise de décision politique, aux ressources, etc. Les inégalités sociales, économiques ou environnementales sont ainsi un facteur majeur de vulnérabilité, aussi bien à l'échelle mondiale, que nationale ou locale. (Reghezza, 2016).

b.1. Les facteurs de vulnérabilité structurelle

La vulnérabilité des personnes et des biens exposés aux risques naturels dans la ville peut se définir par l'analyse de quatre facteurs structurels inhérents au type de population exposée, à la perception qu'elle se fait du risque, aux éléments physiques, techniques et fonctionnels et, enfin, à l'appareil législatif et réglementaire en matière de risque urbain. C'est dans ce sens que D'Ercole et al. (1994) pensent que c'est l'action humaine qui participe à la construction volontaire du risque. C'est fort de ce constat que nous procédons à l'analyse des facteurs sociodémographiques et économiques.

b.1.1. Structure des compositions sociodémographique et socioéconomique

La répartition spatiale des populations montre clairement que les quartiers les plus densément peuplés sont les plus exposés aux risques naturels mais pas forcément les plus vulnérables. Le processus d'urbanisation et la difficulté d'accès aux services urbains de base, tels que l'eau potable et les soins de santé, sont des facteurs de vulnérabilité socioéconomique.

b.2. Les facteurs socioculturels

Les facteurs socioculturels désignent les éléments d'ordre éducatif et perceptif qui fondent la mesure du comportement individuel et collectif des populations face aux risques naturels. L'étude de ces facteurs éducatifs et perceptifs cherche à mettre en évidence la perception du risque par les individus et groupes. La perception des risques est en fait ancrée dans la culture des sociétés et détermine la manière dont l'individu se représente les risques et sa capacité à gérer (Douglas, 2002 ; Thompson, Ellis, et Wildavsky, 2018).

b.2.1. Perception, accoutumance et acceptabilité du risque

Les risques naturels sont parfois moins obsédants que d'autres risques urbains, dits sociaux, tels que la pauvreté, le chômage, ou l'insécurité. Ceci est évidemment fonction des représentations, donc de la perception que ces populations se font du risque sismique. Ce

dernier est intégré dans les mœurs des individus et des groupes, d'où la notion d'accoutumance au risque. L'exposition permanente agit sur la perception des risques, façonne l'accoutumance et, par là même, conduit à minimiser le risque perçu qui construit la notion d'acceptabilité. Car l'accoutumance au danger conduit à optimiser le degré d'acceptabilité du risque, au fil du temps la mémoire du risque se déforme au sein de la conscience individuelle ou collective, et la population finit par tomber dans une « amnésie cindynique ». La tendance est à la baisse de la garde et à la sous-estimation de l'ampleur potentielle des dommages, jusqu'à ce qu'un autre événement dramatique vienne rappeler le contexte réel de vulnérabilité (November, 1994 ; Reghezza, 2016; Revet, 2017).

Les facteurs physiques, techniques et fonctionnels

Les facteurs physiques, techniques et fonctionnels de vulnérabilité aux risques urbains désignent la qualité des infrastructures (ensemble des voies de communication) et du bâti de la ville, de par les matériaux, les techniques de construction et le type d'habitat qui en résulte, de même que l'organisation, la structure et la qualité opérationnelle des organismes chargés de la prévention et de la protection civile au niveau local (ressources humaines, financières et matérielles), puis l'organisation et la mise en œuvre des secours et des plans d'intervention lors des sinistres antérieurs. Pour Thouret et D'Ercole (1996), l'étude de ces facteurs contribue à repérer et comprendre les blocages et les dysfonctionnements éventuels qui peuvent entraver l'organisation des secours en cas de catastrophe, afin d'améliorer la qualité de l'organisation de l'action préventive.

1.2.3.2. Les types de vulnérabilité

On trouve trois types de vulnérabilités, elles sont directement liées aux facteurs de vulnérabilité.

a. La vulnérabilité biophysique

La vulnérabilité biophysique est composée de trois éléments. La première, c'est l'exposition, c'est-à-dire, l'expression de l'intensité d'un aléa et la proximité des enjeux (les mécanismes d'endommagement). La deuxième c'est la résistance qui est la possibilité d'un système de contrecarrer une perturbation sans subir de dégâts. La dernière, c'est la sensibilité du système social qui est le degré d'endommagement que les enjeux peuvent subir. Plus les pertes sont importantes plus, la sensibilité est élevée et vice versa. (Dauphiné et Provitolo, 2013)

b. La vulnérabilité sociale

La vulnérabilité sociale désigne la capacité des individus et des sociétés à prévoir un événement, y faire face, le gérer et à surmonter la crise, ce qui implique l'identification des facteurs essentiels au système social (Dauphiné et Provitolo, 2013). Pour Cutter (2003), la vulnérabilité aux risques environnementaux signifie la perte des capacités à résister à un phénomène naturel. Les pertes varient d'une zone géographique à l'autre, au fil du temps et selon les différents groupes sociaux. Ici la vulnérabilité sociale n'est pas pensée à partir des

conséquences d'un événement, mais à travers un ensemble de propriétés intrinsèques de l'enjeu, c'est l'état antérieur à la catastrophe (Reghezza-Zitt, 2016). Pour Cutter et al. (2000), la vulnérabilité sociale provient des activités et des circonstances de la vie quotidienne ou de ses transformations, la vulnérabilité sociale comprend les facteurs suivants :

Manque d'accès aux ressources, y compris aux informations et connaissances ;
 Accès limité au pouvoir politique et à la représentation ;
 Certaines croyances et coutumes ;
 Bâtiments fragiles ou personnes faibles ;
 Infrastructures.

Bien que ces causes fondamentales soient assez variables dans le temps et l'espace, la plupart des recherches démontrent que certaines caractéristiques : démographiques et de logement, âge, race / ethnie, niveau de revenu, genre, qualité des bâtiments, infrastructures publiques sont influents dans l'amplification ou la réduction de la vulnérabilité globale aux aléas. L'évaluation de la vulnérabilité sociale nécessite la sélection d'un ensemble d'indicateurs permettant de la caractériser au mieux (Cutter, Mitchell, et Scott, 2000; Cutter et al., 2014 ; Cutter, Boruff, et Shirley, 2003; Giovene di Girasole et Cannatella, 2017). Intégrer la vulnérabilité sociale de la population à un outil d'évaluation du risque humain est entièrement pertinent, puisque c'est un des facteurs aggravant les conséquences de l'aléa.

c. La vulnérabilité territoriale

La vulnérabilité territoriale prend en compte le contexte géographique et le rôle des territoires. On trouve deux cercles, la vulnérabilité locale et la vulnérabilité globale. La vulnérabilité locale est définie à partir des vulnérabilités biophysiques et sociales. Elle combine les savoirs sectoriels. La vulnérabilité globale identifie les espaces susceptibles de subir des dommages importants, mais, aussi, les lieux à partir desquels pourront se propager les perturbations au sein d'un territoire, ou, encore, les lieux stratégiques qui empêcheront cette propagation. Elle est liée à la vulnérabilité sociale, aux enjeux stratégiques et non stratégiques, ainsi qu'à l'occurrence d'un aléa (D'Ercole et Metzger, 2003).

1.2.4. Prévenir et se préparer aux risques naturels

Est-il possible d'éviter les risques ou les crises ? Comme nous l'avons vu, le risque est la conjonction d'aléas d'origine naturelle et d'enjeux socio-économiques et culturels caractérisés par une vulnérabilité. Pour réduire leurs effets, on agit sur l'un ou l'autre de ces trois paramètres (Léone, 2010). Depuis longtemps, chaque société élabore de multiples réponses pour faire face aux risques et aux crises, ces solutions dépendent des représentations des individus et des groupes, où chacun a sa façon d'interpréter, de percevoir et de concevoir le danger et son degré d'acceptation pour vivre avec les

phénomènes naturels (Reghezza-Zitt 2016). Wisner, Gaillard, et Kelman (2012), définissent la prévention selon deux aspects, la prévention active et la prévention passive. La prévention active comprend tous les efforts qui visent à éviter le phénomène dangereux susceptible de se produire. La prévention passive englobe toutes les actions qui n'empêchent pas le phénomène, mais s'attache plutôt à en réduire l'étendue spatiale ou temporelle, elle comprend, également, la surveillance et la cartographie des risques des zones concernées. Dans le cadre de la stratégie internationale pour la prévention des catastrophes, l'Organisation des Nations Unies (ONU), définit la prévention comme un ensemble d'activités permettant d'éviter l'impact négatif des aléas, et de minimiser les catastrophes environnementales, technologiques et biologiques qui leur sont associées. La prévention exprime le concept et l'intention d'éviter complètement les effets négatifs éventuels, par le biais de mesures prises à l'avance. Par exemple, les études parasismiques qui assurent la survie et la fonction des bâtiments en cas de tremblement de terre (UNDRR 2009). Donc, la prévention regroupe l'ensemble des mesures structurelles, organisationnelles, règlementaires mises en place pour prévenir l'aléa et la vulnérabilité des enjeux (Veyret 2007). D'après Bailly (1996), l'élaboration d'un programme préventif, adapté à la fréquence et l'amplitude des phénomènes, que ce soit en matière de risques naturels ou de sociétés, passe par trois étapes qui caractérisent sa démarche :

L'identification et désignation d'une situation à risque et la probabilité de sa concrétisation ;

Les conséquences dans l'espace et dans le temps pour la société de cette situation de risque ;

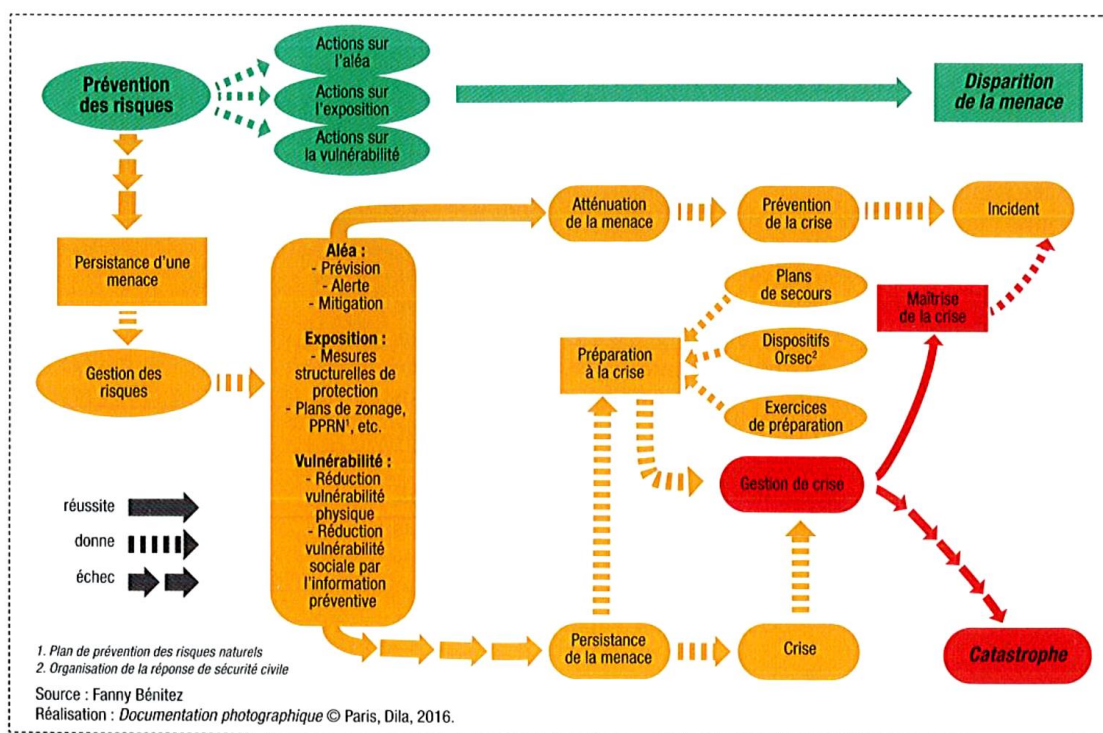
La prévention à travers des plans de prévention des risques.

L'un des objectifs de la prévention est de mettre en place des instruments coercitifs ou incitatifs pour stopper ou limiter l'augmentation des enjeux en zone à risque.

C'est à travers les instruments de prévention que l'occupation des sols est maîtrisée, ce qui, de ce fait, aboutit à la maîtrise des enjeux. Une autre gamme de mesures de prévention, c'est la réduction de la vulnérabilité. La vulnérabilité c'est la propension d'un individu, d'un groupe social ou d'un territoire à subir des dommages ou des dysfonctionnements. Réduire la vulnérabilité, c'est réduire les fragilités matérielles fonctionnelles face aux menaces naturelles. Il s'agit donc de renforcer, d'une part, la résistance des bâtiments, des ouvrages et des activités exposés à l'aléa et d'autre part, les capacités de réponse d'une société donnée à une catastrophe, grâce à l'information, au développement de la conscience du risque et à la préparation de la gestion de crise. Cela permet, au moins, de réduire les conséquences nuisibles pour la communauté touchée (figure 12). Pour l'UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction 2015), la préparation est un ensemble de connaissances et de capacités développées par les gouvernements, les organisations spécialisées dans l'intervention et le redressement, les communautés et les personnes, afin de prendre les mesures de prévention, d'intervention et de redressement qui s'imposent face aux conséquences de catastrophes probables, imminentes ou en cours.

Donc en conclusion, au début on quantifie les dommages et les pertes afin de mettre en place des moyens techniques pour pallier les risques à travers des solutions techniques et permettre aux assurances de prendre en charge le risque en termes de dommage, mais aussi pour se protéger. Par la suite il y a eu d'autres préventions comme les Plans de Prévention des Risques (PPR)- l'information et la préparation des populations à la crise en plus de la protection technique.

Figure 12: plan de prévention des risques en France (source : Reghezza 2016)



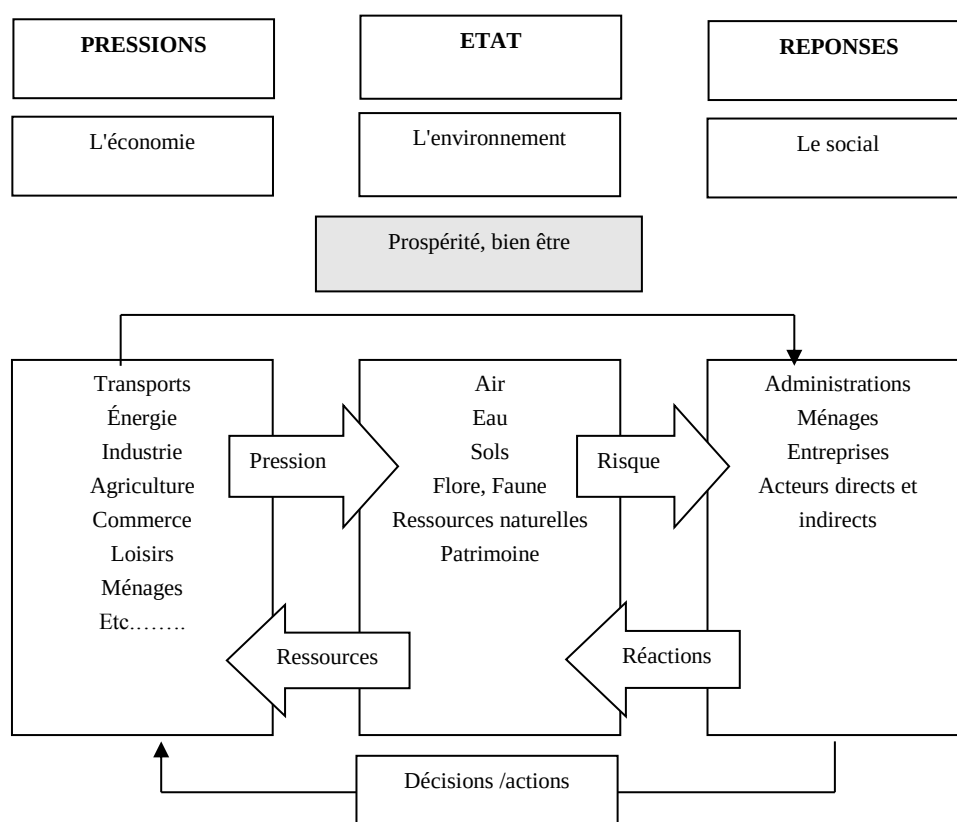
1.3. Les approches du risque

1.3.1. L'approche systémique PAR

Pour comprendre le risque en termes d'analyse de la vulnérabilité dans des situations de danger spécifiques, on trouve plusieurs modèles de catastrophe. Le modèle de Pression Action Réponse (modèle PAR) est un outil simple permettant de montrer comment les catastrophes se produisent, lorsque les aléas naturels affectent les personnes vulnérables. Ce modèle est intégré dans les approches de développement durable et de l'environnement, comme le développement durable est un concept de développement qui préserve l'environnement de manière à ce que les ressources naturelles puissent soutenir indéfiniment le développement. Cette nouvelle vision du développement prend en compte la relation développement/environnement qui a été le siècle dernier synonyme de surexploitation, de destruction et de pollution. Les années soixante et soixante-dix du XXème siècle ont vu la prise de conscience de la communauté scientifique pour les problèmes environnementaux. Les conférences sur la conservation de la nature se

succèdent. En 1969 à Washington, s'est tenue la conférence intergouvernementale "l'homme et la biosphère "Man And Biosphère" visant à mettre en place un programme d'action (MAB)⁴ pour l'utilisation rationnelle et la conservation des ressources naturelles de la biosphère, tout en adaptant une approche globale et systémique de l'environnement urbain en intégrant les dimensions naturalistes et sociales (figure 13). Ce modèle PAR a été utilisé dans la gestion des risques. Il considère la catastrophe comme l'intersection de deux forces majeures : les processus qui génèrent la vulnérabilité et l'évènement du risque naturel. Par conséquent, les risques de catastrophe peuvent être considérés comme un processus impliquant une pression croissante d'une part, et les possibilités d'alléger cette pression.

Figure 13: Schématisation du modèle (PAR) (source : Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE 1998) et Michel Barcelo in www.urm.ca,)



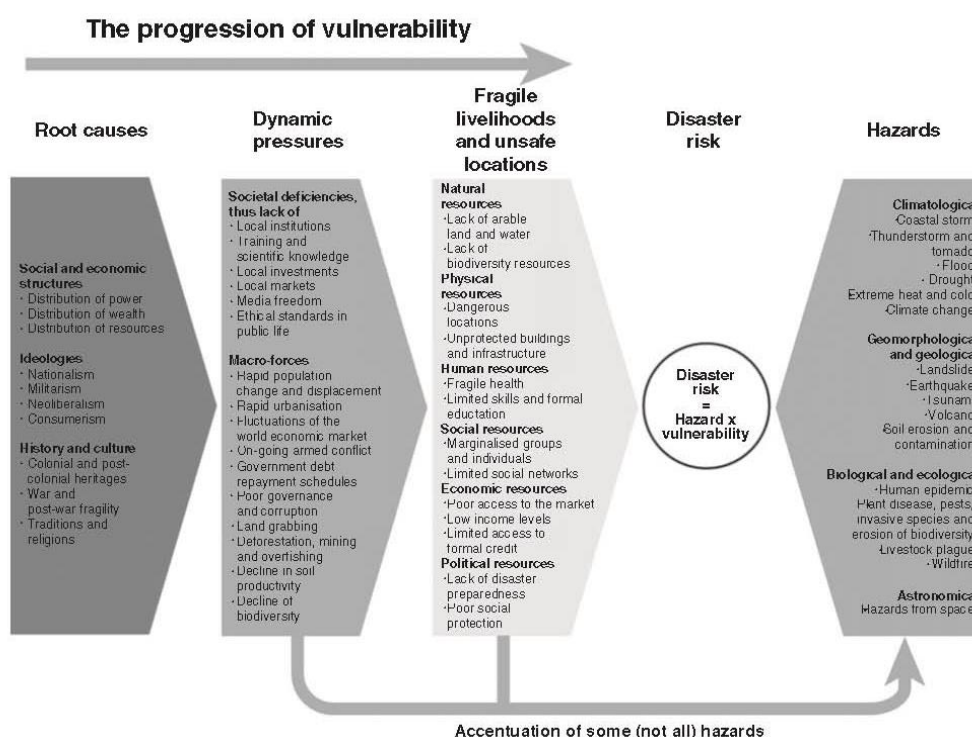
L'approche PAR est basée sur l'équation communément utilisée dans Disaster risk mitigation : $\text{Risque} = \text{Danger} \times \text{Vulnérabilité}$.

À cet égard la vulnérabilité, la dimension clé à l'intérieur du modèle PAR est définie selon trois niveaux progressifs : les causes profondes, les pressions dynamiques et les conditions dangereuses (figure 14). Les causes profondes peuvent être, par exemple, les processus économiques, démographiques et politiques qui déterminent l'accès au pouvoir et sa répartition, ainsi que diverses ressources. La catégorie pression dynamique englobe tous les processus et activités qui transforment et canalisent les effets des causes profondes en

⁴ MAB organisme placé auprès de L'UNESCO

conditions dangereuses, telles que les maladies épidémiques, l'urbanisation rapide et les conflits (Wisner 2004). Les causes profondes, impliquant des pressions dynamiques, conduisent à des conditions dangereuses, qui constituent la troisième colonne du cadre PAR. Les conditions d'insécurité sont des formes spécifiques dans lesquelles la vulnérabilité humaine est révélée et exprimée dans une dimension temporelle et spatiale. Ces conditions peuvent englober l'absence de protection efficace contre les maladies, le fait de vivre dans des endroits dangereux ou d'avoir des droits qui sont sujets à des perturbations rapides et graves (Wisner et al., 2003). L'approche tient, également, compte de l'accès aux ressources matérielles et immatérielles, de la différenciation des causes profondes, des pressions dynamiques et des conditions dangereuses.

Figure 14: le modèle PAR de la progression des vulnérabilités (source: Wisner, Gaillard, and Kelman 2012)



Selon Wisner, Gaillard, et Kelman (2012), la mesure de la vulnérabilité devrait aller au-delà de l'identification des conditions dangereuses visibles, elle devrait plutôt s'attaquer aux forces motrices et aux causes profondes sous-jacentes, afin de pouvoir expliquer pourquoi les gens sont vulnérables. Les différents éléments du modèle PAR sont dynamiques. Dans les situations réelles, ils sont soumis à des changements constants, et, donc, la tâche d'identifier et de vérifier les liens de causalité entre les causes profondes, les pressions dynamiques et les conditions de sécurité (d'un point de vue quantitatif) pourraient être très difficiles. En outre, Wisner et al. (2004) soulignent que dans des situations multicausales et un environnement dynamique, il est difficile de différencier les liens de cause à effet des différentes pressions dynamiques sur des conditions dangereuses, et l'impact des causes profondes sur les pressions dynamiques. Par exemple, bien que

l'urbanisation, en tant que pression dynamique puisse conduire à des conditions dangereuses dans de nombreux pays en développement, l'hypothèse générale, selon laquelle l'urbanisation conduit en soi à des conditions dangereuses est inappropriée. Par conséquent, des tendances, telles que l'urbanisation qui intègre les outils réduisant la vulnérabilité comme les hôpitaux, caserne de pompier, pourraient avoir des effets plus nuancés et plus ambigus sur la vulnérabilité et les voies de la capacité d'adaptation (Garschagen et Romero-Lankao, 2013). Cela signifie que l'urbanisation pourrait, même dans certains cas, servir de moteur pour réduire la vulnérabilité au changement climatique, et accroître les capacités d'adaptation. En outre, Cross (2001) soutient que, contrairement à la sagesse populaire, les petites villes et les communautés rurales sont plus vulnérables aux catastrophes que les mégalo-poles, puisque les mégalo-poles sont plus susceptibles de posséder les ressources nécessaires, comme les hôpitaux, les casernes de pompiers, et les services techniques de haut niveau pour faire face aux dangers et aux catastrophes, tandis que, dans les petites communautés et les communautés rurales, ces capacités n'existent pas. Dans l'ensemble, le modèle PAR est une approche importante, et l'une des plus connues des cadres conceptuels. Dans le monde, qui mettent l'accent sur la vulnérabilité et ses forces motrices sous-jacentes.

1.3.2. L'approche holistique

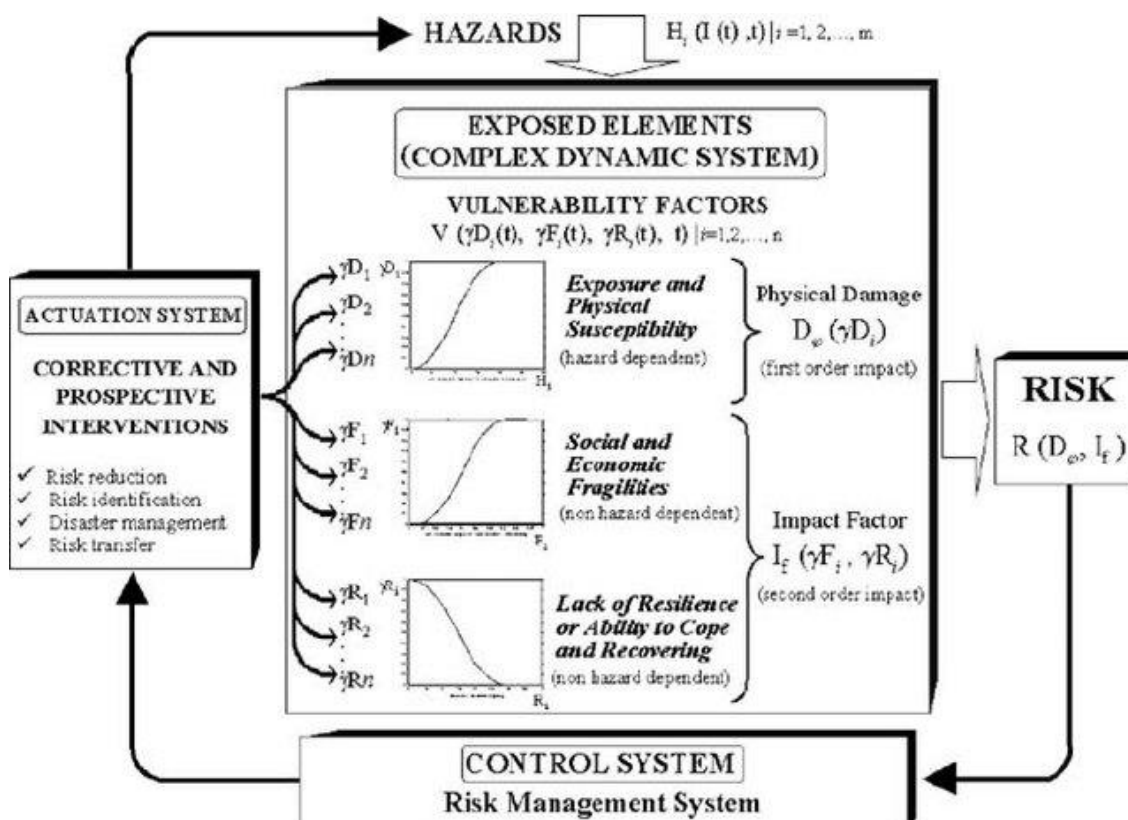
L'approche holistique de l'évaluation des risques et de la vulnérabilité, est une approche basée sur la vulnérabilité qui se compose d'éléments exposés. Cette approche prend donc en compte plusieurs facteurs de vulnérabilité, qui sont repartis en trois catégories:

1. L'exposition physique et la susceptibilité, sont désignées comme un risque dur, elles sont dépendantes du danger ou de l'aléa;
2. La fragilité du système socio-économique, qui est considérée comme un risque faible et étant non dépendant d'un danger ;
3. Le manque de résilience pour faire face et se rétablir, qui est également défini comme un risque, bien que ne dépendant pas d'un danger.

Ces catégories permettent de mesurer les impacts directs, indirects et intangibles des événements dangereux. Dans cette approche, les indicateurs, ou indices, doivent mesurer la vulnérabilité d'un point de vue global, et dans une perspective multidisciplinaire. Ils ont pour but d'évaluer les conditions des impacts physiques directs (exposition et susceptibilité), ainsi que les impacts indirects et, parfois, intangibles (fragilité socio-économique et le manque de résilience) des événements dangereux potentiels (figure 15). La version révisée du modèle holistique de catastrophe considère le risque comme une conjonction des dommages physiques potentiels, et de la, ou des fragilités économiques et du manque de résilience (facteur d'impact). Alors que le "dommage physique" potentiel est déterminé par la susceptibilité des éléments exposés (par exemple, une maison) à un danger et son potentiel d'intensité et d'occurrence, les "facteurs d'impact" dépendent du

contexte socio-économique, en particulier, des fragilités sociales et du manque de résilience. Carreño, Cardona, et Barbat (2007) introduisent, également, une boucle de rétroaction englobant des interventions correctives et prospectives.

Figure 15: l'approche holistique des risques (source : Carreño, Cardona, et Barbat 2007)

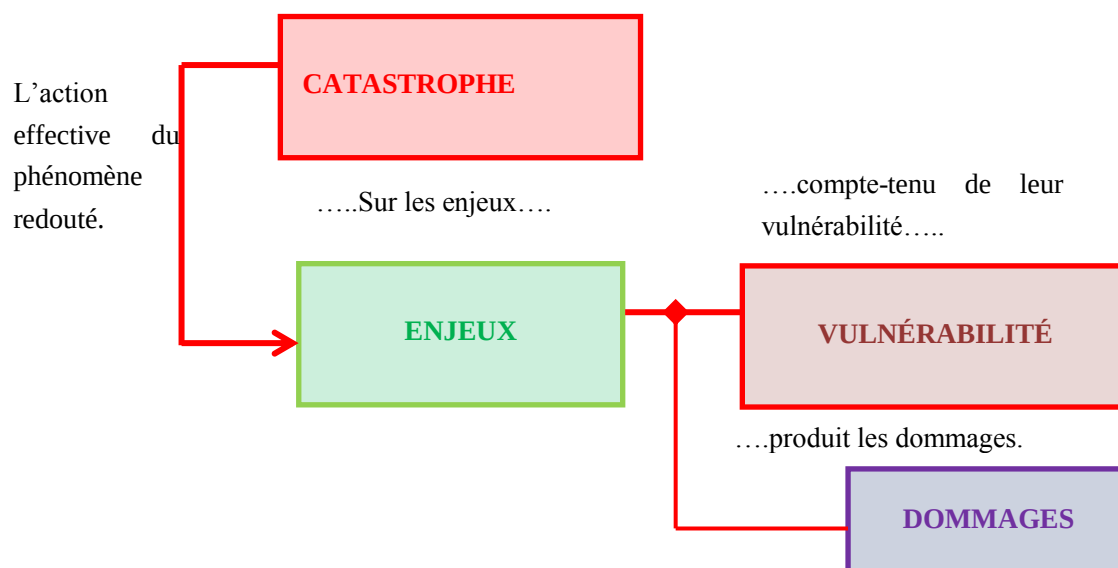


1.4. La catastrophe

La catastrophe, est une notion réelle d'appréhension de la complexité du risque, qui permet de voir et de mesurer des faits réels sur le terrain, qui vont servir de base à l'estimation, la caractérisation du risque. Après le tremblement de terre de 2003, la région de Boumerdes a bien été marquée par une catastrophe, qui a causé la mort de 2100 personnes et la destruction de 56000 logement. Les dégâts matériels, les pertes humaines et les modifications géomorphologiques et naturelles causés figurent dans les annales des catastrophes naturelles. Benson et Clay (2006), tout en partageant ce point de vue, en donnent une définition plus précise, lorsqu'ils disent qu'« une catastrophe naturelle est la survenance d'un danger anormal ou peu fréquent qui affecte des communautés ou des zones géographiques vulnérables, causant des dommages importants, des perturbations et des pertes possibles, et laissant les communautés affectées incapables de fonctionner normalement ». Dauphiné et Provitolo (2013), de leur côté, mettent en avant les conséquences négatives dans leur définition de la catastrophe : « Une catastrophe ou un désastre ce sont des évènements pour lesquels une société connaît un danger grave, subit des impacts et des pertes ». En synthétisant ces trois approches, on peut dire qu'un aléa

peut survenir à n'importe quel moment, et s'il se produit, causer des dommages, dans le cas où la société et ses enjeux sont fragiles, ses conséquences peuvent être catastrophiques et, par là même perturber le fonctionnement de cette société (figure 16).

Figure 16: Situation des notions de catastrophe, d'enjeux et de vulnérabilité dans le mécanisme produisant les dommages (Source : Lhomme 2012)



1.4.1. Impacts et pertes

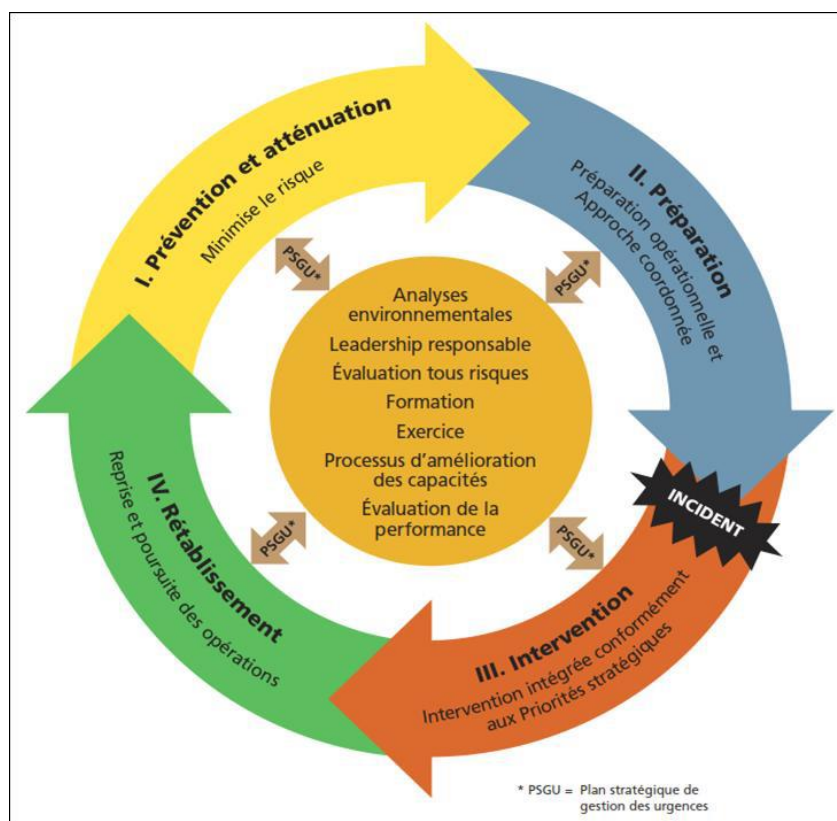
Après plusieurs lectures et recherches, nous avons constaté que le mot "impact", bien que largement employé dans la littérature traitant des catastrophes et de leurs conséquences, n'est pas considéré comme un terme, et ne possède pas une acception propre à ce domaine. Pour Pelling et al. (2002), l'impact des catastrophes est déterminé par la taille et la structure socio-économique qui subit la catastrophe, ainsi que par la nature de l'évènement déclencheur. Suite au passage d'une catastrophe ou d'un évènement exceptionnel, des rapports et des études sont établis, faisant état des dommages directs ou des conséquences indirectes rapidement identifiables, généralement sous la forme de constats chiffrés : (nombre de morts, de blessés ou de sans-abri, pourcentage du parc immobilier détruit ou de récoltes perdues, coût estimé des dommages et des réparations, évaluation du manque à gagner (D'Ercole 1996). L'étude des impacts directs et indirects des catastrophes sur un territoire donné permet de décrire la répartition temporelle des impacts et leurs distributions sur le territoire touché. D'après le rapport Facing Hazards and Disasters (2006), les impacts des désastres sont de type physique, sociaux, psychologiques, et démographiques. D'après la déclaration de Sendai du 21 mai 2015, entre 2005 et 2015, des catastrophes ont continué de faire de nombreuses victimes, compromettant le bien-être et la sécurité de personnes, de collectivités et de pays entiers. Plus de 700 000 personnes ont péri, plus de 1,4 million ont été blessées et environ 23 millions sont devenues sans-abri. Au total, plus de 1,5 milliard d'êtres humains ont été victimes de catastrophes d'une manière

ou d'une autre, les femmes, les enfants et les personnes en situation de vulnérabilité ayant été les plus touchés. Les pertes économiques totales se sont chiffrées à plus de 1 300 milliards de dollars. Qui plus est, entre 2008 et 2012, 144 millions de personnes ont été déplacées du fait de catastrophes. Certains faits indiquent que dans tous les pays, le degré d'exposition des personnes et des biens augmente plus vite que le rythme auquel il est possible de réduire leur vulnérabilité, ce qui entraîne de nouveaux risques et une augmentation constante des pertes et d'importantes répercussions dans les domaines économique, social, culturel et environnemental et sur le plan de la santé à court, moyen et long terme, en particulier sur la population locale. Les catastrophes récurrentes à petite échelle et celles dont l'évolution est lente touchent surtout les collectivités, les ménages et les petites et moyennes entreprises, représentant une part importante de toutes les pertes causées. Tous les pays en particulier les pays en développement, où les pertes économiques et humaines causées par les catastrophes sont extrêmement élevées se heurtent à la possibilité que les coûts cachés soient de plus en plus élevés et qu'il soit de plus en plus difficile pour eux de s'acquitter de leurs obligations, financières notamment.

1.4.2. Gestion post-catastrophe et reconstruction

Une fois l'aléa réalisé, la situation, dans laquelle se retrouve la société, peut dépasser les capacités de gestion institutionnelle de la collectivité, en entraînant des mutations décisives et en remettant en cause les repères structurants de la société, aussi bien culturels, qu'économiques et politiques, on passe, alors, à l'état de crise majeure. Dans la plupart des événements naturels, des crises ou des catastrophes, l'aléa n'est pas directement responsable du plus grand nombre de victimes et de la plupart des dégâts, son intensité est rarement proportionnelle à l'ampleur de la catastrophe. On trouve d'autres causes à la catastrophe, comme l'effet secondaire de l'aléa. À l'exemple du tremblement de terre de 1995 qui a touché la ville de Kobé, les incendies liés au séisme sont à l'origine de l'essentiel de pertes matérielles et humaines. Il convient, donc, de prendre en considération les effets secondaires dramatiques dans la gestion systémique de la catastrophe (Yvette 2001). Jusqu'à présent, la stratégie prioritaire en termes de gestion des risques a consisté, de manière prépondérante, à la recherche d'une maîtrise des aléas, l'aléa étant alors considéré comme un élément extérieur au territoire. Cette stratégie de protection n'a pas favorisé l'émergence de réflexions sur l'anticipation, la planification voire simplement l'étude de la gestion de la post-catastrophe. Quand les opérations de prévention, de préparation et de protection des événements naturels ne sont pas totalement efficaces pour faire face, on enregistre des sinistres ou des catastrophes. On parle de crise, et sa gestion implique plusieurs phases, qui vont de la veille pré-crise et de la mise en place de la vigilance, jusqu'à la reconstruction, en passant par la mise en alerte des populations, et, le cas échéant, les évacuations et les mises en sécurité (Léone, 2010). La gestion de crise est composée de cinq phases (figure 17): prévention, atténuation, préparation, réponse et récupération (Madigan 2018).

Figure 17: Continuum de la gestion des urgences (Source : Tanguy 2016)



1.4.2.1. La prévention

La prévention a récemment, été introduite dans le processus de gestion des urgences. Les mesures de prévention sont des mesures mises en place en amont, et ayant pour but de limiter les pertes humaines, à travers l'élaboration de plans d'évacuation et de plans environnementaux. En 2005, 167 gouvernements ont adopté le plan global de réduction des risques et catastrophes naturelles appelé Hyogo framework.

1.4.2.2. L'atténuation ou mitigation

Les mesures d'atténuation sont celles qui éliminent ou réduisent les impacts et les risques des dangers par des mesures prescriptives prises avant qu'une urgence intervienne, ou qu'une catastrophe se produise. Les mesures d'atténuation prennent différentes formes. Dans le cas d'un tremblement de terre, par exemple, les mesures de prévention incluent les changements structurels.

1.4.2.3. La préparation

Elle cible la préparation des équipements et des procédures en cas de catastrophe. Ces derniers peuvent être utilisés pour réduire la vulnérabilité à une catastrophe, pour en atténuer les effets ou pour réagir plus efficacement dans l'urgence.

1.4.2.4. La réponse

Cette phase d'urgence commence par la recherche et le sauvetage, mais dans tous les cas, la priorité sera rapidement donnée à la satisfaction des besoins humanitaires de base des populations touchées. Cette phase peut être prise charge par des agences et organisations nationales ou internationales.

1.4.2.5. La récupération (Recovery)

Cette phase vient directement après que la menace immédiate pour les vies humaines ait été écartée, son but est de ramener la situation de la zone touchée à la normale.

1.5. Retour d'expérience (REX) sur les catastrophes naturelles en Algérie de 1716 à 2019

En Algérie, la situation ne correspond pas au cadre de la littérature internationale. Le pays possède ses spécificités historiques, politiques, économiques, réglementaires et sociales, sans parler du contexte spécifique à l'aléa et des particularités, quant au système de gestion, en termes de moyens humains, techniques. L'Algérie a connu plusieurs événements naturels dont plusieurs ont été catastrophiques, ce REX va nous permettre de comprendre comment la gestion du risque et des catastrophes ont été règlementé. Dans cette partie, nous nous proposons d'analyser le processus de gestion de crise des événements naturels recensés entre 1716 et 2019, en termes de préparation, d'alerte et de prévention, en amont, puis, d'organisation des secours d'urgences et, enfin, de reconstruction. Ce retour d'expériences (REX), ou lecture rétrospective, des différents événements naturels classés catastrophiques, parmi lesquels figurent aussi bien des événements majeurs que mineurs, va nous permettre de reconstituer les événements, d'en évaluer les conséquences sur les territoires touchés, d'en déterminer les causes directes et indirectes et de comprendre les difficultés rencontrées dans la gestion de ces derniers, d'identifier les facteurs ayant pesé, positivement ou négativement, sur la conduite des opérations. Cela nous fournira des éléments pour en tirer les conséquences en matière de prévisions et de préventions adaptées après ces crises dans la perspective d'une meilleure gestion des catastrophes futures, et de la réduction de la vulnérabilité des enjeux en augmentant leur résilience. Étant donné que l'Algérie se situe au nord du continent africain, elle est soumise à des phénomènes naturels spécifiques à cette région. La lecture des rapports de centres de recherche internationaux comme le Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), le Global Assessment Reports (GAR), UNDRR est important pour comprendre l'effet de ces phénomènes sur son territoire, à l'exemple de l'impact des températures extrêmes dans les années prochaines, qui doit être pris en compte dans les politiques de développement et de prévention des risques.

1.5.1. Les catastrophes à l'échelle africaine et la situation de l'Algérie : l'évaluation des catastrophes par le GAR DRR

Les menaces de risques naturels, en Afrique, varient, en fonction de la situation géographique et de la saison. Selon le rapport du Centre for Research on the Epidemiology of Disasters, (CRED Crunch 56 2019) de 1999 à 2019, les catastrophes qui ont touché le plus grand nombre de personnes au niveau de ce continent, se répartissent comme suit : les régions d'Afrique australe, la Corne de l'Afrique, et le Sahel ont été les plus touchées par la sécheresse, alors qu'une grande partie de l'Afrique centrale et de l'ouest a été la plus touchée par des inondations. Quant aux pays de l'Afrique du sud-est (dont certains ne sont pas présentés sur la figure 18) font face à une saison cyclonique annuelle qui provoque des tempêtes dévastatrices. Comme on le constate, aucune partie de l'Afrique n'est épargnée, cependant, certains pays font face à une fréquence plus élevée des phénomènes, par rapport à d'autres. Ainsi, depuis 2000, le Kenya, avec 60 événements, le Mozambique, avec 55 événements et l'Afrique du Sud, avec 54 événements, sont les pays qui ont enregistré le plus grand nombre de catastrophes, étant régulièrement confrontés à des tempêtes, des sécheresses et des inondations. Les 3 pays subsahariens les plus peuplés, le Nigeria, avec 49 événements, l'Ethiopie, avec 43 événements et la République démocratique du Congo, avec 41 événements, font, également, partie du top dix. En termes de pertes humaines, (tableau 5), la Somalie occupe la première place, principalement en raison de la sécheresse de 2010, tandis que l'Algérie se classe deuxième, le plus grand nombre de décès y étant dus à un seul tremblement de terre, celui de 2003.

Figure 18: type de catastrophes affectant le plus grand nombre de personnes par pays (source : CRED 2019)

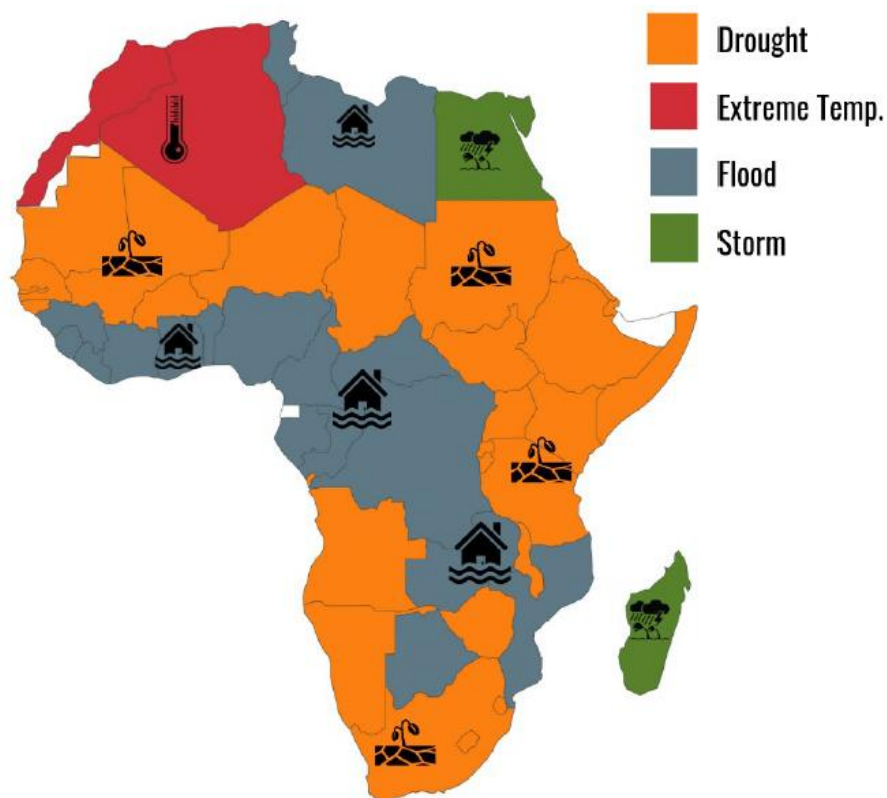
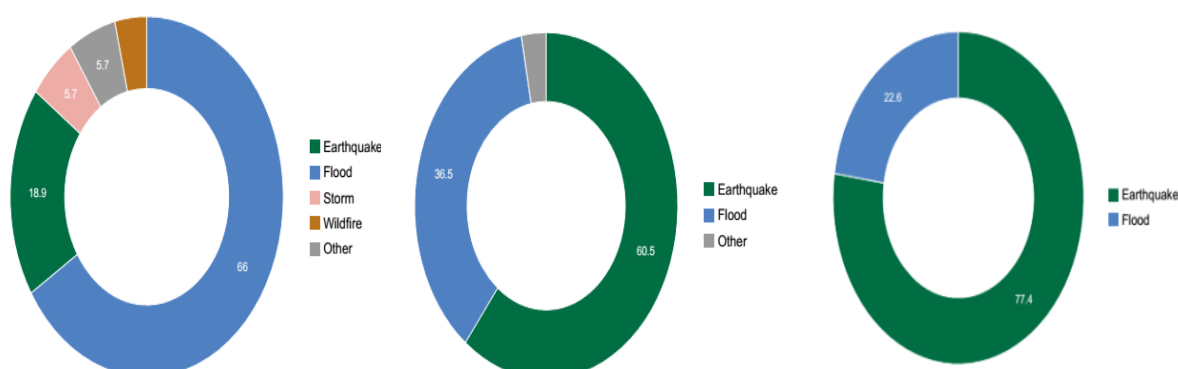


Tableau 5: top 10 des pays selon le nombre total de décès dus aux catastrophes (source : CRED 2019)

	Country	Total Deaths
1.	Somalia	20,739
2.	Algeria	3,777
3.	Mozambique	2,291
4.	Nigeria	1,696
5.	Madagascar	1,644
6.	Ethiopia	1,639
7.	Kenya	1,572
8.	Sierra Leone	1,289
9.	D.R. Congo	1,072
10	Malawi	985

Les inondations et les sécheresses ont été les types de catastrophes les plus fréquents, et ayant eu le plus d'impact sur le continent. Pour ce qui est de la sécheresse, il convient de dire, qu'en raison d'une surveillance sanitaire relativement faible, les impacts des températures extrêmes sont considérés comme sous-déclarés. De plus, ce phénomène à tendance, ces dernières années, à se répandre dans des pays, qui, auparavant y étaient peu ou pas exposés, à l'image de l'Algérie. Les inondations, quant à elles, ont été responsables, entre 2000 à 2019, de 64 % des catastrophes, suivies par les tempêtes (15 %). Contrairement à d'autres continents, tels que l'Asie, les tremblements de terre et les éruptions volcaniques n'y sont pas les types catastrophes les plus fréquentes. D'après le rapport Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction, en Algérie, entre 1999 et 2014 (GAR 2015), en ce qui concerne la fréquence et la répartition des aléas naturels, on a enregistré une augmentation des inondations de 66 %. Mais les tremblements de terre ont causé plus de dommages et de pertes, ils représentent 60.5 % des phénomènes naturels, et sont à l'origine de pertes économiques énormes, représentant de plus de 77.4 % des pertes totales (figure 19).

Figure 19 : Les fréquences des pertes humaines et économiques, selon les types d'aléas naturels entre 2000 et 2019 en Algérie (Source : GAR, 2015)



Durant la période en question, les pertes annuelles moyennes ont été estimées à 99152 US\$ pour l'aléa sismique, avec un taux de 84.7 % (tableau 6). La perte annuelle moyenne est associée à l'apparition de périls futurs, en supposant une très longue période d'observation. Elle considère les dommages causés aux éléments exposés à des événements mineurs, modérés et extrêmes, et constitue une mesure utile et fiable pour le classement et les comparaisons des aléas à risques. En ce qui concerne les résultats de pertes annuelles moyennes dues aux inondations, ils sont provisoires. Ces résultats donnent une vue d'ensemble du risque associé aux inondations des rivières. Mais des facteurs autres que la hauteur de l'eau ont, également, une influence considérable sur les pertes, ce qui signifie qu'il y a une plus grande incertitude par rapport aux autres risques.

Tableau 6 : Perte annuelle moyenne (AAD) par aléa naturel. (Source : GAR, 2015)

Hazard	Absolute [Million US\$]	Capital stock [%]	GFCF [%]	Social exp [%]	Total Reserves [%]	Gross Savings [%]
Earthquake	99152	0.110	1.501	3.354	0.509	1.001
Tsunami	0.17	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
Flood	178.37	0.020	0.270	0.603	0.092	0.180
Multi-Hazard	1,170.06	0.130	1.772	3.959	0.601	1.182

Selon GAR (2015), l'indice des risques et ses conséquences sur le développement est un indice utile, basé sur le ratio de la perte annuelle moyenne prévue, par rapport à un ensemble de variables macroéconomiques, financières et de développement social. Il révèle le poids de la perte annuelle moyenne, en ce qui concerne les dépenses sociales, l'investissement intérieur et les capacités financières, ainsi que les actifs à risque et la trésorerie de chaque pays. Il reflète, dans des conditions défavorables, la croissance et les contraintes sociales du pays, résultant d'éventuelles catastrophes futures. Le portefeuille fiscal est composé des bâtiments publics, des bâtiments d'éducation et de santé publique et des bâtiments privés résidentiels à faible revenu. La perte maximale probable est une mesure du risque qui représente la perte maximale, à laquelle on pourrait s'attendre, en moyenne, durant un nombre d'années données. Cette donnée est largement utilisée pour établir des limites liées à la taille des réserves, dont les compagnies d'assurance ou un gouvernement devraient disposer pour amortir les pertes : plus la période de rendement est longue, plus la perte attendue est élevée. Une période de rendement moyenne de 100, 250, 500, 1000 et 1500 ans signifie une probabilité, respectivement, de 5 %, 2 %, 1 %, 0,5 % et 0,3 % de dépasser ces pertes en 5 ans. Le risque sismique est considéré, de loin, comme le plus important (tableau 7).

Tableau 7: Période de retour moyenne en années. Les valeurs pour les aléas sont en millions de dollars US. (Source : GAR 2015)

Hazard	20	50	100	250	500	1000	1500
Earthquake	2,966	5,720	8,835	14,487	19,625	25,377	28,95
Wind	0	0	0	0	0	0	0
Storm Surge	0	0	0	0	0	0	0
Tsunami	0	0	0	6	20	45	67

En Algérie, les aléas naturels sont omniprésents et à chaque évènement sismique ou inondable on enregistre d'importantes pertes matérielles et humaines estimées en millions de dollars. Donc, face à ces évènements, existent-ils des politiques de prévention et de gestion des risques catastrophes naturelles ? Mais, de toute évidence, l'Algérie n'a pas su, ou n'a pas pu tirer parti d'expériences similaires, particulièrement nombreuses durant les dernières décennies. Les mêmes causes engendrent les mêmes effets. Une forte exposition à l'aléa sismique (parmi d'autres aléas), une absence de planification préventive territoriale, une forte vulnérabilité des populations et de leurs habitations et une capacité de gestion de crise limitée sont les causes directes et indirectes des catastrophes naturelles.

1.5.2. De 1359 à 1960 des règles techniques pour préserver le bâti.

On a observé que l'Algérie était un territoire à risques, elle a toujours été confrontées à des catastrophes, telles des tremblements de terre, des inondations, des épidémies, des famines et des guerres. Nous allons nous focaliser, dans ce retour d'expérience (REX), sur les évènements naturels, les plus documentés en termes de récits, de livres et d'archives, qui ont touché ce territoire avant 1962. Selon le (tableau 8), Les phénomènes naturels sont nombreux et les plus frappant sont les séismes de 1716, 1846, 1867, 1891 et celui de 1954, ils ont faits beaucoup de dégâts et pertes humaines. Comprendre les politiques de prévention adoptées pour gérer ce type de risque comme les aides financières et les solutions techniques (révision des codes de construction) pour réduire les dommages sur le bâti. Ça prouve l'imbrication intime entre les catastrophes et la gestion ; la gestion évolue au rythme des évènements réellement constatés sur le terrain, dans leur interaction avec la société touchée.

Tableau 8: Quelques événements sismiques de 1716 à 1960 (source : NOAA)

DATE	REGION	SECOUSSES	DUREE	MAGNITUDE	INTENSITE	DECES	BLESSES	DOMMAGES
2/21/1960				5.6 Ms		47	88	Domage modéré
11/7/1959	Boumedfaâ			4.9 Ms	VIII		2	300 million de Francs
9/9/1954	Chlef			6.7 Mw	XI	1,243-1,409	5	Domages sévères
8/6/1947	Annaba			5.3 Ms	IX	3	3	Domage modéré
2/12/1946	Hodna Mountains			5.6 Ms	IX	264		Domages sévères
3/16/1924	Batna			5.6 Mw	IX	101		Domages sévères
6/24/1910				6.4 Ms	XI	12		Domage limités
14/01/1891	(Gouraya)Tipaza		2 jours		X	36		Domage modéré
29/11/1887	Kalaa				X	20		Domages sévères
03/12/1885	M'Sila			5.9 Mw	IX	33		Domages sévères
16/11/1869	Biskra				X	40		Domage modéré
02/01/1867	El Affroun	beaucoup	3 jours		X	70	224	Domages sévères
21/08/1856	Jijel	plusieurs	9 jours		IX	3		Domages sévères
22/11/1851	Oran					1		Domage modéré
03/11/1846	Cherchell	plusieurs	35 jours					Domage modéré
02/03/1825	Blida				X	7000-8000		Domages sévères
03/1819	Oran							Domage modéré
08/10/1790	Oran				X	200-1000		Domages sévères
02/1716	Alger		3 mois			20		Domage modéré

1.5.2.1. Le tremblement de terre du 4 janvier 1365 à Alger

D'après Harbi et al. (2007), le premier tremblement de terre qui a touché le nord de l'Algérie, s'est produit le 3 mars 1359, il était très fort, la ville d'Alger a été durement touchée. Delphin (cité par Harbi et al., 2007) a traduit la chronique d'Abdallah Mohammed Ben El Hadj Youssef Echouihat, dans laquelle celui-ci raconte le 23 Septembre 1364 qu' « Alger a été dévastée une fois par les fourmis et une autre temps par la peste ». Une année après ces calamités, El Brechki, de son côté, a raconté, que la nuit du 10 Rebia El Tani 766 (4 Janvier 1365), « Dans la nuit de la de ce tremblement de terre, je me trouvais dans une maison située à Haret El Djenane, près de Bab El Oued. J'ai été témoin de choses terrifiantes que personne n'a relatées avant moi. J'ai entendu une femme interrogée sur le danger qu'elle encourait et elle a répondu : J'étais avec ma sœur portant ma fille et je courais dans la maison de place en place quand une partie de celle-ci s'est effondrée". [....]. D'après les récits d' El Brechki, cette catastrophe a été accompagnée par des inondations « Je me souviens aussi de la femme qui s'est échappée avec son enfant pendant le déluge. L'eau montait encore. Les deux ont été submergés par l'inondation. On m'a rapporté qu'un homme instruit, digne de confiance a compté 496 chocs se produisant cette nuit ». Selon, Harbi et al., (2007), les informations disponibles suggèrent une intensité dommages de X sur l'Echelle Macrosismique Européenne 1998 (EMS) pour cet événement sismique qui semble s'est produit soit sur les côtes, soit au large d'Alger. Un autre tremblement de terre va frapper Alger le 23 décembre 1585(Harbi et al. 2007).

1.5.2.2. La catastrophe sismique de 1716

C'est le tremblement de terre, sur lequel on possède davantage d'informations. La première secousse a frappé le 3 février 1716 (Harbi et al., 2007 et British Association for Advancement of Science. Seismological Committee and Milne, 1912), puis, a été suivie d'une séquence de répliques continues jusqu'en juillet. Ces répliques ont été les plus dévastatrices : du 3 février au 21 mai 1716, les pertes humaines ont été évaluées à 20.000 morts, ces secousses ont été ressenties jusqu'en Sicile, à Catane et Syracuse (British

Association for Advancement of Science. Seismological Committee and Milne (1912). Ambraseys et Vogt (1988) leur ont attribué une intensité de VII sur l'échelle Medvedev-Sponheuer-Karnik (MSK). Les chocs ont duré pendant neuf mois successifs. Cette catastrophe a marqué la société de l'époque par son impact destructeur, ses pertes humaines et les dommages physiques très importants⁵, elle a été classée en catégorie 4⁶, selon la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Burzet(1869) a évoqué ce tremblement de terre en ces termes: « Le 3 février 1716, Alger éprouva un violent tremblement de terre. Plusieurs maisons furent renversées et leurs habitants écrasés sous les décombres. La population, épouvantée s'enfuit dans la campagne. Le 26, nouveau choc, presque aussi fort que le premier, qui endommagea la plupart des maisons de la ville demeurées intactes. A partir de ce moment jusqu'à la fin de juin, les secousses se succédèrent sans interruption. Un grand nombre de maisons de la campagne autour d'Alger s'écroulèrent ». D'après les témoins cités par Harbi al.(2007) et Abdessemed-Foufa et Benouar (2010), un effrayant tremblement de terre a provoqué des effondrements de toits dans la partie basse de la ville et la destruction de plusieurs maisons. Les 2/3 des bâtiments, résidentiels et autres, ont subi des dommages considérables, et sont devenus inhabitables. Même les constructions solides, comme les palais, ont souffert de fissurations. En ce qui concerne les mosquées, elles ont été légèrement endommagées, deux, seulement, parmi les 100 réparties sur la ville ont résisté. Par contre, la majorité des forts de la ville ont été touchés. Les dégâts se sont étendus à de nombreuses maisons de campagne dans les environs d'Alger jusqu'à une distance d'environ 2 km de la ville. L'impact du tremblement de terre a été aggravé par un énorme incendie qui a éclaté immédiatement après. Son effet a été ressenti dans les régions limitrophes d'Alger. Afin de vérifier les facteurs de vulnérabilité interne des bâtiments réalisés en maçonnerie, nous avons étudié la technique de prévention proposée par le Dey Chaouche (gouverneur d'Alger) pour la reconstruction de nouvelles bâtisses, et pour la protection des habitants face à un nouveau risque sismique (Abdessemed-Foufa et Benouar, 2010). D'après les désordres structuraux constatés⁷, ces mesures parasismiques touchaient la structure porteuse en maçonnerie et la structure flexible de type arcade, planchers constitués par des poutres en bois en saillie et des murs sur lesquels sont posées les baies et renforts en bois pour les encorbellements (figures 20 et 21). Cette technique de reconstruction de la ville était innovante pour l'époque, et la gestion de la catastrophe a été suivie de mesures de

5 NOAA a proposé des critères de définition de la catégorie de l'amplitude des dégâts classés selon le nombre de morts : "valid values: 0 to 4, when a description was found in the historical literature instead of an actual number of deaths, this value was coded and listed in the deaths of column. if the actual number of deaths was listed, a descriptor was also added for search purposes".

0 = None

1 = Few (~1 to 50 deaths)

2 = Some (~51 to 100 deaths)

3 = Many (~101 to 1000 deaths)

4 = Very Many (~1001 or more deaths)

6 www.noaa.gov

7 Évolution de la réglementation parasismique au Maghreb in <http://www.structureparasismic.com/HistoricRegleMaghreb.html>

prévention et d'une nouvelle gestion du risque, à travers la mise en place d'un nouvel outil parasismique.

Figure 20: Distinction entre types de contreventement. (Source : Bouguerba 1994)

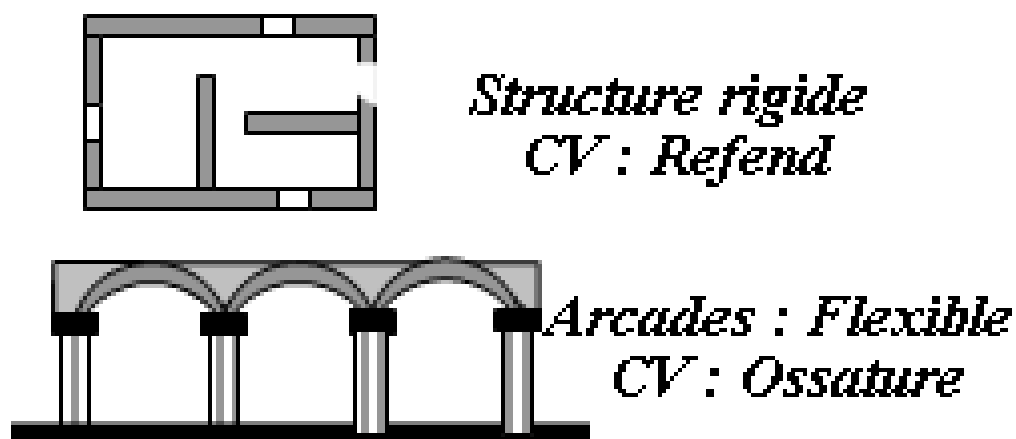
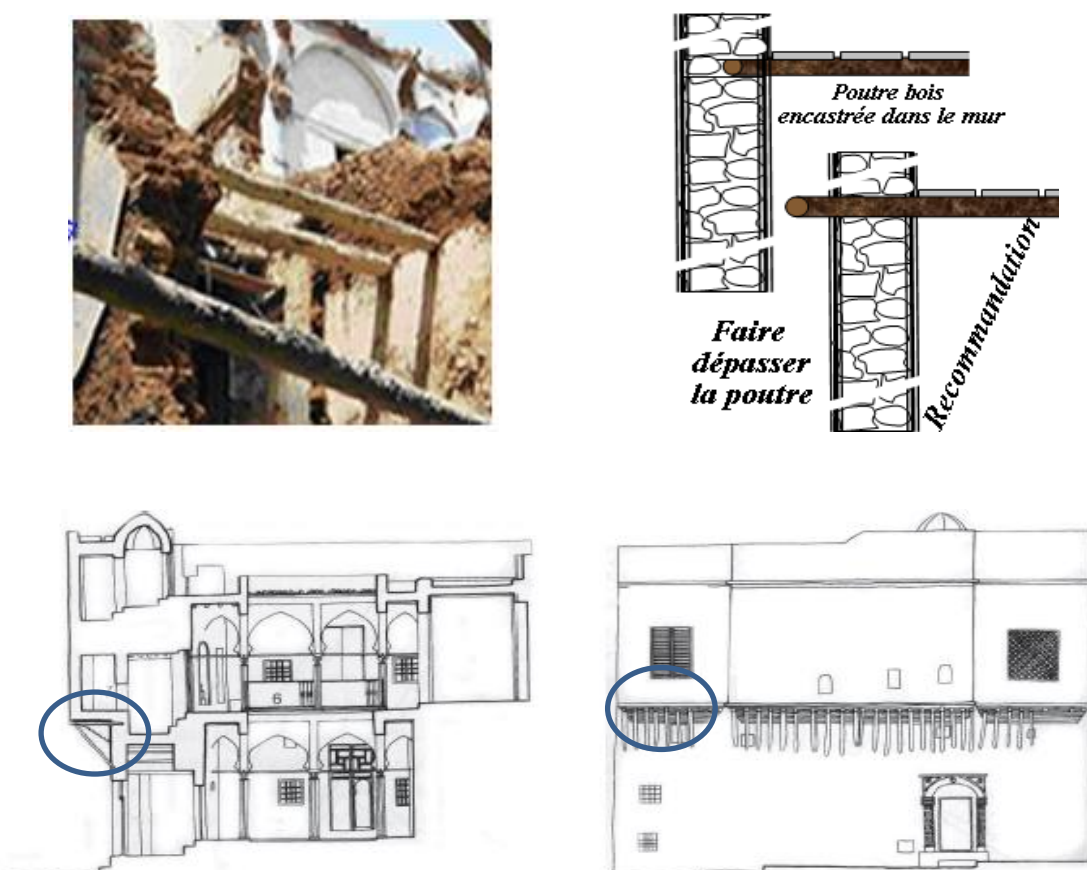


Figure 21: Recommandations de faire dépasser les poutres, afin d'éviter la perte d'appui raidisseurs au droit des ouvertures : les baies disposition constructive pour les éléments qui seront appelés « secondaires » : Ces renforts, souvent appelés jambages, contribuent sous l'action sismique à réduire l'effet dynamique local sous le séisme vertical. (Source : (Bouguerba 1994 ; Abdessemed-Foufa et Benouar 2010)



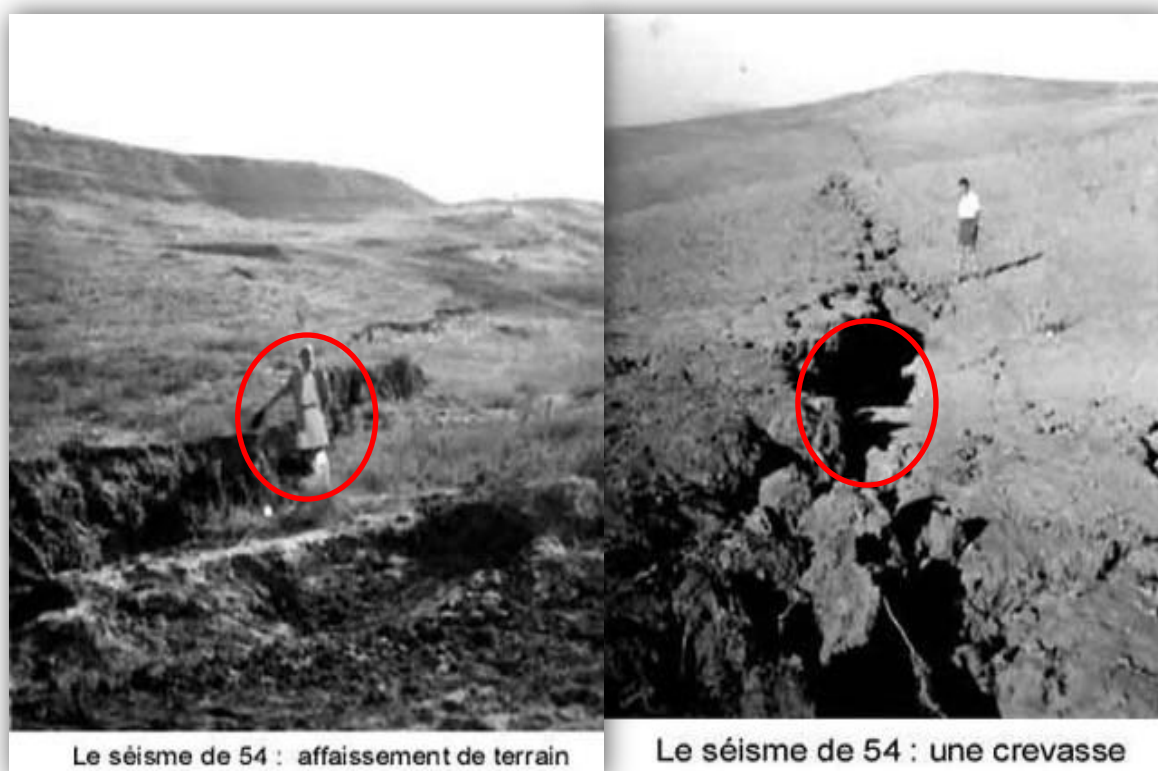
1.5.2.3. De 1839 à 1960, plusieurs événements sismiques dont plusieurs catastrophiques

Après la catastrophe de 1716, l'Algérie a connu d'autres événements sismiques de 1724 à 1960 (Harbi et al. 2007). D'après (Boscowitz 1885; Burzet 1869; Vinot 1893), le tremblement de terre le plus marquant en terme de gestion post-catastrophe est celui de 1867, il a touché toute la région de Blida, vu les dommages engendrés sur les villages, des secours et des aides aux victimes ont été distribués. « Dès l'annonce du fléau, nous avons vu l'Administration supérieure s'empresse de venir au secours des victimes. Elle envoyait en toute hâte des vivres, des tentes et des vêtements. Son Maréchal de Mac-Mahon, duc de Magenta, Gouverneur général de l'Algérie, dans sa haute sollicitude, avait voulu voir de ses yeux toute l'étendue du désastre, et porter lui-même des paroles de consolation aux infortunés survivants de la catastrophe. On organisa immédiatement des souscriptions dont les produits abondants indemniseront les colons de la perte de leur mobilier et de leur matériel d'exploitation écrasés sous les ruines » (Burzet 1869). Pour la phase de reconstruction après la catastrophe, c'est l'armée qui a pris en charge cette phase « L'autorité militaire envoyait des soldats pour déblayer les maisons démolies et les rebâtir avec les matériaux qu'elle fournit elle-même. On employa surtout la brique dans ces nouvelles constructions, parce qu'on avait remarqué que ce genre de bâtisse avait complètement résisté aux plus violentes secousses. Le voyageur qui traverse aujourd'hui ces villages reconstruits avec une simplicité qui n'exclut pas une certaine élégance, ne se douterait nullement que sur ces mêmes lieux, le 2 janvier 1867, les maisons, renversées de fond en comble, n'offraient aux regards attristées qu'un amas informe de ruines et de décombres, les pierres, éparses çà et là, étaient rougies de larges taches de sang, et l'air retentissait de cris déchirants et lugubres. » (Burzet 1869). D'après Burzet (1869), la population des douars arabe habitait des gourbis, espèces de chenils en broussailles, n'avaient aucune perte à déplorer dans ce grand désastre ». Donc ce type de bâti à protéger ces occupants.

1.5.2.4. La catastrophe de 1954 à Orléansville, une première gestion post-catastrophe et une reconstruction avec un nouveau code parasismique (destruction et naissance d'une ville)

Cet événement a confirmé que l'Algérie était un territoire soumis à un fort aléa sismique. Le 9 septembre 1954, un tremblement de terre est survenu dans la ville de Chlef (ex Orléansville). Il a été suivi par un autre, le 16 du même mois, et par plusieurs répliques ; on en a dénombré 92 (Malbos 1955). La magnitude du premier choc a été estimée à 6.7 sur l'échelle de MSK, ses effets directs et indirects ont été très importants. L'épicentre était positionné à Beni Rached, à environ 30 kilomètres d'Orléansville. Le séisme a eu des effets sur la morphologie, l'hydrologie et les oueds : la terre a été crevassée en plusieurs endroits, on a constaté des fissures de 3 mètres de large et 2 mètres de profondeur, des fissures, des éboulements le long des talus, des faisceaux de crevasses, des glissements de terrain et des inondations. (Capot-Rey 1954 et Malbos 1955). Ces dégâts reflètent les caractéristiques de l'aléa et la fragilité de l'environnement naturel face à ce séisme (figure 22).

Figure 22: L'effet du séisme de 1954 à Orléansville sur le milieu naturel.(Source : <http://orleansville.free.fr/accueil.html>)



D'après Malbos (1955) et Capot-Rey (1954), le milieu physique et humain étaient plus fragile que l'on pensait : sur 18000 habitants, on a recensé 1500 morts, dont 1433 sont des autochtones qui habitaient les villages et les douars, et 60 000 d'entre eux se retrouvés sans abri (figure 23). Les enjeux matériels ont été durement touchés, 18 000 maisons et 35 000 habitations traditionnelles ont été détruites. Les équipements structuraux comme les écoles, l'hôpital, le palais de justice, la préfecture, l'église et la poste, ont subi d'énormes dommages et n'assuraient plus leurs fonctions dans la ville⁸ (figure 24). C'est une double vulnérabilité structurelle et fonctionnelle (biophysique). Les sinistrés ont, donc, dû être évacués, dans des camions improvisés en ambulances, vers l'hôpital Mustapha Pacha d'Alger.

⁸ Un panorama des dommages humaines et matériels, Une catastrophe ou une naissance d'une nouvelle ville : à 1h5m toutes les horloges de la ville se sont arrêtées. La gare, l'église, le palais de justice depuis un wagon portant l'inscription à la peinture fraîche « palais de Justice », l'hôtel Beaudouin(un des meilleurs d'Algérie, comble cette nuit-là et où il n'y eut que deux rescapés), l'hôpital moderne qui devait être ouvert incessamment, la prison civile, un immeuble HLM de neuf étages, non encore habité, heureusement, mais où treize ouvriers endormis furent ensevelis, la poste dont le receveur, sa femme et son petit-fils furent miraculeusement sauvés, la mairie, dont le Maire,s'écroulèrent comme châteaux de carte. L'autre tiers devait être détruit par la secousse du 16 septembre, à 22h20m,.....la secousse du 09 septembre a fait près de 1500 morts (dont 66 européens à Orléansville même ; la population indigène, plus nombreuse, a été la plus touchée, surtout les douars, 1200 blessés et 60000 sans-abri.

Figure 23 : des villages et des douars endommagés par le séisme de 1954 , des timbres ont été mis en vente pour aider les sinistrés (source : <http://orleansville.free.fr/accueil.html>)

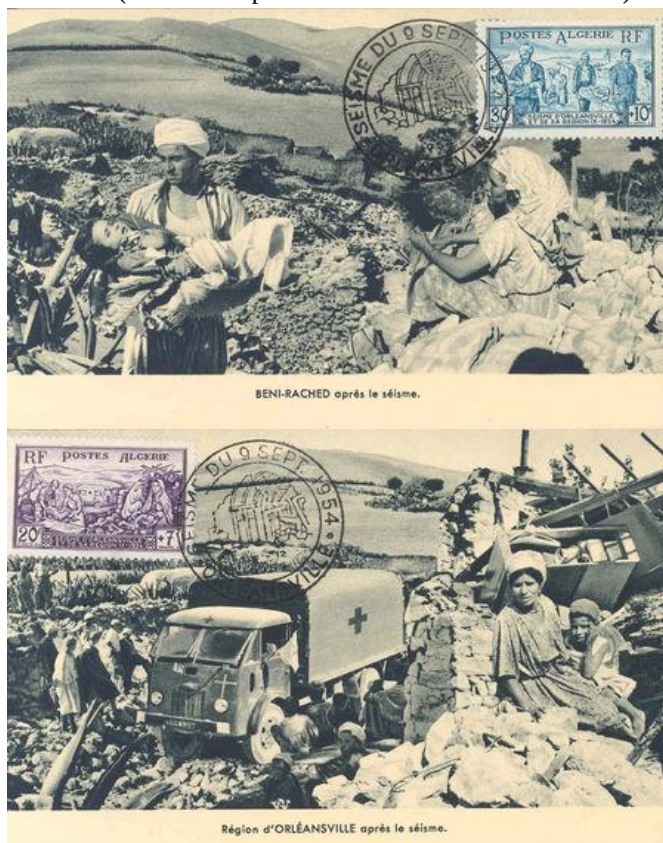


Figure 24: Les équipements stratégiques (hôpital, les collèges, la gare, l'église) endommagés par le séisme de 1954 (source : <http://orleansville.free.fr/accueil.html>)



L'hôpital pour tuberculeux



La gare



LE COLLEGE MIXTE
C'était l'un des plus moderne d'Algérie. Les élèves n'étaient pas encore rentrés dedans.



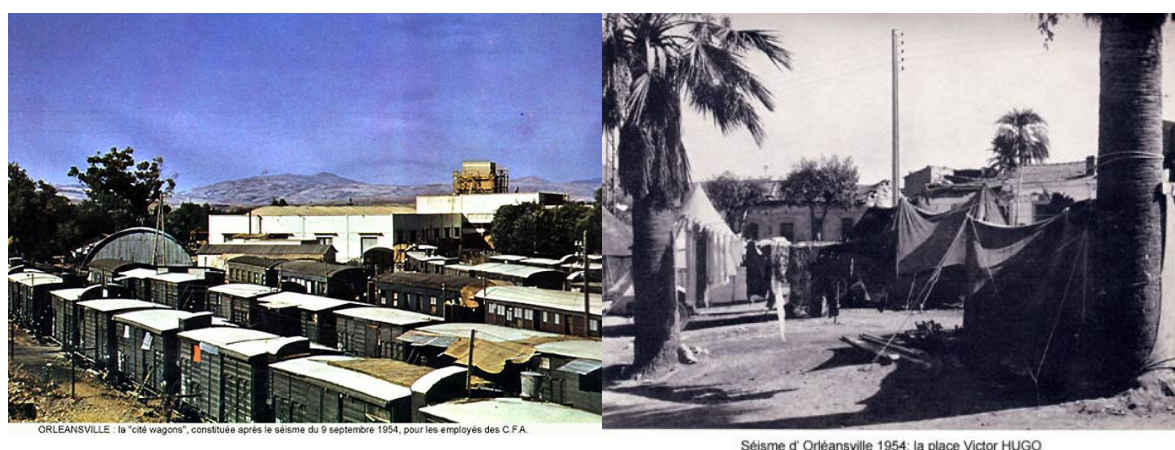
L'école technique de filles



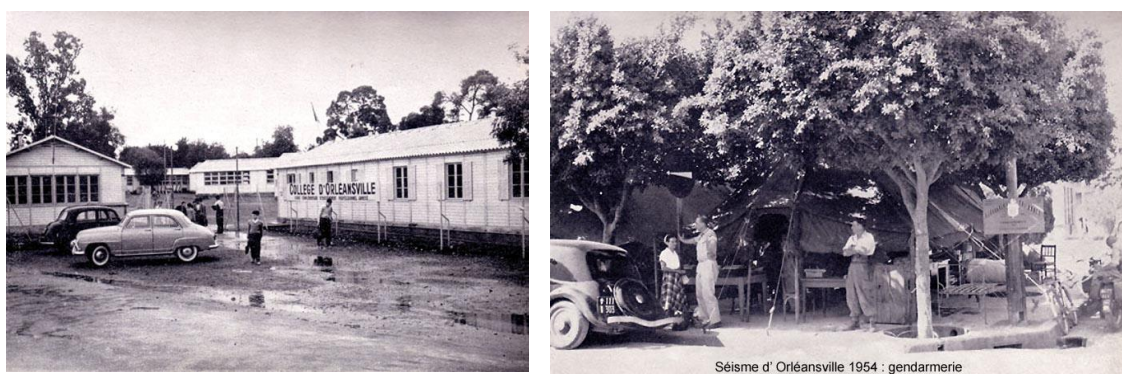
L'ÉGLISE
Ses mosaïques du IV^e siècle ont été miraculeusement préservées. C'était la plus vieille église de toute l'Algérie.

Selon les figures (25 et 26), après le choc, des villages de toile et des campements ont été installés sur des espaces libres, tels les jardins publics et les places de marché. Des wagons de trains, aussi, ont été utilisés comme lieux d'hébergement, et il a été procédé à l'installation de baraques de fortune. Tout cela, en attendant de pouvoir reloger décemment les sinistrés. La gestion post- catastrophe s'est organisée selon la démarche : secourir d'abord, soutenir et aider ensuite. Les aides aux sinistrés étaient réparties comme suit : 2 milliards de francs, 7000 tentes, et 3000 bâches de protection. A cela s'est ajouté un vaste mouvement de solidarité de la part, non seulement, des autres régions de l'Algérie, mais, d'autres pays (« Site d'Orléansville et de sa région » 1954). L'étape qui s'en est suivie, a été celle de la reconstruction de la ville selon des nouvelles normes parasismiques. En 1955, s'est imposée la nécessité de mettre en place un code pour concevoir des bâtiments plus résistants aux séismes ; des recommandations ont été faites pour calculer les structures en béton armé et métalliques, et des orientations ont été données pour renforcer les structures en maçonnerie⁹.

Figure 25: le relogement provisoire des sinistrés après le séisme de 1954 (source : <http://orleansville.free.fr/accueil.html>)



⁹ Concernant les constructions en maçonnerie selon (Bouguerba 1994) « il est fortement recommandé d'encadrer les panneaux de maçonnerie par des chaînages horizontaux et verticaux dont la distance (entre les éléments parallèles) ne sera pas normalement supérieure 5,00 mètres. En l'absence de chaînages, et si la maçonnerie assise horizontalement, on pourra dans certaines parties de la construction se contenter de prévoir des armatures de liaison dans les joints des maçonneries, à condition que ces armatures soient soigneusement ancrées dans les éléments verticaux d'ossature ou dans des murs orthogonaux. Ces armatures seront disposées dans les joints horizontaux épais (3 à 4 cm d'épaisseur), distants au plus de 50cm, leur section sera de l'ordre de 1cm² dans chaque joint. Les maçonneries devront être hourdées au mortier de ciment ; confectionné avec des sables propres et exempts d'éléments de grosseur inférieure à 0.4mm. Les matériaux de maçonnerie seront abondamment arrosés immédiatement avant mise en œuvre ».

Figure 26: les services provisoires après le séisme de 1954 (source : <http://orleansville.free.fr/accueil.html>)

Il a été notamment préconisé de réduire, autant que possible, la hauteur des bâtiments, et, plus particulièrement, de tenir compte du rapport hauteur/largeur. La principale décision, prise après 1955, a été l'élaboration d'une carte des zones sismiques pour tout le territoire de l'Algérie, qui a été divisé en deux zones, la zone A, à faible sismicité, et la zone B, à forte sismicité (figure 27). D'autre part, le code de construction a été modifié, non seulement pour l'Algérie, mais aussi pour la France. Après cette catastrophe, un autre évènement a frappé la même année la ville sinistrée, c'est les inondations, plusieurs sites de relogement provisoires ont été inondé (figure 28).

Figure 27: Les limites des zones sismiques après le séisme de 1954 recommandations parasismiques (AS55). (Source : Bouguerba 1994)

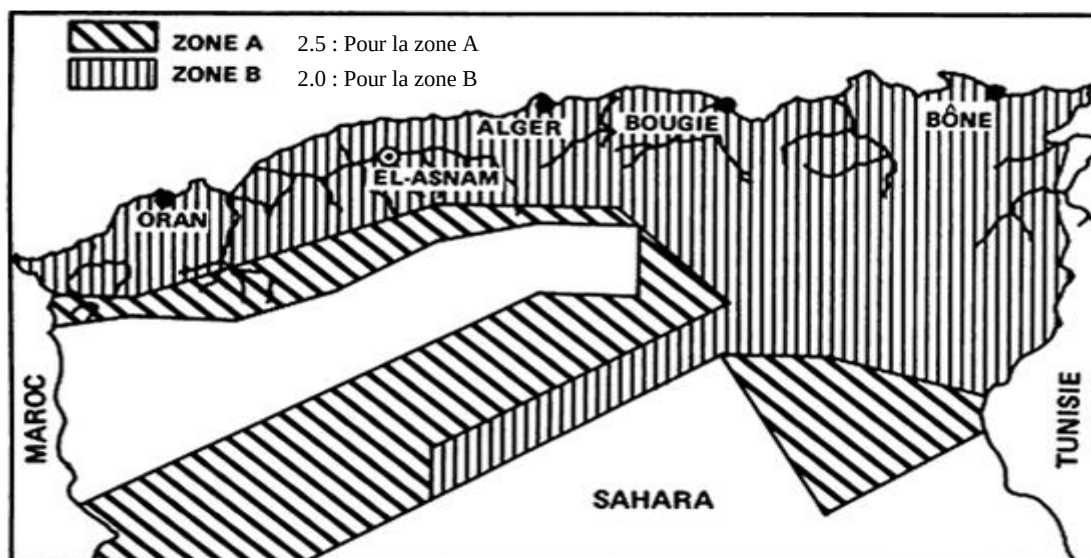


Figure 28: Un campement et une rue inondés après le séisme de 1954 (source : <http://orleansville.free.fr/accueil.html>)



Un campement inondé

Les différentes catastrophes sismiques qui se sont produites entre 1359 et 1954, ont été violentes et imprévisibles pour les sociétés de leur époque. Les villages et les centres urbains ont subi d'énormes dégâts matériels et humains, du fait du type de construction qui y prédominait, et les types de structures utilisées. Durant cette époque, la priorité est donnée à la gestion post-désastre et la reconstruction des villes avec des matériaux et des techniques de constructions nouvelles, les causes de ces catastrophes sont attribuées à ces événements naturels extrêmes. Une conscience est née chez les géographes français pour étudier ces phénomènes naturels.

1.5.3. De 1980 à 2002, un bâti vulnérable et une prise de conscience de la gestion de catastrophe.

Améliorer le bâti ne suffit pas. Il faut aussi s'intéresser aux aspects sociaux, et d'organisation des moyens de l'Etat. En 1980, première catastrophe sismique que l'Algérie connaît après son indépendance, c'était une calamité, un plan national de prévention des catastrophes, et d'organisation des interventions et secours a été adopté, on a changé même le nom de la ville d'El Asnam à Chlef. D'après Dauphiné et Provitolo (2013), les collectivités voulaient oublier le danger et les anciens malheurs. Or, la région est un territoire où se succèdent les catastrophes, séismes de 1954 et 1980. Cette catastrophe était marquée par une solidarité internationale et scientifique. En 2001, les inondations de Bab El oued à Alger ont fait plusieurs morts et disparus, suite à cette catastrophe, un arsenal réglementaire est promulgué et pour la première fois l'assurance contre les catastrophes naturelles est devenue obligatoire. Plusieurs instruments d'urbanisme sont révisés pour revoir les zones à risque et des plans de servitudes et des cartes des risques sont exigées dans les différents documents de gestion urbaine. Améliorer le bâti ne suffit pas, il faut aussi s'intéresser aux aspects sociaux, et organisation des moyens de l'Etat.

1.5.3.1. Le séisme d'El Asnam en 1980

Le 10 octobre 1980, un séisme de magnitude 7.6 a frappé Chlef. À l'indépendance, la ville d'Orléansville fut rebaptisée El Asnam et, après ce nouveau séisme, elle prit le nom de Chlef, (les habitants pensant que le mot Asnam (الصنم), « les ruines » portait malheur). Ce n'était pas le premier évènement sismique, car, comme nous l'avons évoqué plus haut (p. 50), la région, de ce qui s'appelait alors Orléansville, avait déjà connu le même phénomène. Les chiffres en termes de pertes humaine demeurent contradictoires d'un rapport à un autre. D'après Ambraseys (1981), ce deuxième évènement, en l'espace de 26 ans, qu'il qualifie de calamité, a fait environ 2500 morts, plus de 7000 blessés, 300000 sans-abri, et a détruit 25000 maisons. Vitelmo et Hareh (1983), de leur côté ont estimé les pertes en vies humaines entre 5 000 et 20 000 victimes. L'intensité du séisme a été telle, qu'il a été ressenti dans un rayon d'environ 360 kilomètres, jusqu'en Espagne, et a été suivi d'une réplique très importante de $M_s = 6,1$, et il a même causé un tsunami, selon Ambraseys (1981). Comme ce fut, déjà, le cas en 1954, toutes les activités dans la ville ont été interrompues, car la plupart des bâtiments stratégiques (hôpitaux, écoles, casernes de pompiers et de police, bâtiments administratifs) et non stratégiques (petits commerces et bâtiments résidentiels), n'ont pas résisté aux deux chocs sismiques. Donc cela remet en cause les mesures parasismiques de la reconstruction post-1954. Les dommages recensés étaient, majoritairement, d'ordres structurels, nécessitant une démolition des bâtisses en question (figure 29). Face à cette situation, et à l'inexistence d'un plan d'urgence en cas de tremblement de terre, une gestion post-catastrophe a été organisée à travers la mise en place de différentes actions de sauvetage, de soins et de secours avec une rapidité surprenante, notamment grâce à l'intervention de l'Armée nationale populaire (ANP)¹⁰, (Vitelmo et Hareh 1983).

¹⁰ Les efforts dévoués des individus et des organisations étaient clairement évidents dans le cadre de l'El-Asnam. Les victimes ont elles-mêmes pris en charge les premiers secours avec les outils disponibles. L'armée a géré la situation d'urgence avec efficacité et fermeté. La wilaya d'El-Asnam a été immédiatement fermée aux véhicules non urgents. Sans l'autorisation expresse de l'armée ou du gouvernement, personne n'était autorisé à entrer à El-Asnam. Toute la population civile a été évacuée de la ville, et des ordres ont été donnés de tirer sur les pillers. Trois jours après le tremblement de terre, le Shah est arrivé à El-Asnam et a constaté que les équipes de secours d'urgence, les équipes médicales et les militaires travaillaient déjà efficacement et maîtrisaient la situation. L'armée a effectué une reconnaissance aérienne des environs ; a participé aux opérations de nettoyage et de sauvetage, et a ensuite organisé l'évacuation des blessés ; et a mis en place un système de réception et de distribution, un hôpital militaire et des villes de tentes pour abriter les sans-abri. Parallèlement aux efforts de sauvetage, du personnel médical et paramédical national et international était présent. Une collecte de sang a été organisée le premier jour. Le deuxième jour, des équipes étrangères avec du personnel médical et paramédical et un équipement sonar spécialisé est arrivé sur les lieux pour aider à localiser et à sauver les victimes enterrées vivantes. Le 14 octobre, le 4ème jour après le choc principal, Le Monde a signalé la présence de plusieurs dizaines d'équipes médicales. Les blessés ont été transportés en ambulance ou en hélicoptère jusqu'aux hôpitaux les plus proches - hôpitaux de campagne ainsi que les hôpitaux d'Alger et d'Oran, parce que le seul grand hôpital d'El-Asnam avait été détruit par le tremblement de terre. L'activité de sauvetage s'est poursuivie jour et nuit. Le cinquième jour après la catastrophe, la principale période d'urgence médicale était passé, et les secours d'urgence les hôpitaux se sont concentrés vers la fourniture de soins médicaux de routine. Les données concernant la géologie locale étaient insuffisantes pour justifier une réponse définitive. El-Asnam est construit sur des alluvions, coupés par l'Oued Cheliff, et des dépôts récents de sable meuble. Il y a plusieurs terrasses ; à l'exception d'une partie de la terrasse inférieure, la ville est construite sur un sol suffisamment ferme pour y fonder des bâtiments. En outre, la topographie du site ne présente pas de problèmes sérieux puisque les pentes sont faibles.

La phase de reconstruction s'est avérée problématique; en effet, la question s'est posée de savoir s'il était souhaitable de reconstruire la ville d'El-Asnam sur le même site, alors qu'elle avait été dévastée deux fois en 26 ans. Et, dans l'affirmative, l'autre question était de savoir, comment reconstruire pour éviter de nouvelles dévastations. Et le choix a été fait de rebâtir la ville au même endroit, mais selon de nouvelles normes parasismique.

Figure 29: L'effet du séisme sur les bâtiments structuraux , les ponts, les écoles, la polyclinique)
(Sources: NOAA et (« Site d'Orléansville et de sa région » 1954)



1.5.3.2. La phase après la catastrophe : reconstruction et la mise en place d'un cadre réglementaire pour se préparer à de futures catastrophes.

D'après Vitelmo et Hareh (1983), au bout de deux ans, la vie, dans la région d'EI-Asnam et de ses environs est lentement revenue à la normale, du point de vue social et économique. Le processus de reconstruction des bâtiments endommagés et effondrés n'était pas encore achevé. Un nouveau code était en cours d'élaboration par l'Organisme National de Contrôle technique de la construction (CTC) pour servir de base à la réparation des structures endommagées. La majorité de la population vivait encore dans des logements préfabriqués et temporaires. Des appels d'offres internationaux ont été lancés en mai 1982 pour la réalisation d'études de microzonage pour la région de Chlef pour établir :

Un modèle d'aléa sismique de la région de Chlef ;

Une carte de micro zonage sismique des sites urbains dans la région de Chlef ;

Des codes et règlements relatifs à l'utilisation des sols à l'usage des concepteurs de bâtiments, des entrepreneurs et les planificateurs de l'aménagement du territoire.

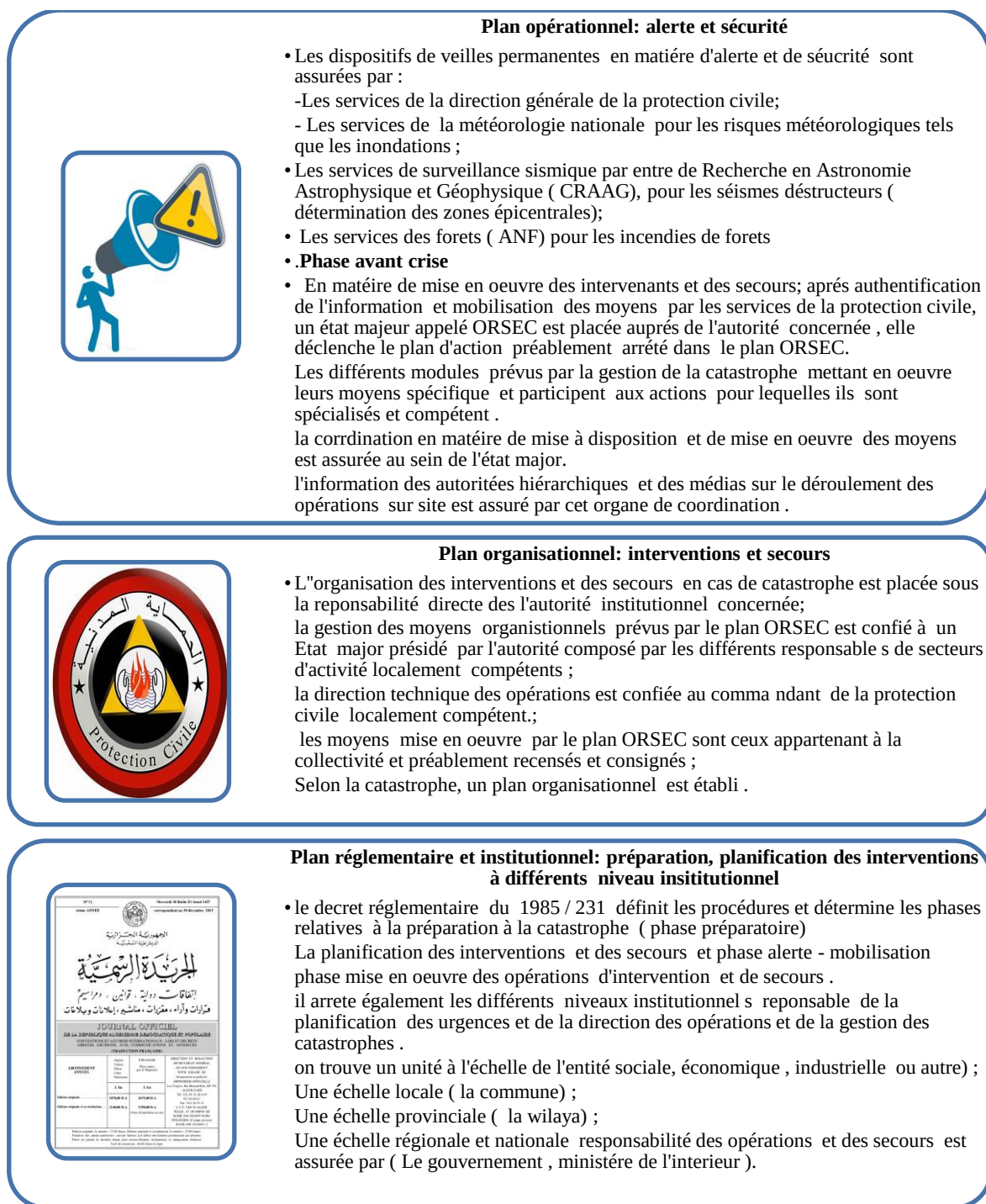
En mai 1982, 90 instruments de mouvement à Kinematics, ont été installés dans la région de Chlef. Le lac, créé par le tremblement de terre a été asséché, et les activités agricoles des villages de la wilaya ont repris. Toutes les routes, ponts et autres voies de communication ont été rouvertes à la circulation. Mais le plus grand défi à relever de la part des planificateurs et des ingénieurs a été d'intégrer l'ingénierie antisismique de pointe dans la reconstruction de la ville. Plusieurs documents ont été publiés, depuis l'achèvement de la reconnaissance préliminaire qui décrit la déformation de la surface et la sismicité associées à l'événement du 10 octobre 1980.

1.5.3.3. De 1985 à 2001, les premières politiques de réduction des catastrophes naturelles

Le séisme de 1980 a fait, très vite, émerger la nécessité d'élaborer une stratégie nationale de gestion des risques de catastrophes. Un plan national de prévention des catastrophes et d'organisation des interventions et secours a été adopté. Ce plan visait la mise en place d'un programme d'actions à court, moyen et long termes jusqu'à l'année 2000. Ce dispositif d'alerte et d'organisation des interventions s'articulait en trois niveaux (figure 30) : un niveau réglementaire et institutionnel, un niveau organisationnel et un niveau opérationnel (C.N.D./I.D.N.D.R. 1993). Les bases réglementaires de ce plan ont été concrétisées par la promulgation de toute une série de textes législatifs. Dans un premier temps, en 1985, ont vu le jour les premiers deux décrets, le décret n° 85-231, portant sur la gestion de crise mise en œuvre de plans d'organisation des secours (ORSEC), et le décret n° 85-232, relatif à la prévention des risques. Ces textes ont été suivis de plusieurs autres, promulgués entre 1986 et 2002. Ainsi, un fonds de calamités naturelles et de risques technologiques majeurs a été créé, en date du 15 décembre 1990, sous le numéro 90-402, afin de financer la reconstruction des territoires touchés et d'indemniser les sinistrés. S'est ajouté, à ce dispositif, le décret exécutif n° 91-503 du 21 décembre 1991, modifié et complété en 1993, et portant sur l'organisation de l'administration centrale de la direction

générale de la protection civile , et qui avait pour but une meilleure organisation des secours et des interventions, en cas de catastrophe. Pour ce qui concerne le volet prévention des risques naturels, les autorités ont publié, en date du 21 mai 1990, une loi, portant le n° 90-29, relative à l'aménagement et l'urbanisme. Elle était destinée à réglementer l'utilisation et l'occupation des sols, et s'est accompagnée de plusieurs décrets exécutifs. C'est depuis cette date que l'Algérie dispose de deux instruments d'aménagement et d'urbanisme différenciés et complémentaires : le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (PDAU), et le plan d'occupation des sols (POS), dans lesquels la réduction du risque de catastrophes est incluse. Parallèlement à tout cet arsenal juridique, il a été procédé, d'une part, à la création, en 1987, du centre national de génie parasismique CGS, ayant pour mission la réduction du risque sismique en Algérie, et, d'autre part, à l'équipement du Centre de recherche en astronomie, astrophysique et géophysique (CRAAG) en réseau sismologique.

Figure 30 : La stratégie nationale de gestion des risques de catastrophes de 1980 à 2000. (Source textes réglementaires, conception Sehili 2022)



1.5.3.4. Culture du risque : sensibilisation du public

Après le séisme d'El Asnam en 1980 et la mise en place du décret n° 85-232 du 25 août 1985, les autorités algériennes ont prévu que chaque ministère devait mettre en œuvre, conjointement avec le ministre de l'Intérieur et des Collectivités locales et les ministres concernés, des programmes d'information et de sensibilisation sur les risques inhérents à son secteur d'activité.

1.5.3.5. En 2001, une nouvelle catastrophe vient frapper la ville d'Alger sous la forme d'inondations: un système d'alerte défaillant et une mauvaise gestion des urgences

Le 11 novembre 2001, Alger a connu un événement inattendu, des inondations et des écoulements de débris. En une journée on a enregistré 712 morts, 311 blessés, 115 disparus, plus de 10.000 sans-abris et plus de 1.500 habitations, ainsi que 24 bâtiments scolaires endommagés. Des victimes ont été retrouvées sous une couche de boue d'une épaisseur de 2,5 à 10 m, sous les débris de maisons effondrées ou touchées par la chute d'arbres et de lignes électriques. D'autres victimes sont mortes noyées dans les rues. Plus de 350 véhicules (légers et lourds) ont été retrouvés ensevelis sous la boue avec leurs passagers. Près d'un million de mètres cubes de boue ont été enlevés du centre de Bab El Oued, zone gravement atteinte, située au pied d'une colline de 306 m de hauteur. Les endroits les plus touchés ont été Bab El Oued, le Frais Vallon, le marché de Triolet et Oued Koriche. Les dommages ont été estimés à 670 millions de dollars¹¹. D'après Benouar (2004), la gestion post-catastrophe de cet événement naturel était, théoriquement, sous la responsabilité du Wali d'Alger. Malheureusement, celui-ci semble avoir eu du mal à maîtriser la situation, dépassé par le nombre élevé de victimes et l'ampleur des dégâts, malgré le déploiement massif de ressources de la Protection civile nationale, de l'armée, de la Société du Croissant-Rouge, des départements sanitaire et de l'hygiène et des forces de sécurité. C'est, surtout, un manque de coordination entre les différents intervenants qui a contribué à la confusion pendant les opérations de secours : des instructions émanant des

¹¹ De gros dégâts ont été constatés sur les routes, les maisons d'habitation, les écoles, les ports, les ponts, les véhicules et les lignes électriques. Dans les quartiers les plus gravement touchés à Alger, l'approvisionnement en eau, en électricité et en gaz était interrompu. Beaucoup de gens étaient également emportés par le courant dans les rues inondées transformées en véritables fleuves. A Bab El Oued, 61,5 % des habitations évaluées par les experts étaient endommagées. Bab El Oued était en fait le district le plus gravement touché au point de vue dégâts. Ceci s'explique par la densité de l'habitat (souvent délabré) et sa position géographique. Les unités d'habitation classées "Vert" de niveau 1 (aucunement endommagée) par l'évaluation des experts ont constitué environ 7 % du total (65 unités sur 896). Vu que le nombre d'unités d'habitation "Vert 1" était négligeable et n'avait aucune incidence sur les résultats de l'évaluation, celle-ci a porté surtout sur les unités d'habitation endommagées, notamment celles classées "Vert 2", "Orange" et "Rouge". Dans le district de Bab El Oued donc, près d'une unité sur 5 (18,9 %), dans les blocs d'appartements, était endommagée. 543 unités d'habitation étaient également détruites, ce qui est comparable au nombre d'unités "légèrement endommagées". Pour ce qui est de la catégorie "Rouge", leur nombre, dans le seul district de Bab El Oued, était égal au total de ceux de tous les autres districts gravement touchés. Les habitations classées "Orange" dans le district de Bab El Oued s'élevaient à 57,8 % (1.531 unités) alors que dans les autres districts touchés, leur total n'atteignait pas 10 % des blocs d'appartements (sauf dans le district de Rais Hamidou où il a atteint 10,7 %). Il ressort des statistiques disponibles que le nombre d'habitations "Dures" classées "Rouge" à Bab El Oued était au nombre de 542, contre 193 dans les 5 autres districts touchés. Inversement, toutes les habitations "Précaires" classées "Rouge" se trouvaient dans ces 5 districts. Les premières estimations du montant des dégâts pour la ville d'Alger donnent un chiffre de quelques 50 milliards de dinars algériens (0,67 milliard de dollars US).

différents décideurs ont mené à des actions contradictoires. À partir de l'après-midi du 10 novembre, plus de 2.000 hommes, équipés de véhicules lourds et de l'équipement nécessaire ont été mobilisés, pour dégager les débris obstruant les rues, et rétablir la circulation. Entre-temps, 30 bâtiments scolaires ont été transformés en hébergements pour les familles s'étant retrouvées sans abri ; plus de 637 familles y ont été logées dans les communes de Bab El Oued et de Bouzareah. Les citoyens, aussi, ont apporté leur contribution durant les opérations de secours en hébergeant temporairement des sinistrés.

1.5.3.6. Les causes directes et indirectes de cette catastrophe

La première cause de cet événement est liée aux précipitations d'une ampleur exceptionnelle. Toutefois, ce ne sont pas seulement les 211 mm de précipitations observées en 36 heures (et 245 mm en 48 heures), mais les maxima d'intensité qui peuvent expliquer ce qui s'est passé. Et à ces maxima (jamais observés depuis 1935 selon l'Office National de la Météorologie (ONM 2001), s'est ajoutée l'inexistence de systèmes d'alerte précoce, fait attesté par le nombre de victimes (Benouar 2004). En effet, la plupart de celles-ci n'étaient pas des résidents des zones touchées. Un grand nombre de ces victimes étaient de passage pour se rendre au travail ou à l'école. Et il est évident que si avait été un système d'alerte en place, il aurait été certainement possible de réduire considérablement le nombre de victimes. Mais d'après le plan national de prévention des catastrophes et d'organisation des interventions et secours, les dispositifs de veilles permanentes en matière d'alerte et de sécurité sont assurés par les services de la Direction générale de la Protection civile et les services de la Météorologie nationale pour les risques météorologiques tels que les inondations. Le système d'alerte existait à Alger, mais il n'a pas été lancé.

1.5.4. De 2003 à 2019, une amélioration de la gestion de la catastrophe et une prise de conscience du risque naturel.

Malgré les moyens mis en place pour gérer et prévenir les risques et les crises, la catastrophe de 2003 a démontré la nécessité, le besoin de prendre et de prévenir la crise et évaluer les enjeux stratégiques, régionaux et locaux face aux séismes. L'aide internationale était présente comme en 1980, une nouvelle réglementation de gestion de crise et des risques naturels est édictée. Les inondations de Ghardaia en 2008 ont faits 80 morts, une autre crise, c'est la prise de conscience de la nécessité des études spécifiques pour gérer les risques à l'échelle locale. La décennie de 2008 à 2018 a connu plusieurs événements naturels (inondations) avec beaucoup de dommages matériels, ni les villes du sud et ni celles des Hauts plateaux ne sont épargnées. L'inconscience des citoyens est mise en cause.

1.5.4.1. La catastrophe de 2003

Le premier choc principal d'une magnitude de 6,8 qui a duré environ 40 secondes, et les deux répliques les plus importantes, qui ont toutes deux atteint M 5,8 les 27 et 29 mai 2003, ont causé la mort de 2 278 personnes, 11450 blessés, elles ont, aussi fait 1 240 disparus et 182 000 sans-abri. En ce qui concerne les dégâts matériels, elles sont à l'origine de la destruction ou de l'endommagement d'au moins 200000 logements et d'environ 6 000 bâtiments publics dans cinq wilayas. L'ampleur des impacts socio-économiques de cet événement a confirmé que le bâti algérien est très vulnérable à la récurrence de séismes destructeurs. Les estimations chiffrent le coût économique du séisme à 5 milliards de dollars US. La wilaya de Boumerdes, comprenant la ville côtière de Boumerdes et la partie orientale de la capitale d'Alger ont été les plus touchées par le tremblement de terre. Des dégâts ont été observés dans la plupart des villes et villages du littoral, d'Alger à Dellys sur une zone d'environ 150 km de long et 40 km de large. Dans la région de Zemmouri, plusieurs phénomènes ont été rapportés, tels une liquéfaction généralisée des sols, des chutes de pierres, des glissements de terrain, des fissuration du sol et une propagation latérale. Le tremblement de terre a déclenché un tsunami, qui a été observé sur la côte sud des Baléares, et il a été signalé un retrait des eaux de mer, d'environ 200 mètres, dans les zones côtières d'Alger et de Boumerdes, phénomène observé, notamment par des pêcheurs du port de Zemmouri-El-Bahri, dans la région épicerale, qui ont rapporté que la profondeur de l'eau dans le port a chuté à moins d'un mètre, et que plusieurs bateaux de pêche ont touché le fond, avant que les eaux ne remontent. En ce qui concerne la mise en place des secours, les habitants ont signalé que, dans la ville la plus touchée de Boumerdes, les équipes de la Protection civile des autres wilayas ont commencé à rejoindre la zone touchée pour les opérations de recherche et de sauvetage 6 heures après le tremblement de terre. En attendant l'arrivée des secours, les premières recherches de victimes et leur extraction de dessous les décombres ont, d'abord, été effectuées par la population locale. Le Croissant-Rouge algérien, soutenu par plusieurs organisations internationales d'aide humanitaire, a commencé à fournir des secours aux victimes, en mettant à leur disposition de la nourriture, de l'eau, en plus des soins de santé aux victimes, environ 12 heures après le tremblement de terre. Dans les 24 heures qui ont suivi, plusieurs pays ont envoyé des équipes de secours et de premiers soins qui se sont jointes aux opérations de recherche de survivants. La Protection civile, le Croissant-Rouge algérien, l'armée et des Organisations non gouvernementales (ONG) étrangères ont commencé à établir des "camps de tentes" officiels, environ une semaine après le séisme. Mais, au début, les sinistrés ont refusé de s'y installer. Les familles ont préféré rester dans des abris de fortune, à proximité de leurs habitations, par crainte des pillards. Elles ont préféré rester dans leur quartier, également, pour se soutenir mutuellement. Cependant, les sinistrés se sont, petit à petit, déplacés vers les camps spécialement aménagés, où les conditions étaient meilleures. Les écoles et les établissements d'enseignement ont été fermés dans la wilaya de Boumerdes et dans la partie est de la wilaya d'Alger, ainsi que dans des localités de l'ouest de la wilaya de Tizi-

Ouzou. L'université des Sciences et de la Technologie d'Alger, la plus grande université du pays, située dans la commune de Bab-Ezzouar à l'est d'Alger a, également, été temporairement fermée pour des raisons de sécurité, d'évaluation des dégâts et de réparation (Benouar, 2009).

1.5.4.2. L'impact des différentes catastrophes sur la politique de réduction des risques de catastrophe.

L'impact de cette catastrophe sur la politique de gestion des risques naturels et des catastrophes a été immédiat. Un dispositif législatif et réglementaire a été élaboré pour développer les capacités à faire face. Ce dispositif comprend, notamment, la loi 03-12 sur l'obligation d'assurance contre les catastrophes naturelles¹² (CATNAT), une nouvelle version du code parasismique (RPA 99) révisé en 2003. La révision de la loi 90/29 relative à l'aménagement et l'urbanisme par la loi 04-05 du 14 août 2004, la promulgation de la première loi 04-20 du 29 décembre 2004, relative à la prévention des risques majeurs et à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable, cette dernière est fondée sur des règles et des prescriptions générales applicables à tous les risques majeurs, sur des prescriptions particulières à chaque risque, sur des dispositifs de sécurisation stratégique et sur des dispositifs complémentaires de prévention. L'un des objectifs de ce système de prévention des risques majeurs et de gestion des catastrophes réside dans le principe de participation, c'est-à-dire que le citoyen a le droit d'accéder aux informations concernant les aléas auxquels il est confronté, aussi bien qu'aux facteurs de vulnérabilité¹³. Pour les secours et la prévention des risques, l'article 73 de la loi 04-20 du 25 décembre 2004, a édicté « un ensemble des plans généraux de prévention des risques majeurs, des plans ORSEC et des plans particuliers d'intervention doivent, tant pour les systèmes de veille, les systèmes d'alerte et/ou de pré-alerte que pour les mécanismes de prévention ou de gestion des catastrophes, préciser chaque intervenant, les missions et les responsabilités qui lui sont conférées ». Pour mieux maîtriser la gestion des catastrophes, en 2019, un nouveau décret exécutif est décrété en application des orientations de la loi 04-20¹⁴ sous le numéro 19-59 fixant les modalités d'élaboration et de gestion des plans d'organisation des secours à différentes échelles et spécifiquement à l'échelle locale (commune) et site sensible. Et c'est la première fois que la notion de catastrophe est définie comme une « Perturbation grave du fonctionnement d'une communauté par suite d'évènements dangereux pouvant provoquer des dommages importants aux plans humain, social, économique ou environnemental ».

¹² L'ordonnance n°03-12 du 26 août 2003 relative à l'obligation d'assurance contre les catastrophes naturelles et à l'indemnisation des victimes.

¹³ Cette loi prévoyait 30 textes d'application, seulement 04 décrets exécutifs avaient été promulgués, 26 textes d'application n'ayant pas vu le jour en raison de l'absence de détermination des délais d'exécution, des responsabilités et des parties concernées.

¹⁴ Journal officiel de la république algérienne n° 10 du 10/02/2019.

1.5.4.3. Les inondations de 2008 à Ghardaia

Comme le révèlent Boulaghmen et Benouar (2019), dans la nuit du 29 au 30 septembre 2008, entre 3h et 4h, de fortes précipitations se sont abattues dans la région de Ghardaia. L'intensité a été estimée à 150 mm/h. Dans la matinée du 1er octobre, une augmentation continue de cette intensité, d'une valeur de 28,2 mm/h, a induit une crue soudaine et dévastatrice de l'Oued M'zab. Le bilan de ces inondations a été de 89 décès, 50 blessés, 11800 sans-abri et de nombreuses personnes portées disparues. Au total, 1400 maisons ont été inondées. Les eaux sont montées, au centre de la ville de Ghardaïa, jusqu'à une hauteur de 10 m sur une bande de 200 m de long et 250 m de large. Sur les 13 villes autour de Ghardaia, 7 ont été lourdement affectées par le débordement de l'Oued M'zab. Une inondation de cette ampleur était tout à fait inattendue, ce qui explique que la réaction des autorités locales, insuffisamment préparées face à cette crue, qualifiée de cinquantennale, a été lente. Dans les premières heures, les comités de quartiers locaux composés de citoyens bénévoles de Ghardaïa et des villes avoisinantes se sont déployés. L'état d'urgence a été déclaré, le plan ORSEC a été déclenché et une cellule de crise a été installée, immédiatement, par le ministère de l'Intérieur, pour la coordination des secours. L'armée (ANP), aussi, a été déployée avec des équipements d'observation aériens et d'intervention sous l'eau, afin de faire un état des lieux. La coordination de la situation d'urgence post-inondation a été assurée par le ministère de l'Intérieur en collaboration avec la Protection civile, le ministère de la Défense, le ministère des Transports et le ministère de la Solidarité, et des réunions de coordination des responsables avaient lieu quotidiennement afin de suivre au plus près l'évolution de la situation.

1.5.4.4. L'impact des inondations

D'après le recensement effectué par la Protection civile, une commune sur trois, en Algérie, est susceptible d'être inondée partiellement ou en totalité. Les inondations sont des événements inhabituels, qui peuvent se transformer en catastrophe selon la Direction Générale de la Protection Civile (DGPC 2017). Le tableau 9 recense les inondations majeures enregistrées en Algérie dans les cinquante dernières années.

Tableau 9: L'ampleur des inondations sur les communes touchées. (Source : www.ministereinterieur.dz)

Désignation	Date	Pertes humaines	Sinistrés	Coût des pertes
Azazga	12-10-1971	40 morts		
Tizi-Ouzou	31-03-1974	52 morts	15000	27 M DA
El Eulma	01-09-1980	44 morts		
Annaba	11-11-1982	26 morts	9500	
Jijel	20-12-1984	29 morts	11000	
Relizane	20-10-1993	23 décès	20 blessés	
Bordj Bou Arreridj	23-09-1994	16 morts		10 M da
Mascara	28-09-1994	02 décès		
Laghouat	28-10-1985	40 décès		
Alger Bab-El Oued	10-11-2001	900 décès		
Adrar	14-04-2004	03 décès	5000 sinistrés et 700 habitations détruites	
Khenchela (Babar)	14-09-2007	01 décès	31 familles sinistrées	
Ghardaia	01-10-2008	43 décès	04 disparus 86 blessés	
Bechar	08-10-2008	13 décès		
El Bayadh	01-10-2011	11 décès	01 agent de la PC	
El Tarf	22-02-2012	03 décès	Importants dégâts matériels	

Les inondations se produisent, aussi bien dans le nord, que dans le sud du pays. Selon Ziani¹⁵, la stratégie nationale de lutte contre les inondations est axée sur trois enjeux prioritaires

- 1) La mise en sécurité des populations à risque ;
- 2) la réduction des dommages et la maîtrise des coûts d'investissement et d'entretien ;
- 3) la réduction du délai de retour à la normale.

689 sites ont été identifiés à risque, un plan d'action multisectoriel est défini avec différentes actions à différents niveaux, national, régional et local pour la lutte contre les inondations.

Les actions prioritaires sont :

- 1) L'installation de systèmes efficaces et souples pour la prévision et l'alerte ;
- 2) La délimitation et la protection des domaines publics hydrauliques (DPH) et la mise en œuvre Plans de prévention des risques inondation (PPRI) pour chaque zone à risque ;
- 3) La poursuite des mesures structurelles, la réalisation des barrages écrêteurs de crues, les aménagements hydrauliques et le renforcement de l'assainissement pluvial.

¹⁵ In : www.Ministère.de.l'intérieur.gov.dz (Mme. N. Frioui-Ziani)

Cette stratégie nationale de lutte contre les inondations constitue un cadre qui affiche les priorités et oriente la politique de gestion des risques d'inondations. Une perspective de recherche est ouverte pour étudier les inondations en Algérie.

Conclusion : penser la complexité des risques en termes des trajectoires territoriales

Actuellement, le risque naturel est pensé comme une seule sphère avec plusieurs composantes (aléa, la vulnérabilité des enjeux et les capacités à faire face), agir sur l'une des composantes ne suffit pas il faut des actions sur l'ensemble. Il est global et systémique. D'après (Coeur et al. 2006) au-delà de la connaissance d'évènements anciens qui ont eu des effets souvent dramatiques pour les sociétés, l'intérêt pour les désastres passés répond à la volonté de conserver leur mémoire à des fins préventives. Le cas Algérien ne fait pas exception, depuis le temps son territoire a connu plusieurs évènements naturels ; dont quelques-uns ont été catastrophiques. Les politiques de gestion de risque et des catastrophes naturelles ont évolué selon les évènements et à chaque évènement catastrophique ont ajusté les politiques de prévention et de gestion pour se préparer pour une crise probable. Les anciennes catastrophes attestent de la permanence de causes identiques, et parfois même de propositions semblables pour écarter le danger en Algérie. Nous pensons que le risque naturel est le résultat des productions sociales et politiques qui reflètent les rapports que les sociétés entretiennent avec leur espace de vie et leur environnement biophysique (Metzger et Reghezza-Zitt, 2019). Le territoire de la région de Boumerdes a été durement touché par le séisme de 2003 (AFPS 2003 et CGS 2004), à travers ce territoire objet d'étude et outil d'analyse, nous allons voir comment les composantes sociales et biophysiques sont sans cesse en interactions et comment elles ont construit le risque à Boumerdes à travers les dimensions temporelles et spatiales de l'évènement sismique de 2003.

Chapitre 2

Boumerdes, un territoire vulnérable au risque sismique

Introduction

L'Algérie a connu plusieurs catastrophes naturelles, la plus récente est la catastrophe sismique de 2003 qui a affecté les territoires de nombreuses villes comme Alger, Boumerdes, et Dellys. D'après Edwards (2004), la catastrophe du séisme de 2003 a causé la mort d'environ 2266 personnes, en plus des 10261 blessés et 200000 sans-abri recensés. L'effet de cette catastrophe sur les enjeux est capital pour comprendre les dégâts sur un territoire donné. Avant le séisme du 21 mai 2003 des enjeux vulnérables existaient à Boumerdes et qui n'étaient pas identifiés ou connus, et la catastrophe les a révélés. Face à ces pertes et dommages, plusieurs institutions nationales et internationales et chercheurs ont tenté d'apporter des réponses à cette catastrophe. D'après Harbi et al. (2007) ; Yelles-Chaouche et al. (2006), depuis longtemps le risque d'un séisme majeur existait dans la région de Boumerdes, où avaient déjà été enregistrés plusieurs épisodes sismiques moyens ou modérés. Les bâtiments et les structures urbaines sont les premiers à réagir à une secousse tellurique, et pour comprendre les dégâts qu'elle peut causer sur un territoire urbain, il convient de s'appuyer sur les données disponibles concernant le bâti. L'aléa sismique existait à Boumerdes, comment les enjeux matériels et humains se sont-ils comportés face au tremblement de terre de 2003?. Dans ce chapitre nous allons tenter d'évaluer, à posteriori, ces vulnérabilités qui étaient ignorées, dans un premier temps, nous identifierons et quantifierons les enjeux endommagés lors du séisme, les bâtiments résidentiels sont un type de bâti caractéristique, donc estimer leur sensibilité à travers un retour d'expérience sur le séisme de 2003 et son impact sur ces bâtiments va nous apporter des réponses sur la façon dont ils ont résisté ou non à ce phénomène. Les dommages causés ont eu une influence directe sur les fonctions que ces bâtiments assurent à l'échelle du territoire et des communes de la wilaya de Boumerdes. Comment les dysfonctionnements induits par les destructions matérielles du bâti ont-ils affecté la population et l'organisation des différentes activités au sein de la société après la catastrophe ? Les enjeux vulnérables vont être hiérarchisés et classés par commune. L'exploitation des données collectées sur les bâtiments expertisés après la catastrophe va nous permettre de déterminer pourquoi ces bâtiments réagissent différemment, selon les épisodes sismiques. D'autre part, la vulnérabilité physique des bâtiments influence leurs utilisateurs, également, au niveau individuel. Ainsi, dans le cas des bâtiments résidentiels, les habitants sont directement touchés pendant et après un séisme. C'est pour cela, que nous allons, dans un second temps, évaluer la vulnérabilité humaine au niveau de chaque commune, à travers l'analyse des facteurs humains, puis sociaux, afin d'estimer la vulnérabilité sociale des populations avant le séisme de 2003, et de comprendre comment les enjeux matériels et humains ont contribué à la vulnérabilité globale des communes, et, donc, à la construction du risque sismique global.

2.1. Boumerdes, une région historiquement sismique

Le risque est une éventualité, un dommage potentiel lié à l'occurrence d'un événement naturel. Selon Revet (2003), l'un des facteurs du risque naturel est le danger ou l'aléa naturel. Cet aléa se définit, notamment, par une probabilité d'occurrence. Cette probabilité dépendant directement de l'histoire des événements passés, il nous semble utile de revenir sur les séismes antérieurs, après avoir brièvement présenté la région de Boumerdes. Boumerdes, est un territoire côtier du centre de l'Algérie, il s'étend sur une superficie de 1456,16 km² avec une façade littorale de 100 km, (figure 31). Il s'étend du cap de Boudouaou El Bahri à l'est d'Alger jusqu'à la limite de la commune d'Afir à l'ouest de la wilaya de Tizi-ouzou.

Figure 31: Situation géographique de la wilaya de Boumerdes . (Source : qgis, modifiée par Sehili 2022)



Son milieu naturel et physique est varié, on trouve y des ensembles géomorphologiques riches et diversifiés (figures 32 et 33), cette région est originale en ce sens qu'elle présente plusieurs types de reliefs : au nord, le littoral méditerranéen qui s'étend de Boudouaou El Bahri à Cap Djinet ; au sud, les contreforts de l'Atlas blidéen et le plateau de Bouira où se trouve le point le plus haut de la région qui se situe à Ammal et culmine à 1031m ; à l'ouest, la wilaya est bordée par la plaine de la Mitidja et à l'est, par le massif de la Haute Kabylie. Ces ensembles morphologiques et structuraux résultent d'une évolution tectonique complexe - la convergence des deux grandes plaques continentales de l'Afrique et de l'Eurasie, la région de Boumerdes est située dans la partie septentrionale de l'Atlas tellien. Cet ensemble se rattache au grand système alpin méditerranéen, où l'on relève une prédominance de roches facilement érodables¹⁶.

¹⁶Nous avons exploité les données du rapport établi les services de la Protection civile de la wilaya de Boumerdes 2003

Figure 32 : Le relief de la région de Boumerdes. (Source : Rapport de la Protection civile, 2003)

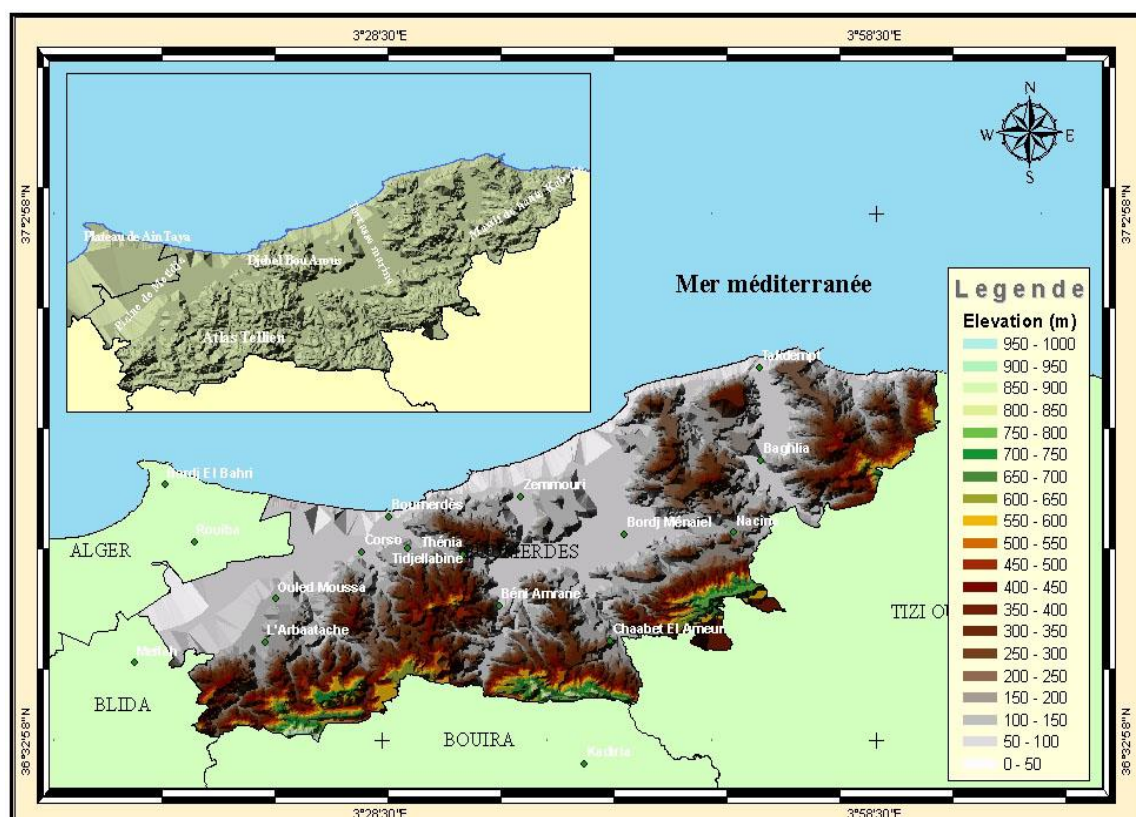
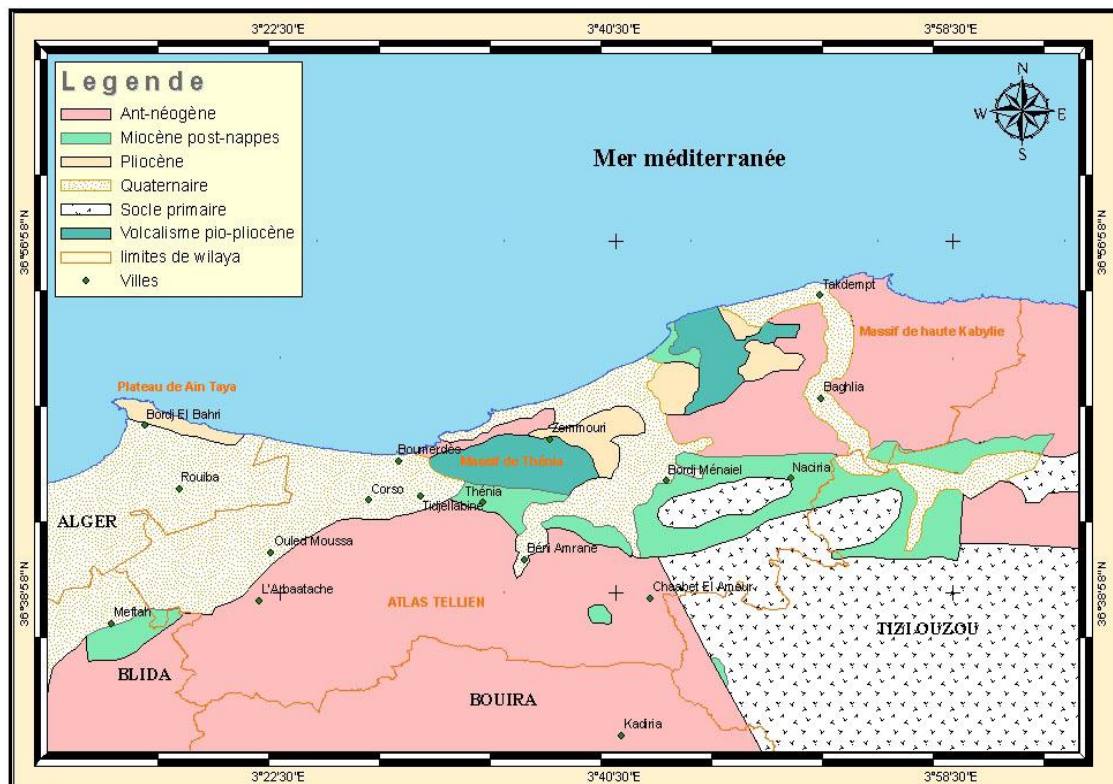


Figure 33: Géologie de la région de Boumerdes. (Source : Rapport de la Protection civile, 2003)



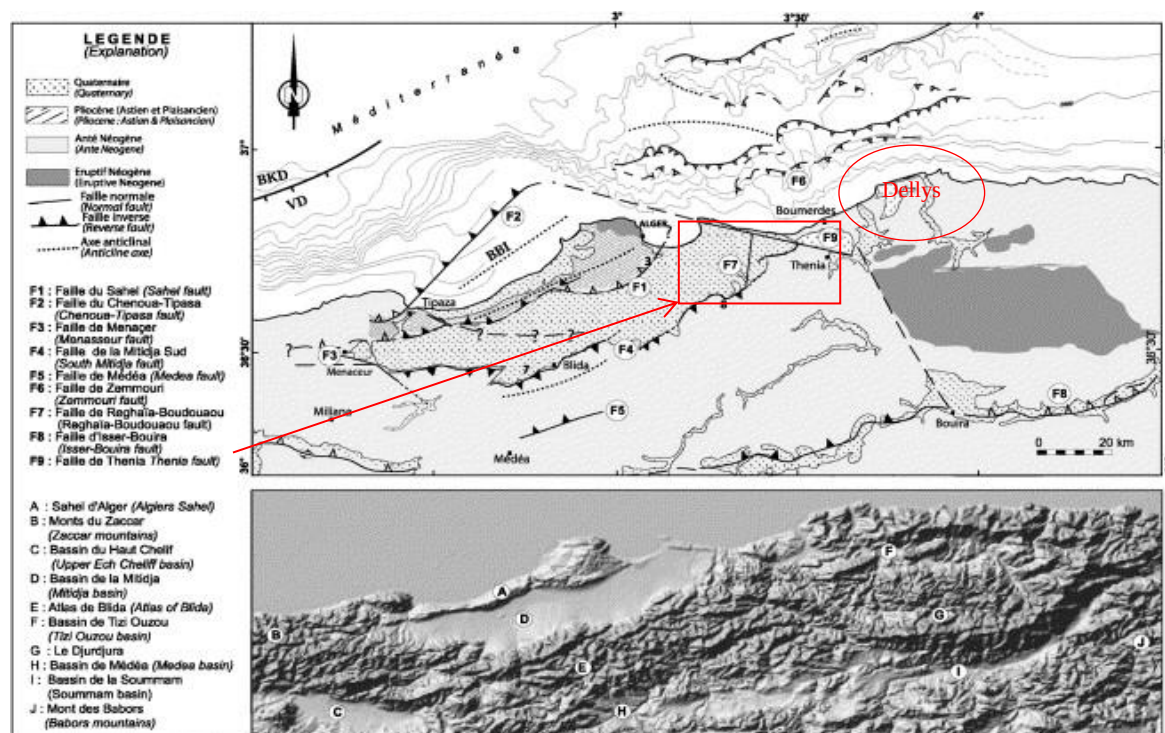
D'après Meghraoui (1988), les déformations quaternaires dans l'Atlas tellien indiquent l'existence de pli-failles sur une bande étroite de direction est-ouest. Selon le même auteur, l'imbrication des failles inverses et les plis associés déversés vers le sud-est résultent d'une déformation compressive liée aux deux grandes plaques – africaine et eurasiennne. Yelles-Chaouche et al. (2006), ont étudié les seuls évènements marquants ayant fait l'objet d'une enquête macrosismique, qui se sont produits dans la région (tableau 10).

Tableau 10 : Les séismes moyens et modérés à Boumerdes de 1953 à 1987. (Sources : Les données du rapport de la Protection civile de wilaya de Boumerdes, 2003 et Yelles-Chaouche et al., 2006)

Séisme	Lieu d'observation	Date et heure	Intensité(MSK°)	Épicentre macro Coordonnées
Thénia Boudouaou	Boudouaou Thénia	01 mars 1953 à 04h 32m GMT	Io= IV-V	36.80N; 03.40E
Baie d'Alger	Alger	23 janvier 1961 à 14h 59mn12s GMT	Io = V	36.80°N, 03.10°E
Dar el Beïda	Rouiba, Ain Taya, Bordj el Bahri	25 Avril 1972 à 02h14mn GMT	Io= III	36.75N; 03.23°E
Thénia Isser	Isser	23 mai 1982 à 02h14mn GMT	Io: VI-VII	36.69°N; 03.70°E
Thénia	Thénia, Si Mustapha Bordj Ménaïl	16 septembre 1987 22h 00mn 46s GMT	Io= VI M= 5.2	36.69°N;03.50°E

Ainsi, par le passé, la région de Boumerdes a connu plusieurs phénomènes sismiques modérés à faibles. Pour les chercheurs, ils étaient, surtout, dus à l'activité sismique de la faille de Thénia, puisqu' au cours de l'histoire, cette région a été touchée par trois évènements importants et de forte intensité : le séisme du 02 janvier 1365, d'une intensité de X qui aurait détruit Alger et généré un petit tsunami, celui du 03 février 1716, d'une intensité de X, suite auquel, aussi, Alger aurait été dévastée, et celui du 29 octobre 1989, d'une magnitude 6.0 qui a touché la région de Tipasa. La faille de Thénia est représentée en F9 (figure 34).

Figure 34: Les principales failles actives (Source : Yelles-Chaouche et al., 2006, modifié par Sehili 2022)



Ces trois événements, identifiés et étudiés par les chercheurs Ayadi et al.(2007) et Yelles-Chaouche et al. (2006), donnaient à penser que la probabilité de survenue d'un séisme important existait bel et bien, lorsque s'est produite la catastrophe du 21 mai 2003. Ce jour-là, la région a été touchée par un séisme qui s'est produit à 19H 44mn 36s (18h44 Greenwich Mean Time, GMT), et dont l'épicentre se situait plus en mer, à environ sept kilomètres au nord de la localité de Zemmouri. Ses coordonnées sont $36^{\circ}.91N$ et $3^{\circ}.58E$, et son foyer a été localisé à dix (10) kilomètres de profondeur¹⁷. Quant aux données évaluant sa magnitude, elles varient selon les centres de surveillance sismologique au niveau mondial. En ce qui nous concerne, nous avons retenu la magnitude estimée par le Centre national de recherche en astronomie astrophysique et géophysique (CRAAG) qui est de 6,8 sur l'échelle ouverte de Richter (tableau 11).

¹⁷ Sources: les rapports des missions de l'Association française de génie parasismique AFPS 2003, du Centre national de recherche appliquée en génie-parasismique CGS 2003 et celui de la Protection civile de la wilaya de Boumerdes, 2003.

Tableau 11: Caractéristiques du séisme du 21 mai 2003 données par différentes agences.(Sources : Rapport séisme Boumerdes, 2003, AFPS, 2003)

	ETH	NEIC	CSEM	ReNaSS	CGS	CRAAG
Latitude (Nord)	37.04	36.893	36.99	36.94	36.81	36.91
Longitude (Est)	3.74	3.78	3.66	3.75	3.53	3.58
Profondeur	10	9	10	10		
Magnitude	6.78	6.7	6.6	6.7	7.0	6.8
Moment sismique N.M	$1,8 \cdot 10^{19}$	$1,3 \cdot 10^{19}$				

Cette intensité a été observée et ressentie dans les régions de Boumerdes et d'Alger, sur une zone de 150 km x 80 km, allant, principalement, de Blida à Dellys. Ce séisme a été largement ressenti dans les wilayas limitrophes de Médéa, Tipasa, Bejaïa et Bouira, et jusque dans les Iles Baléares au nord à 300 km de l'épicentre (voir figure 36 page 78). De plus, le choc principal a été suivi de centaines de répliques, la plus forte ayant atteint une magnitude de 5.8. Le séisme a eu des conséquences facilement visibles sur le terrain (figures 35 et 36). A ce propos, la question qui nous intéresse tout particulièrement, est celle du comportement du bâti face à la violence du phénomène.

Figure 35: Plage de Dellys « Lajenna » avant (le 11-03-2003), et après (le 10-06-2003) le séisme. (Source : Belazougui 2004)



Figure 36: le jeu de faille observé sur le terrain (Sources : CGS et Rapport de la Protection civile, 2003)



2.2. Identification et quantification des enjeux vulnérables

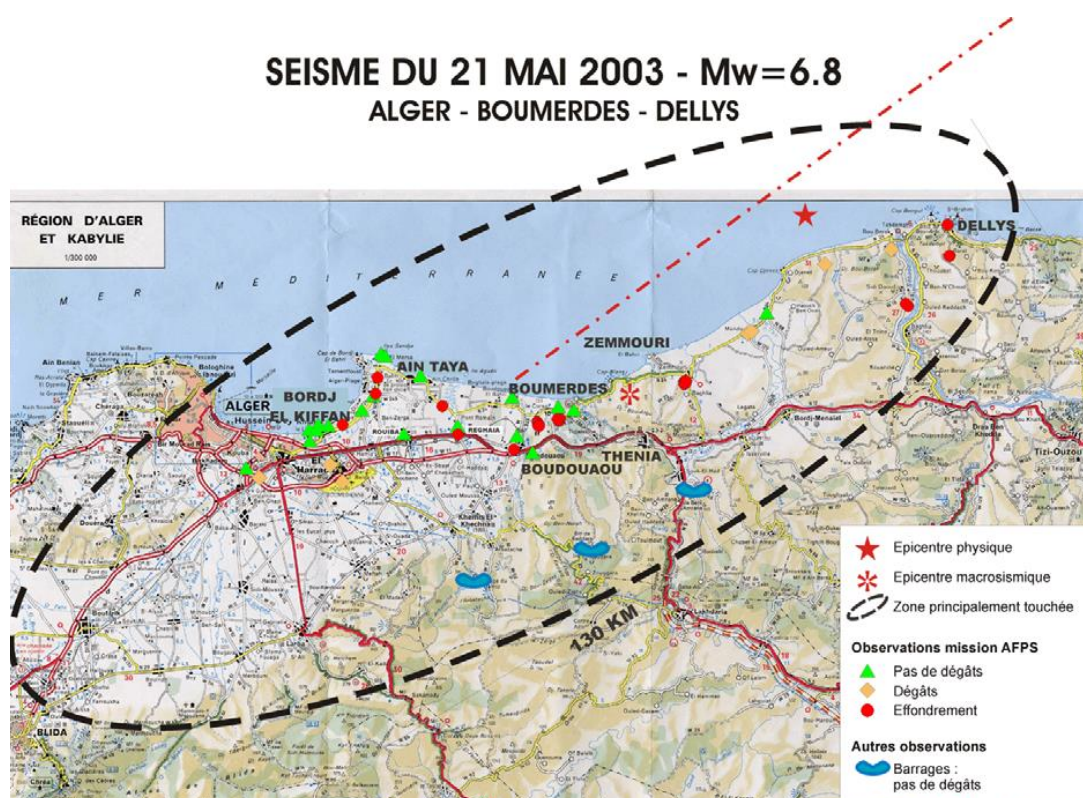
Les enjeux matériels et humains étant propres à chaque région, et l'impact des catastrophes naturelles sur les territoires n'étant pas le même, nous allons nous attacher à identifier les enjeux ignorés ou cachés qu'a révélé le séisme de 2003. Parmi les éléments exposés figurent, notamment, les enjeux matériels, qui sont de type bâtiments résidentiels, non résidentiels et les réseaux divers. Afin d'évaluer l'effet du séisme sur ces enjeux, il convient de faire un retour d'expérience après constat des dégâts engendrés sur les bâtiments et diagnostic de leurs éléments internes. Cette évaluation concernera la capacité de résistance, la sensibilité à l'aléa et la vulnérabilité des enjeux en question. Les conséquences négatives des catastrophes naturelles sur les personnes et les biens imposent une analyse détaillée du phénomène passé, de ses conséquences, des effets des mesures de prévention, de gestion de la crise et de la post-crise. Le retour d'expérience vise à tirer des enseignements pour améliorer les actions de prévention des risques naturels. L'identification et la quantification des enjeux matériels et humains, à travers les effets et l'impact que le séisme a eus sur eux, va nous permettre, également, de mettre en lumière les dysfonctionnements, ayant augmenté leur vulnérabilité.

2.3. Les effets, les conséquences du séisme sur les enjeux matériels

Avant de parler des effets du séisme de 2003 sur le territoire de la wilaya de Boumerdes, il nous faut rappeler qu'un phénomène sismique, en lui-même, n'est pas dangereux : en plein air, il nous secouera et, au pire des cas, nous fera perdre l'équilibre. Ce qui constitue le danger, ce sont les bâtiments qui s'écroulent. Dans ce cas, on estime que le séisme ne fait qu'accélérer un phénomène qui aurait eu lieu de toute façon. Après un tremblement de terre, une gestion post-catastrophe est mise en place, destinée à identifier, d'une part, les bâtiments effondrés où il y a eu des victimes, d'autre part, ceux qui ont été endommagés et qu'il faudra évacuer et diagnostiquer, et, enfin, ceux qui auront résisté et serviront d'abris pour les populations sinistrées. En général, ce sont les bâtiments les plus fragiles qui subissent le plus de dégâts. Au soir du séisme de 2003, une cellule de crise a été installée dans la wilaya de Boumerdes, et le plan ORSEC a été déclenché en accord avec le Ministre de l'Intérieur et des Collectivités locales. Ces actions ont mené à la mise en place des différents modules de gestion de crise qui avaient pour but la prise en charge de la vie humaine par le secours, le sauvetage et l'évacuation, la sécurité et l'ordre public. En plus des modules "information", "communication", "soins médicaux et hospitalisation", il a été, également, procédé à la mise sur pied du module "rétablissement d'urgence" des réseaux de communication et autres infrastructures de base ayant subi des dégâts mineurs. Un module "expertise" a eu pour tâche d'organiser les opérations d'évaluation des dommages ayant affecté le bâti de la wilaya. Les professionnels qui ont afflué de toutes les régions du pays ont été encadrés, afin de recenser les dégâts sur le bâti par niveau de dégradation, selon la méthodologie qui avait déjà été utilisée après les séismes de Chlef en 1980, Oued Djer en 1988, Tipasa en 1989, Mascara en 1994, Ain Benian en 1996, Ain Témouchent en 1999 et Beni Ourtilane en 2000. Par la suite, une opération de sensibilisation des populations à l'état du bâti a été menée, destinée, selon le cas, à les rassurer, ou, au contraire, à leur interdire l'occupation ou l'accès à certains bâtiments. Dès les premières heures de la matinée du jeudi 22 mai 2003, l'ampleur des dégâts a pu être constatée; ce qui a mené à la promulgation, le 24 mai 2003, d'un arrêté interministériel déclarant 26 communes sinistrées sur les 32 que comptait de la wilaya de Boumerdes¹⁸ (figure 37). D'autre part, un bilan a été établi, qui faisait état de 1391 décès et 3444 blessés sur l'ensemble de son territoire. Le degré d'intensité de ce tremblement de terre a été évalué à X sur l'échelle de Mercalli (voir annexe 1), ce qui correspond, selon cette échelle de mesure, à une destruction générale des bâtiments, même les plus solides. Par quoi s'explique cette ampleur des dommages sur le bâti ?

¹⁸Par arrêté interministériel du 24 Mai 2003, les communes déclarées sinistrées étaient: Boumerdes, Corso, Tidjelabine, Zemmouri, Bordj Menail, Djinet, Legata, Boudouaou, Ouled Hadjadj, Boudouaou El Bahri, Dellys, Benchhoud, Sidi Daoud, Baghlia, Thenia, Beni Amrane, Isser, Si Mustapha, Timezrit, Ouled Moussa, Hammadi, Kemis El Khechna, Naceria Et Keddara.

Figure 37: Régions touchées par le séisme du 21 mai 2003 (Source : Rapport AFPS sur le séisme de Boumerdes, 2003)



2.3.1. L'impact sur les bâtiments résidentiels

A la fin de l'année 2002¹⁹, la région de Boumerdes comptait 112 643 logements et répartis sur 32 communes pour une population de 710 024 habitants. Suite au séisme, on a enregistré 56 401 logements endommagés répartis sur l'ensemble des communes, c'est, donc, 50% des bâtiments résidentiels qui ont été endommagés. Pour ce qui de leur répartition par daïra²⁰, (tableau 12), qui montre bien que les daïras de Dellys, Boudouaou, Boumerdes et Bordj Menaiel sont celles qui ont subi le plus de pertes en terme de bâti résidentiel. L'évaluation des dégâts sur les bâtiments endommagés effectuée dans le cadre du module "expertise" a fait l'objet d'une étude statistique établie par le Centre national de recherche appliqué en génie parasismique (CGS, 2003). Ce dernier a classé les bâtiments par degrés d'endommagements (figure 38). Ces estimations en degrés de dommage sont similaires au modèle d'évaluation appelé échelle macrosismique ou EMS (annexe 2). La fiche d'évaluation du bâti était identique à celle utilisée pour le séisme de Chlef en 1980, suivant le rapport du Centre national de recherche appliquée en génie parasismique (CGS, 2003).

¹⁹ Rapport de la Protection civile de la wilaya de Boumerdes fin 2003.

²⁰ Une daïra regroupe entre 2 et 4 communes.

Tableau 12: Nombre de logements perdus par daïra (Source : Rapport de la Protection civile de la wilaya de Boumerdes, 2003)

DAIRA	NOMBRE DE LOGEMENTS PERDUS	TAUX (%)
BAGHLIA	538	5,12
NACIRIA	170	1,62
DELLYS	1 037	9,86
ISSERS	332	3,16
BOUDOUAOU	1 270	12,08
THENIA	705	6,71
KHEMIS EL KHECHNA	506	4,81
BOUMERDES	2 370	22,54
BORDJ MENAIEL	3 585	34,10
TOTAL WILAYA	10 513	100

Figure 38: Les types de degré de dommages des constructions. (Source : Belazougui et al. 2004)
Rapport des études statistiques sur les constructions endommagées après le séisme de Boumerdes du 21 mai 2003, 2004)

Degré 1	Pas de dommages A l'exception des meubles renversés et de verre brisé
Degré 2	Dommages légers : - Fissures des cloisons intérieures - Fissures des plafonds - Dommages dans les canalisations d'eau, d'électricité, lustres renversés Remarques : dommages non structurels isolés. le cas le plus défavorable est pris en considération
Degré 3	Dommages modérés : - Dommages importants pour les parties non structurales et dommages faibles pour les parties structurales. Parties non structurales : toutes les parties d'architecture et ce qui ne fait pas partie du système structural Partie structurales : système porteur (voiles, ossatures avec remplissage ou combinaison des deux) Remarques : dans le cas de rupture des vides sanitaires et si le bâtiment est descendu en s'inclinant, même si la superstructure n'a subi aucun dommage, ce dommage est classé dans la catégorie 4
Degré 4	Dommages importants : - Dommages non structuraux très importants et dommages structuraux considérables. - Fissures en X dans les voiles de contreventement, éclatement des nœuds poutres-poteaux.
Degré 5	Bâtiments à condamner ou effondrés : - Un étage a disparu - Un bâtiment a basculé - Trop de nœuds poutres-poteaux éclatés. En général, les bâtiments à condamner sont ceux qui ont subi trop de déformations ou dont la réparation coûterait aussi cher que le prix initial du bâtiment

L'analyse des données statistiques montre que la plupart du bâti résidentiel des communes a été touché à différents degrés et indices. Nous avons appliqué la formule des quartiles, afin de faire ressortir les communes les plus touchées par rapport aux résultats de l'évaluation post-sismique du bâti. On retient, ainsi, 08 communes dont le bâti n'a pas résisté à cet aléa, ces communes sont Boudouaou, Bordj Menail, Dellys, Zemmouri, Cap Djinet, Boumerdes, Beni Omrane et Tidjelabine (tableau 13). On pense que le bâti de ces communes était plus sensible, donc vulnérable, avant l'avènement du séisme du 21 mai 2003. En général, la vulnérabilité du bâti est estimée à travers la fragilité de ses éléments internes, donc de ses facteurs physiques, parmi lesquels figurent l'âge du bâti, le système constructif, la hauteur du bâtiment, ainsi que d'autres facteurs. Tous les bâtiments n'ont pas été touchés de la même manière par le séisme. Nous allons, donc, examiner les différents degrés de dommage à la lumière des critères suivants : l'âge du bâti, le nombre d'étages et la typologie du système structurel.

Tableau 13: Degré de dommage du bâti réparti sur l'ensemble des communes de la wilaya de Boumerdes.
(Source : données statistiques des constructions endommagées après le séisme du 21 mai 2003, CGS, 2003)

WILAYA	DOMMAGES	D1	D2	D3	D4	D5	TOTAL (6)	$\sum_{(7)}^{1+2+3+4+5} 6$	$\sum_{(8)}^{4+5} (4 + 5)$
	COMMUNE	1	2	3	4	5			
BOUMERDES	BOUDOUAOU	1572	2373	1309	534	767	6555	7,4	6
	BORDJ MENAIL	1163	1688	1294	893	865	5903	6,6	8
	DELLYS	1101	1326	616	506	540	4089	4,6	4,8
	ZEMMOURI	437	1070	631	419	948	3505	3,9	6,3
	CAP DJINET	452	1046	528	554	493	3073	3,5	4,8
	BOUMERDES	914	795	536	301	566	3112	3,5	4
	OULED HADDADJ	683	1305	519	313	184	3004	3,4	2,3
	KHEMIS EL KHECHNA	591	1000	690	320	190	2791	3,1	2,3
	ISSERS	643	1185	563	225	119	2735	3,1	1,6
	BENI AMRANE	293	949	461	437	165	2305	2,6	2,8
	THENIA	454	930	459	292	222	2357	2,6	2,4
	NACERIA	666	889	467	198	107	2327	2,6	1,4
	TIDJELABINE	446	858	390	208	222	2124	2,5	2,6
	BAGHLIA	443	1050	438	151	145	2227	2,5	1,4
	CORSO	508	780	387	172	331	2178	2,4	2,3
	SIDI DAOUD	486	808	394	193	263	2144	2,4	2
	LEGATA	620	535	272	179	232	1838	2,2	0,7
	AFIR	847	483	153	103	103	1689	2,1	1,9
	OULED MOUSSA	174	612	368	149	99	1402	1,9	0,9
	TAOURGA	344	348	167	89	120	1068	1,6	1,1
	HAMADI	73	384	213	113	76	859	1,5	0,6
	LARBATACHE	79	266	138	113	130	726	1,2	1
	SI MUSTAPHA	308	370	219	80	89	1066	1,2	0,8
	BOUDOUAOU EL BAHRI	54	191	130	58	87	520	1	0,9
	CHABET EL AMEUR	304	972	507	106	38	1927	0,8	0,3
	BENCHOUD	263	768	193	66	66	1356	0,8	0,2
	OULED AISSA	107	250	204	45	44	650	0,7	0,4
	SOUK EL HAD	113	173	103	64	47	500	0,6	1,1
	TIMEZRIT	35	174	58	64	40	371	0,6	0,7
	KHARROUBA	55	255	59	56	5	430	0,6	0,5
	AMMAL	127	326	143	60	12	668	0,5	0,3
	KEDDARA	220	320	168	26	7	741	0,4	0,5

2.3.1.1. Analyse des facteurs physiques des bâtiments expertisés par le CGS

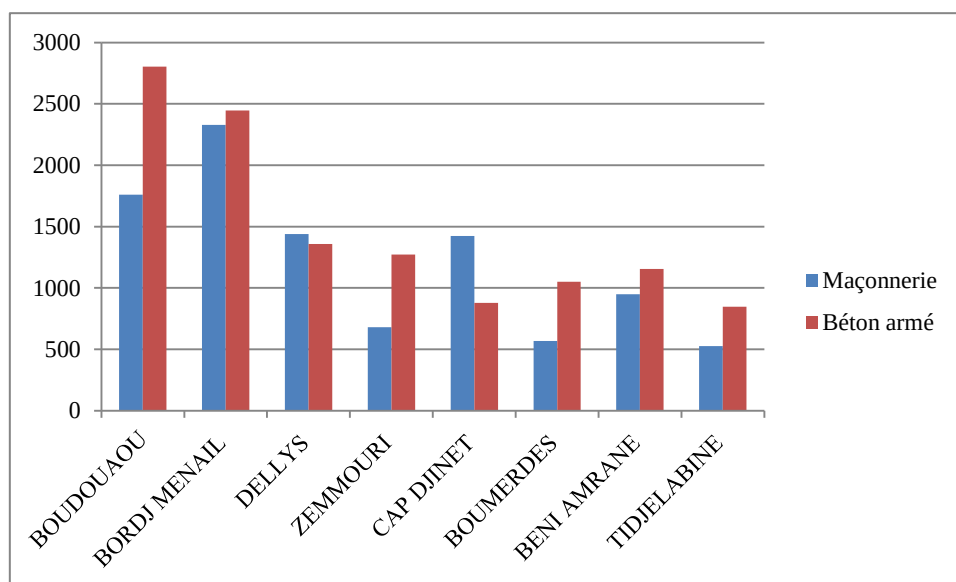
Nous avons observé des pertes importantes du bâti résidentiel, et huit communes durement touchées, ce qui laisse à penser que le bâti était fragile et vulnérable avant le séisme. Comment évaluer cette vulnérabilité et selon quels critères ? Il faut préciser, estimer ces facteurs physiques à travers l'impact qu'a eu sur eux le séisme. Pour cela, nous avons retenu les critères de cette forte sensibilité au séisme qui sont visibles et mesurables. Le premier critère est la typologie du système constructif qui est de type maçonnerie, béton armé ou structure métallique. D'après (Belazougui et al. 2004) et (Boukri et Bensaïbi 2006), chaque structure se comporte différemment d'une autre en cas de séisme. En général, la structure en béton armé y résiste mieux, si elle respecte les prescriptions et les normes techniques d'exécution, sachant que le béton armé peut présenter certains défauts cachés. Dans ce cas, s'il est secoué par un séisme, les défauts peuvent être causes de dégradations accélérées, faute de cohésion parfaite des deux matériaux qui le composent, le béton et les armatures, et la désagrégation se propage parfois jusqu'à la ruine. Par contre, lorsqu'un mur de maçonnerie est soumis aux poussées horizontales violentes d'un séisme, les lits de mortier n'arrivent pas à assurer une cohésion satisfaisante entre les blocs à maçonner qui se disloquent, même pour des déformations modérées du mur. Le mortier est, ainsi, le lieu de ruptures « fragiles ». Par ailleurs, les blocs eux-mêmes n'acceptent pratiquement pas de déformation sans rompre (ce qui n'est pas le cas du béton armé, grâce à ses armatures). Comme deuxième critère nous avons retenu l'âge des constructions, il est notoire que, plus le bâti est vétuste, plus il devient vulnérable au séisme. De plus, à travers l'âge du bâtiment on peut évaluer quelles mesures parasismiques y ont été appliquées. Ainsi, les bâtiments réalisés après 1954 étaient soumis aux règles du code parasismique de 1956, alors que pour ceux réalisés après 1980 ce sont les règles parasismiques (RPA 1999) qui ont été appliquées. Le troisième et dernier critère que nous avons jugé utile de prendre en compte, c'est le nombre d'étages. Comme on le sait, en cas de séisme, les pertes sont en général plus importantes pour une construction à plusieurs étages, alors que les bâtiments à faible hauteur résistent mieux. Des taux très importants de dommages du bâti résidentiel des communes non proches de la zone épiscopale comme Boumerdes, Dellys, Beni Amrane, Tidjelabine et Boudouaou ont été enregistrés. L'exploitation des données statistiques de l'expertise post-sismique des bâtiments endommagés suite au séisme du 21 mai 2003 va nous permettre d'apporter des réponses à ces taux importants d'endommagement.

2.3.1.2. Des facteurs physiques endommagés à différents degrés

Pour évaluer la fragilité de chaque facteur physique, nous avons estimé les degrés de dommages par commune, en exploitant les données statistiques établies par le CGS, puis un diagnostic par critère et par commune endommagée a été introduit dans un tableau Excel pour déterminer leurs vulnérabilités par endommagement. En ce qui concerne le premier critère retenu pour diagnostiquer les taux des dommages des bâtiments par

typologie du système constructif, montre bien la sensibilité de chaque système au niveau de chaque commune, où l'on a constaté que les bâtiments en béton armé ont mal résisté au séisme (figure 39).

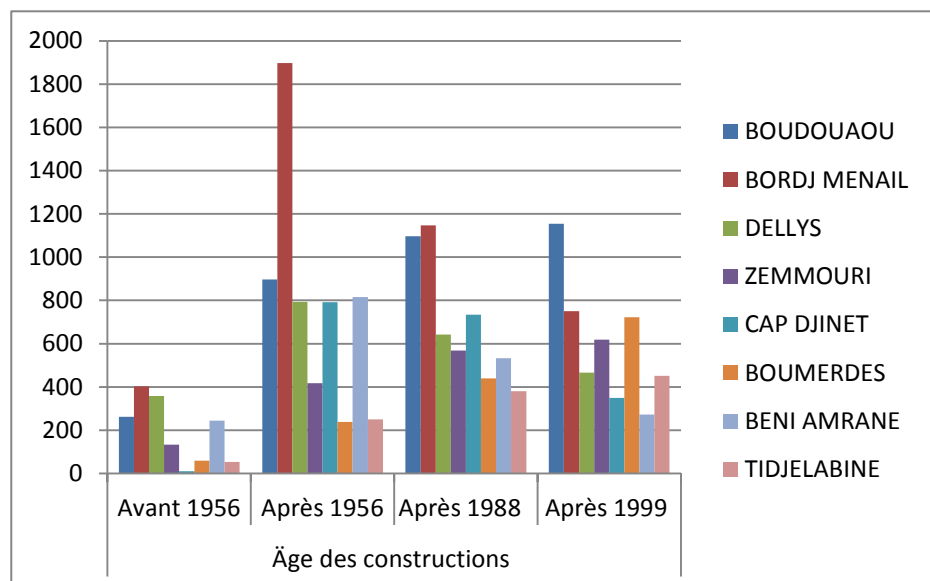
Figure 39: Valeurs des dommages par type de système constructif (Source : Belazougui et al. 2004, traitement Sehili, 2017)



Par contre, les bâtiments en maçonnerie ont moins souffert, sauf dans les communes de Dellys²¹ et Cap Djinet, où ils ont subis des dommages aux mêmes valeurs que les bâtiments en béton armé. Cela implique qu'il est nécessaire d'établir des analyses spécifiques au niveau de cette région. Et d'après des études sur le système de structure en maçonnerie, il s'avère que le mortier utilisé est vulnérable dans le cas d'un fort séisme de magnitude 6.8 sur l'échelle ouverte de Richter. (dans la chapitre 4 nous allons voir en détail ce type de structure). D'après les rapports (AFPS 2003) et (Belazougui et al. 2004), les bâtiments en béton armé ont été les plus touchés. Cela suggère que la structure s'est mal comportée pour des raisons de mise en œuvre du béton, ou à cause d'une défaillance dans la structure. C'est le critère de l'âge des constructions qui va nous permettre de confirmer cette hypothèse. Après les séismes de 1954 et de 1980 à Chlef, des codes de construction parasismique ont été mis en place, le premier en 1956, et les deux dernières « Règles parasismiques algériennes » (RPA 1988) modifiées en 1999. Les valeurs de dommage les plus importants ont été enregistrés sur les bâtiments réalisés entre 1956 et 1999 (figure 40).

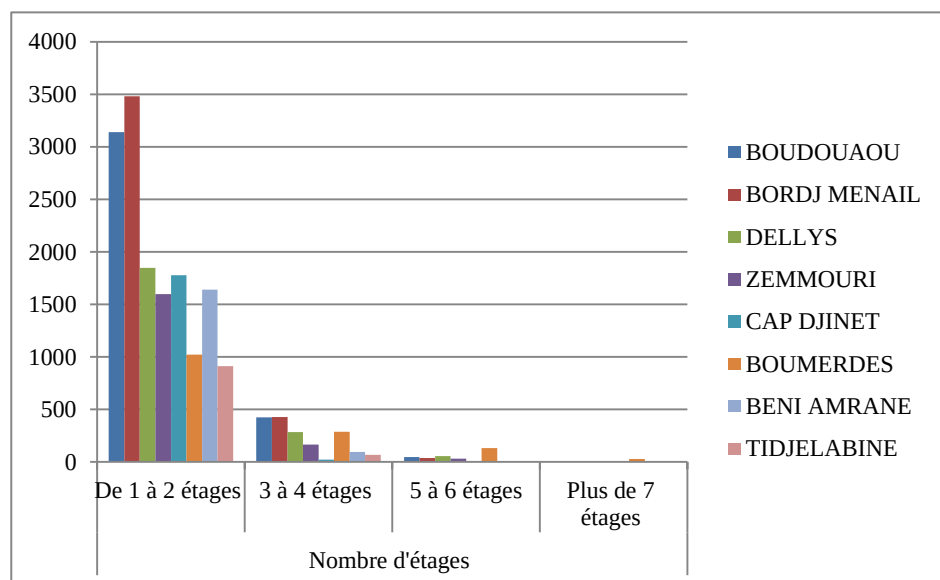
²¹ Rapport AFPS 2003

Figure 40: Nombre des dommages par âge des bâtiments. (Source : Belazougui et al. 2004, traitement Sehili ,2017)



Cela s'explique par le non-respect des normes techniques dans la réalisation des bâtiments en béton armé, hypothèse qui peut être vérifiée à travers le dernier critère, les valeurs de dommages par nombre d'étages. Ainsi, les bâtiments à faible hauteur ont subi des dommages très importants (figure 41).

Figure 41 : Nombre des dommages selon le nombre d'étages par bâtiment. (Source : Belazougui et al. 2004, traitement Sehili, 2017)



Ce sont des constructions individuelles réalisées par les propriétaires eux-mêmes. C'est ce que l'on appelle l'auto-construction, avec, en général, des garages au rez-de-chaussée et des logements à l'étage. Il faut rappeler, qu'avant 2003, dans le dossier à fournir pour une demande de permis de construire, l'étude de génie civil n'était exigée que pour les bâtiments publics réalisés par l'Etat. Ce document n'est devenu obligatoire pour toute construction qu'après la promulgation de la loi n° 04-05 du 27 du 14 août 2004, modifiant et complétant la loi n° 90-29 du 1er décembre 1990 relative à l'aménagement et l'urbanisme. C'est cet état de fait qui explique les dommages importants observés selon le critère « typologie du système constructif » dans les constructions à faible hauteur. Pour ce qui est des bâtiments de 3 à 4 étages, on a enregistré un nombre important de dommages, surtout à Boumerdes, Dellys, Boudouaou et Bordj Menaiel. Ces constructions ont, en général, été réalisées par des entreprises de l'Etat, notamment, du ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme, l'Office de Promotion et de Gestion Immobilière et l'Entreprise nationale de promotion immobilière (OPGI et ENPI ex. EPLF). D'après la répartition des wilayas sur la carte des zones à risque sismique où il est exigé la réalisation des bâtiments selon les normes parasismique, la région nord de Boumerdes est classée dans la zone III (annexe 3), les bâtiments de plus de 7 étages ont mieux résisté que les bâtiments de faible hauteur, ce qui nous conforte dans l'idée que le problème de la vulnérabilité de ces bâtisses résidait bien dans la mise en œuvre du système structurel en béton armé.

2.3.2. Les dégâts du séisme sur les autres bâtiments non résidentiels

Les dégâts du séisme du 21 mai 2003 sur les bâtiments résidentiels ont été très importants. Les éléments internes de ce type d'enjeu étaient très sensibles à ce phénomène naturel et n'ont pas résisté. Donc les bâtiments résidentiels étaient vulnérables avant l'avènement du séisme. Mais sur un territoire urbain on trouve aussi d'autres bâtiments structurels comme les hôpitaux, les écoles, les infrastructures de communication, les ouvrages d'art, des centrales électriques, etc. Nous allons voir, comment ils se sont comportés, et s'ils ont mieux résisté que les bâtiments résidentiels. Après le séisme une opération d'expertise a été lancée en coordination avec les différents organismes et intervenants, et les résultats statistiques des dommages ont été présentés sous la forme d'un rapport élaboré par le Centre national de recherche appliquée en génie parasismique (CGS). Nous allons exploiter ces données, afin d'évaluer les dégâts sur les bâtiments structurels à l'échelle du territoire de la wilaya de Boumerdes.

a) Les bâtiments scolaires

Avant le séisme du 21 mai 2003, la wilaya de Boumerdes comptait 340 établissements de 1er et 2ème cycles, 64 de 3ème cycle et 25 lycées répartis sur l'ensemble de son territoire, soit un total de 429 équipements scolaires équivalant à 4432 classes, après le séisme on a

dénombré 261 équipements scolaires endommagés à des degrés entre 4 et 5²² (figure 42), et des dommages importants sur les 178 équipements, dont 83 à condamner, soit un total de classes 1000 perdues (figure 43). Sachant que le taux moyen d'occupation par classe est évalué à 30 élèves, cela donne un chiffre de 30 000 enfants privés pour plus ou moins longtemps de scolarité.

Figure 42: Équipements scolaires touchés après le séisme du 21 mai 2003, 'NIV.' signifiant degré de dommage (Source : CGS, 2003)

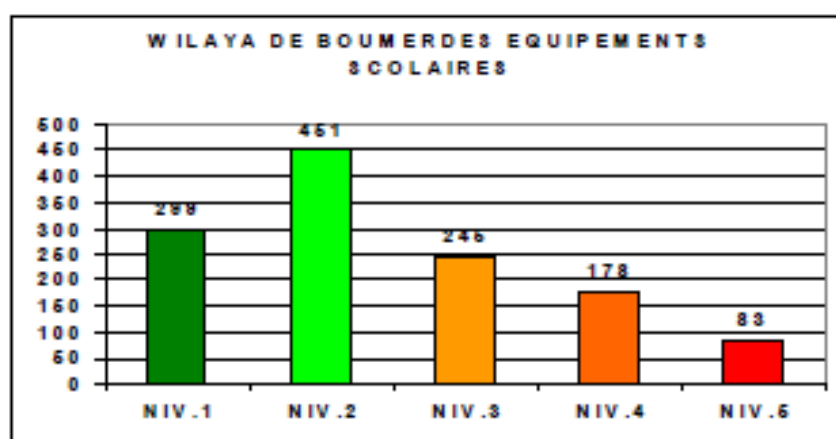
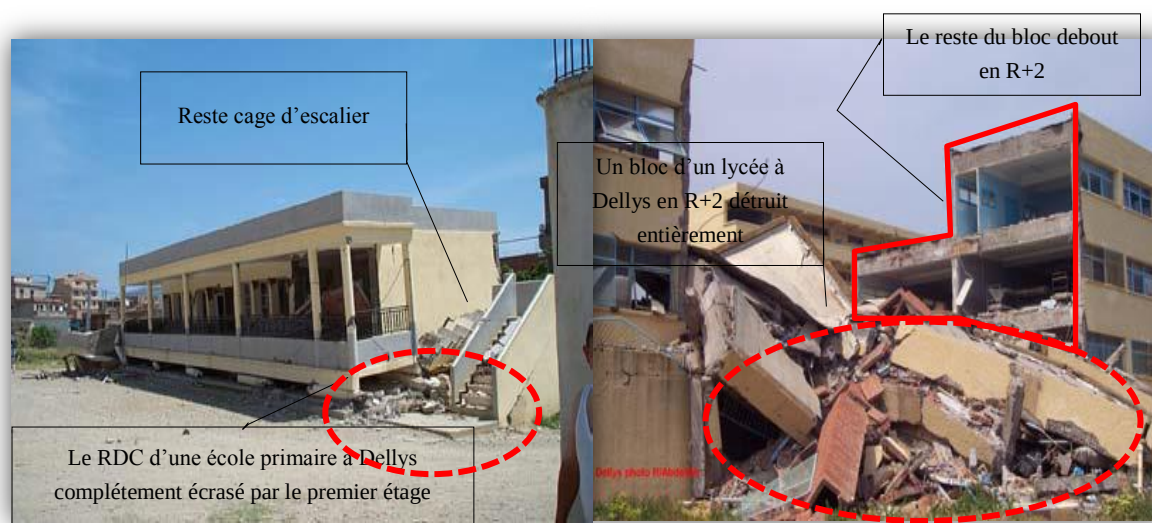


Figure 43: Destruction des blocs d'une école et un collège à Dellys (Source : Bechtoula, et Ousalem (2003), modifiée par Sehili 2017)



²² Degré 4 : dommages importants – dommages non structuraux très importants et dommages structuraux considérables. Fissures en X dans les voiles de contreventement, éclatement des nœuds poutres-poteaux.

Degré 5 : bâtiments à condamner ou effondrés – un étage a disparu, un bâtiment a basculé, trop de nœuds poutres-poteaux éclatés. En général, les bâtiments à condamner sont ceux qui ont subi trop de déformations ou dont la réparation coûterait aussi cher que le prix initial du bâtiment.

Le retour d'expérience des séismes de Taiwan (2001), de Turquie (2001), de Molisé (2002), conforté par les observations récentes, faites lors du séisme dans la province du Sichuan en Chine, le 14 mai 2008, ont montré la vulnérabilité des écoles et le traumatisme inhérent à l'effondrement de ces bâtiments (Nollet 2004). Les écoles sont parmi les bâtiments publics qui, en cas d'endommagement sismique, peuvent avoir des conséquences parmi les plus importantes sur la société. En effet, au-delà des perturbations sociales liées à leur fermeture, elles constituent, également, des établissements de repli et d'hébergement d'urgence. Pour ce qui est du cas de Boumerdes, l'heure du séisme, 19h44, a permis d'épargner la vie des écoliers, en revanche, les bâtiments scolaire n'ont pas pu être utilisés comme lieux d'hébergement, étant donné les dégâts qu'ils ont subis.

b) Les équipements sanitaires

Avant le séisme du 21 mai 2003, la région de Boumerdes comptait 177 infrastructures de santé (figure 44), dont trois hôpitaux. Deux hôpitaux ont été touchés, l'un, à Dellys, classé degré 2 et, l'autre à Thenia, endommagé à un degré 4, donc, devenu non opérationnel (figure 45). On a enregistré 3444 blessés au niveau de la wilaya de Boumerdes. Cette situation a conduit au renforcement, à l'organisation et à la coordination des secours à donner aux blessés dans les zones déclarées sinistrées, dont la mise en place du Poste médical avancé (PMA) au niveau du stade olympique avec organisation d'une rotation d'ambulances appelé 'Noria' entre le PMA et les sites de sauvetage. Durant cette première phase d'urgence, les équipements sanitaires, étant eux-mêmes sinistrés, ils n'ont pas pu assurer leurs fonctions, ce qui a perturbé les secours. Il a fallu, alors, faire appel aux hôpitaux d'Alger situés à proximité de l'autoroute (Hôpital Zmirli, Hôpital central de l'armée Ain Naadja, Hôpital Ben Aknoun), ce qui a permis de soulager les UMC de la wilaya sinistrée.

Figure 44 : Endommagements des équipements sanitaires à Boumerdes. (Source : Données statistiques des endommagements des bâtiments suite au séisme du 21 mai 2003, CGS 2003)

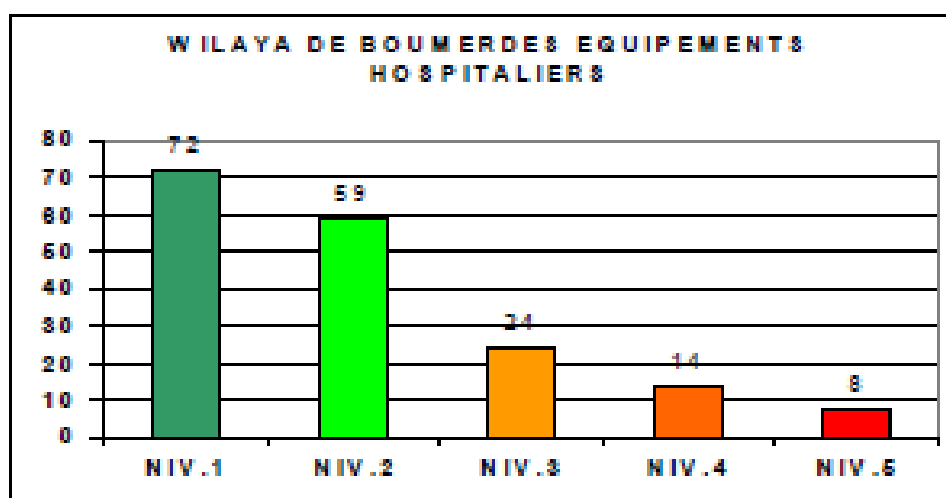


Figure 45: Effondrement total de l'hôpital de Thénia. (Sources : Earthquake Engineering Research Institute (EERI 2003))



c) Les lieux de culte

Lors du séisme de 2003, de nombreuses mosquées ont été gravement endommagées. L'effondrement du minaret sur la coupole (figure 46), est dû à un problème structurel, car le minaret était solidaire de l'ensemble du bâtiment. Et ce phénomène a touché la plupart des 170 mosquées touchées, alors que 9 d'entre elles se sont complètement effondrées. Ces établissements, aussi, auraient pu servir d'hébergements d'urgence, malheureusement ils étaient en trop mauvais état. Il est à noter, que dans les mosquées construites après 2003, la structure du minaret est, désormais, réalisée indépendamment du bâtiment.

Figure 46: Effondrement total de plusieurs mosquées (Source : Rapport de la Protection civile de Boumerdes, 2003)



d) Sur les équipements sportifs

Pour les structures sportives, les données divergent. D'après le rapport de la Protection civile, aucun dommage n'a été enregistré, par contre le rapport du CGS fait état de dommages constatés sur les bâtiments sportifs et culturels (figure 47). Il est à noter, que les salles de sport ont été utilisées comme des lieux de veillées funèbres (figure 48), et que le stade olympique a servi de poste médical avancé (PMA). Ainsi, les bâtiments sportifs ont joué un grand rôle fonctionnel dans la gestion post-catastrophe.

Figure 47: Dommages sur les bâtiments sportifs et culturels regroupés dans les mêmes données (Sources : (CGS 2004))

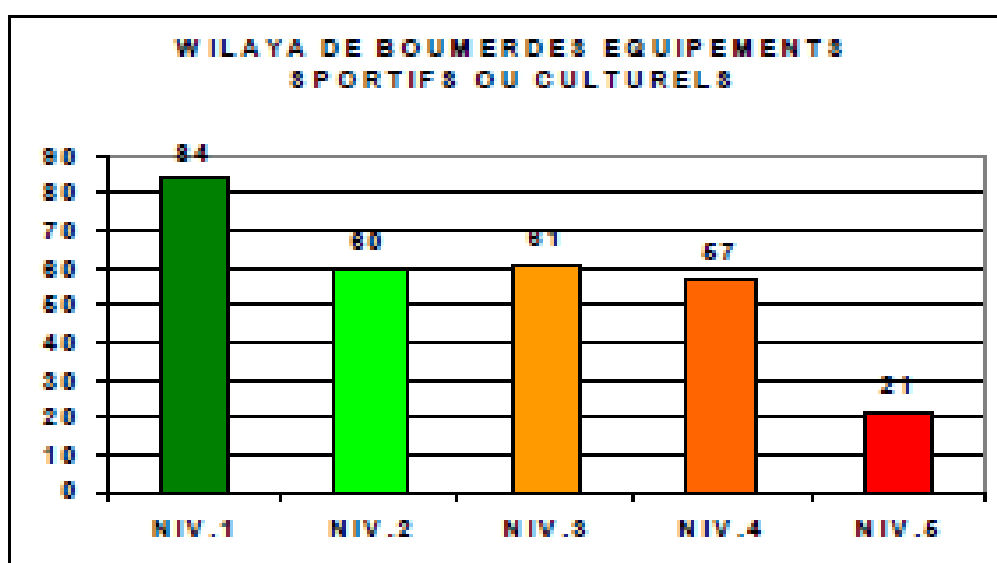


Figure 48: utilisation des salles de sport pour déposer les dépouilles. (Sources : Rapport de la Protection civile de Boumerdes, 2003)



e) Les moyens de télécommunication

Sur les 29 structures relevant de la poste et des télécommunications, 6 se sont complètement effondrées. Elles avaient été réalisées avant 1962 (figure 49).

Figure 49 : Effondrement total d'un bureau de post et télécommunications à Zemmouri. (Source : (EERI 2003))



f) Les infrastructures stratégiques (centrales électriques et réseaux d'alimentation en énergie, routes et ouvrages d'art)

Les deux centrales de production d'électricité situées dans la wilaya de Boumerdès ont été lourdement endommagées lors du séisme. D'après Bechtoula et Ousalem (2003) ; les supports des générateurs d'alimentation en énergie électrique ont été particulièrement touchés (figure 50). Les dommages sur les supports et les lignes à moyenne et basse tension ont été importants. Ils ont été constatés sur 58 supports et 41.5 km de lignes à moyenne tension, 184 supports et 48.4 km de lignes à basse tension. De ce fait, l'alimentation en énergie électrique n'a pu être rétablie que trois jours après le séisme.

Figure 50 : Cisaillement des boulons de connexion au niveau du générateur électrique de Djinet (Source : Bechtoula, et Ousalem (2003))



Après le séisme, de nombreuses routes et ponts ont été touchés, on a recensé 40 ouvrages d'art endommagés, et 6 km de routes nationales et chemins de wilaya détériorés. Les dommages consistaient, soit en plusieurs grandes fissures transversales, soit en soulèvement de certaines parties de la route (figure 51). Signalons, à ce propos, qu'afin de ne pas accentuer les dégâts, la circulation sur les axes rendus sensibles a été réservée exclusivement aux secours. Les canalisations de gaz et l'alimentation en eau ont été coupées peu de temps après le séisme, afin d'éviter d'autres catastrophes, telles que des explosions ou des incendies (figure 52).

Figure 51: Les effets du séisme de 2003 sur les infrastructures routières : déformation de la route sur l'extension de la fissure et un mouvement dans la poutre du pont de l'oued Isser.

(Sources : Rapport de la Protection civile de Boumerdes et Japan Association of Earthquake Engineering (JAEE) et al., 2004)



Figure 52: Les effets du séisme de 2003 sur les réseaux divers alimentation en eau potable et drainage des eaux pluviales (AEP-DEP) (Source : Rapport Japan Association of Earthquake Engineering (JAEE) et al., 2004)



j) Les installations de stockage

A Corso, des silos de stockage des céréales ont subi des dommages, en plus certains châteaux d'eau ont été endommagés, au début de la secousse les dégâts étaient minimes et se sont aggravés au fur et à mesure des répliques (figure 53).

Figure 53: Endommagement des silos de la commune de Corso (Source : Rapport Japan Association of Earthquake Engineering (JAEE) et al., 2004)



Ainsi, nous avons observé l'étendue de cette catastrophe sur les enjeux matériels, qui, cependant, ont été endommagés à des degrés divers (tableau 14), les taux de perte parmi les bâtiments résidentiels ont été très importants, de mêmes pour les bâtiments scolaires et sanitaires qui, eux aussi, ont été durement touchés, comme nous l'avons vu plus haut. En résumé, la région de Boumerdes a connu un séisme très important de par sa magnitude et son intensité. La vulnérabilité du bâti, quel que soit son type et sa fonction, a grandement contribué à multiplier les pertes matérielles. Les enjeux les plus vulnérables se sont avérés être les bâtiments résidentiels, les équipements sanitaires et scolaires, et, puisqu'ils ne pouvaient plus assurer leurs fonctions, les conséquences sur la population et le fonctionnement social, économique ont été particulièrement graves.

Tableau 14: Evolution des facteurs matériels face à l'aléa sismique de 2003. (Source : données protection civile de Boumerdes. Traitement : Sehili, 2017)

Enjeux matériels	Situation avant 2003 ²³	Les pertes et dommages	Pourcentage de perte %
Bâtiments résidentiels	110186 ²⁴	95243 touchés 10866 logements perdus /52000 personnes sans abris	86% touchés dont 10 % perdus
Bâtiments scolaires	729	340 touchés dont 40 perdus	47% dont 5% totalement perdus
Équipements de culte	170	09	5%
Équipements sanitaires	147	63 touchés non fonctionnels (y compris 03 hôpitaux)	43%
Télécommunications	29 centres avec 05 GSM	6 perdus	20%
Ouvrages d'art (ponts)	79	40 ouvrages d'art touchés	51%
Routes	km	06 km touchés	0.5 %

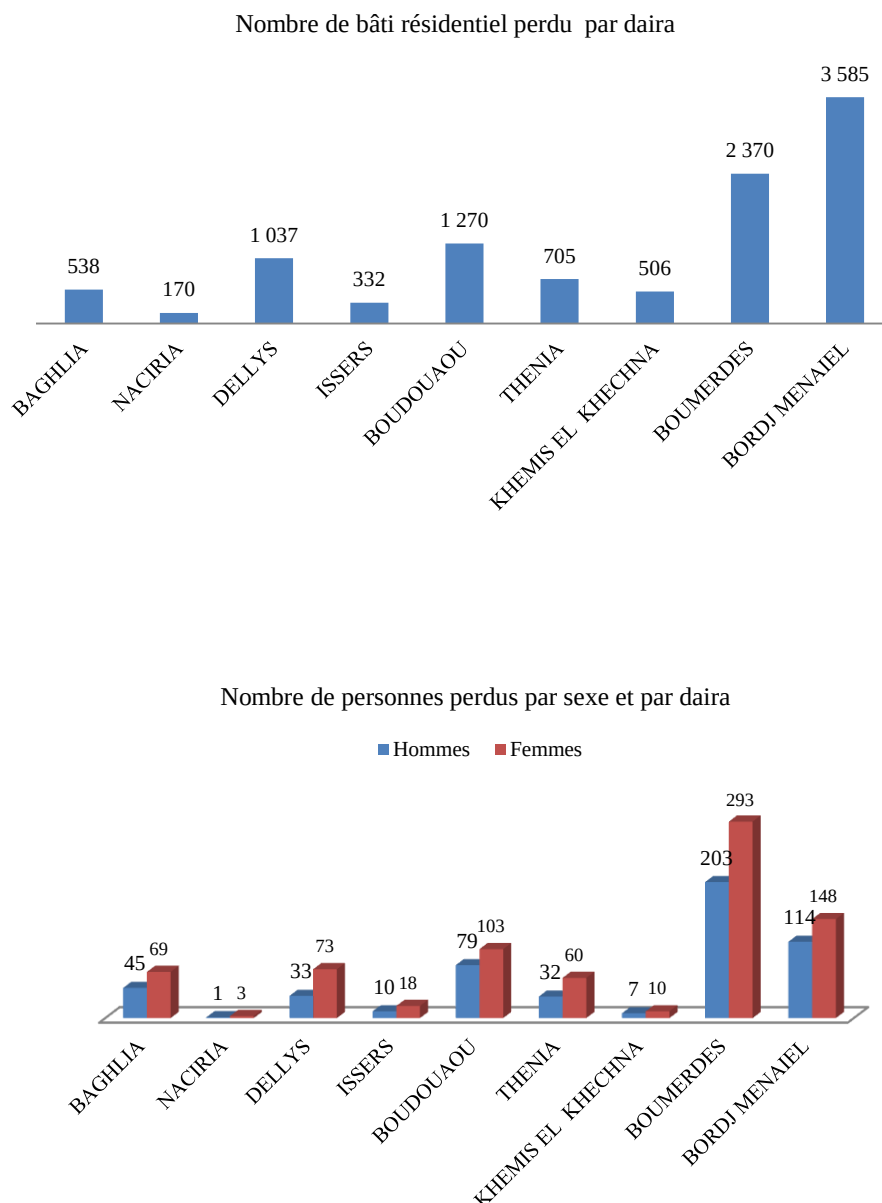
2.3.3. Boumerdes, une région à forte vulnérabilité structurelle

L'impact du séisme de 2003 sur les enjeux matériels de la région de Boumerdes a été très important. Il y a eu beaucoup de dommages sur le bâti résidentiel, et toutes les daïras ont été touchées. La vulnérabilité de ce dernier a participé à l'amplification des dommages causés par la catastrophe sismique de 2003, et a eu une influence directe sur les enjeux humains (figure 54), les taux de pertes humaines sont proportionnels à ceux des pertes matérielles dans chaque daïra du territoire de la wilaya de Boumerdes. Ce qui nous amène à nous poser les questions de savoir, comment l'humain influence le bâti et inversement, et pourquoi il y a eu tant de pertes humaines.

²³ Source : service de la Protection civile de la wilaya de Boumerdes (juin 2003)

²⁴ Au 31/12/2001

Figure 54: Pertes matérielles et humaines à Boumerdes : taux des logements perdus et de personnes décédées par daïra dans l'absolu et en nombre (Sources : Données de la Protection civile de Boumerdes 2003 et rapport de la mission japonaise en octobre 2004. Traitement graphique : Sehili, 2022, 2017)



2.3.4. Les enjeux humains et sociaux

À la fin de l'année 2002, la wilaya de Boumerdes comptait 710.024 habitants²⁵ et 112 643 logements, dont 3111 bâtiments collectifs et 7755 maisons individuelles, pour un taux d'occupation par logement de 6,3. Nous avons observé, plus haut, comment la vulnérabilité physique de l'enjeu matériel a contribué à amplifier les conséquences désastreuses du séisme dans plusieurs communes de la wilaya de Boumerdes. Cette vulnérabilité physique a influencé directement les populations dans leur vie familiale et sociale, notamment, du fait que les bâtiments résidentiels ont été parmi les plus durement touchés. Cependant, ce fait, à lui seul, ne peut pas expliquer l'ampleur des dégâts.

²⁵ Le recensement (RGPH 2008) de la population algérienne, wilaya de Boumerdes (source ONS).

Selon Wisner et al.(1994) la probabilité d'occurrence du phénomène physique extrême est constante. Si cette probabilité est constante, la seule explication logique à l'augmentation des catastrophes doit être recherchée dans la vulnérabilité croissante des populations au phénomène physique extrême. On sait que le séisme du 21 mai 2003 s'est produit à 19h 44, heure locale, au moment où la plupart des gens se trouvaient, soit à leur domicile (les enfants, dont les cours, dans les établissements scolaires avaient pris fin à 17h30, les femmes, qui préparaient le dîner, et les hommes qui suivaient, devant leur poste de télévision, la retransmission de la finale de la coupe d'Europe de football), soit à la mosquée, où les fidèles attendaient l'appel à la prière du Maghreb. Le contexte temporel, horaire est important dans l'impact de cet aléa sismique sur les populations de Boumerdes. La vulnérabilité de ces populations préexistait-elle au tremblement de terre ? Et, si oui, selon quels paramètres peut-elle être mesurée ?

2.3.4.1. Les critères de vulnérabilité humaine et sociale des populations

Comme l'a fait remarquer Cutter (2003), toutes les recherches sur les conséquences de catastrophes ont été, avant tout, orientées vers les composantes physiques et l'environnement bâti. Alors que l'aspect social, créant la vulnérabilité, a été largement ignoré et longtemps absent des rapports après une catastrophe. On quantifiait les pertes et les coûts des catastrophes en matière de dommages humaines et matériels. Ainsi, le rapport du CNES à la veille du séisme de 2003²⁶ a complètement occulté la dimension sociale des populations. Mais depuis une dizaine d'années, on s'intéresse à l'aspect social de la vulnérabilité, et on commence à mieux le connaître (Lutoff, Gueguen, et Davoine 2007 ; Beck et Lutoff 2012; Shirley, Boruff, et Cutter 2012). D'après Dauphiné et Provitolo (2013), la vulnérabilité sociale est plus souvent mesurée en utilisant les caractéristiques intrinsèques individuelles des personnes (âge, état de santé, réseau familial, type de logement, type d'emploi). Ces facteurs influencent ou forment la sensibilité des différents groupes et déterminent leur capacité de réponse face à un désastre, ils indiquent les lieux des inégalités sociales. L'évaluation de la vulnérabilité sociale nécessite la sélection d'un ensemble d'indicateurs permettant de la caractériser au mieux. Selon Cutter, Boruff, et Shirley (2003) ; Leone et Vinet (2006), intégrer la vulnérabilité sociale de la population à un outil d'évaluation du risque humain est entièrement pertinent, puisque c'est un des facteurs aggravant les conséquences de l'aléa. La vulnérabilité sociale provient des activités et des circonstances de la vie quotidienne, ou de ses transformations.

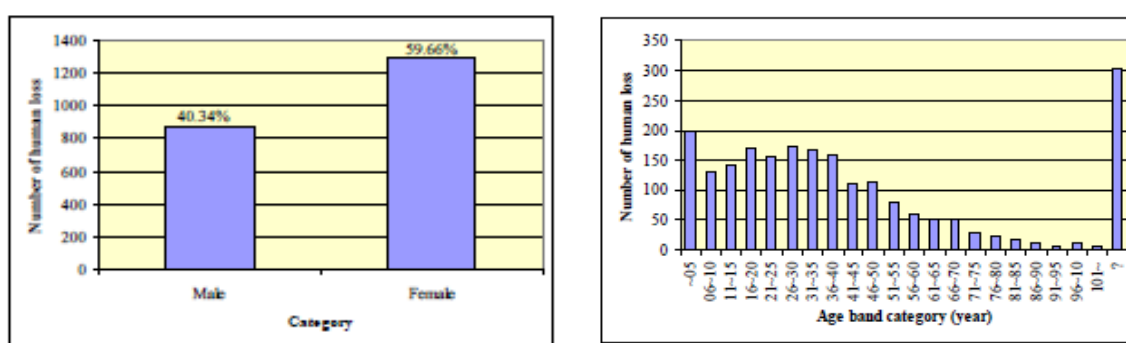
²⁶ Le rapport sur « l'urbanisation et les risques naturels et industriels en Algérie » a été présenté devant le sénat par le Conseil National Économique et Social (CNES) en mai 2003.

2.3.4.2. Les critères humains

Pour évaluer la vulnérabilité humaine et sociale des communes de la wilaya de Boumerdes avant le séisme du 21 mai 2003, une sélection des critères d'évaluation de la vulnérabilité humaine a été faite. Nous avons retenus ceux qui font augmenter l'exposition de la population à l'aléa. Nous avons justifié leur choix par les raisons suivantes :

- Indicateurs sexe femmes et enfants (figure 55), le taux de pertes humaines, évalué par sexe, a été plus important parmi les femmes. Cela s'explique par le fait que le séisme est intervenu une heure où, généralement, les femmes algériennes sont chez elles. De même pour les enfants, pour lesquels les cours étaient terminés depuis plus de 2 heures, et qui figurent en plus grand nombre parmi les victimes.

Figure 55: Pertes humaines selon le sexe et par âge de distribution. (Source : Bechtoula, 2003)



- Indicateur personnes âgées ou malades : Les personnes âgées (65 ans et plus) peuvent présenter des difficultés de mobilité qui ralentissent leur capacité à réagir au sinistre. Elles auront, ainsi, besoin de l'aide de membres de leur famille ou d'intervenants externes (pompiers, sécurité civile) pour évacuer les lieux. Il en est de même pour les personnes handicapées ou malades. De plus, pour ceux d'entre eux qui vivent seuls, ils auront moins la capacité à entretenir leur habitation pour la préserver contre un éventuel séisme.

- Indicateur personnes vivant seules: les personnes vivant seules et/ou ayant de faibles liens familiaux sont isolées durant le séisme et protègent elles-mêmes leur habitation. Durant notre enquête à Dellys en 2017, nous avons trouvé beaucoup de personnes sinistrées isolées.

2.3.4.3. Les critères sociaux

En ce qui concerne les critères de la vulnérabilité sociale et organisationnelle, nous avons retenus les indicateurs qui ont un effet direct sur le bâti (tableau 15).

- Les locataires de logements : Nous avons constaté que les locataires et les personnes vivant gratuitement occupent, généralement, leur logement depuis moins longtemps que les personnes qui sont propriétaires. Il est, ainsi, probable qu'ils aient une moins bonne connaissance de l'éventuelle vulnérabilité de leur habitation au séisme, et y sont, de ce fait, moins bien préparés. De plus, les locataires ont très peu tendance à mettre en place des mesures de protection ou d'adaptation du bâtiment, car ils estiment que les dépenses

induites sont à la charge du propriétaire. Ceci accentue les éventuels risques d'exposition pour ces personnes en cas de séisme.

- Le niveau d'instruction : La plupart du temps, le niveau d'instruction détermine non seulement le statut socio-économique, mais aussi, le niveau de vulnérabilité des personnes. Ceci est aussi valable lorsque survient un tremblement de terre. En effet, seules les personnes ayant atteint un certain degré d'études, ont une bonne connaissance des risques encourus, ainsi que des consignes de sauvegarde et de sécurité à appliquer, le cas échéant.

- Les revenus ou les ressources : Les foyers à faible revenu ne disposent pas des ressources financières nécessaires à l'entretien régulier et à la protection de leur habitation. Leur exposition aux aléas naturels est, donc, souvent, plus importante. Lors de notre enquête nous avons observé que les foyers à faibles revenus ont eu plus de difficultés à retrouver des conditions de vie identiques à celles d'avant la catastrophe, par manque de moyens financiers.

Tableau 15: Les critères de la vulnérabilité sociale et humaine retenus pour évaluer la vulnérabilité des communes de la wilaya de Boumerdes.(d'après : Cutter et al 2000., traitement Sehili,2022 ,2017)

Objectif	Caractéristiques	Variable
Vulnérabilité humaine	Population et structure la faiblesse physique des personnes les rendent plus susceptible d'être exposées aux dangers. On trouve une disparité dans l'accès aux ressources.	Densité de population Personnes âgées (65 ans et plus) ; Enfants moins de 05 ans ; Genre (femmes/ hommes) ; Ménages monoparentaux et personnes isolées ; Personnes handicapées et malades de longue durée.
Vulnérabilité sociale.	Vulnérabilité sur le bâti.	Locataire de logement immeuble collectif Foyer à faibles revenus ; Faible niveau d'éducation (pas d'étude après le secondaire).

Les seules données détaillées disponibles sur les populations et la société de Boumerdes, ce sont les données du Recensement général de la Population et de l'Habitat (RGPH) effectué en 1998. Ce sont, donc, celle-là que nous allons exploiter pour évaluer cette vulnérabilité humaine et sociale, tout en nous appuyant sur les travaux de Cutter, Mitchell, et Scott (2000) sur « la vulnérabilité des personnes et des places du Comté de Georgetown, Caroline du Sud ».

2.3.4.4. Une vulnérabilité sociale et humaine cachée avant le séisme de 2003

Nous avons choisi d'examiner les caractéristiques de la population et de leur environnement résidentiel, afin d'estimer leur contribution à la vulnérabilité sociale. Sans expliquer complètement les causes sous-jacentes de cette vulnérabilité, ces variables fournissent une première métrique pour opérationnaliser et estimer la vulnérabilité sociale de chaque commune de la wilaya de Boumerdes. Plutôt que d'utiliser des pourcentages simples, chaque variable sociale a été normalisée en ratio. Comme il est démontré dans le tableau 16, pour calculer l'indice de la vulnérabilité du genre. Par exemple, le nombre de femmes dans chaque commune de recensement a été compilé (colonne 2), de même pour le nombre total des femmes dans la wilaya (colonne 3). Le rapport du nombre de femmes au total pour la wilaya a été calculé (colonne 4). Cette valeur (x) a été divisée par la valeur maximale (x), pour créer un index compris entre 0 à 1,00. Les valeurs les plus élevées indiquent une plus grande vulnérabilité, (figure 56). Toutes les autres variables humaines et sociales ont été standardisées de cette manière. Une fois les valeurs d'indices calculées, elles ont été affectées, respectivement, à chaque commune, et les valeurs d'index pour chaque variable ont été additionnées pour obtenir un score d'indice composite. Cette valeur représente une mesure globale de la vulnérabilité humaine et sociale. Ainsi que l'illustre le tableau 17, ces indices ont également été placés dans des quartiles, et présentés visuellement en quatre catégories. Chaque indicateur de vulnérabilité sociale peut être examiné indépendamment et par commune. C'est le résumé de toutes les mesures constituant un large aperçu de la distribution spatiale de la vulnérabilité sociale et humaine dans les communes étudiées. La figure 57, montre la vulnérabilité humaine et sociale des différentes communes selon leurs scores. Plus les communes ont obtenu un score élevé, plus leur population était vulnérable. Ainsi, nous avons retenu les communes suivantes : Bordj Menail, Boudouaou, Boumerdes, Naciria, Isser, Chabet El Aneur, Thenia, Dellys, Hammadi et Khemis El Khechna., dont nous pensons qu'elles étaient les plus sensibles à n'importe quel danger ou aléa naturel susceptible de frapper la région après 1998. Nous allons vérifier cette sensibilité après la catastrophe sismique du 21 mai 2003, en comparant ces données avec celles de la vulnérabilité physique du bâti résidentiel figurant dans le rapport statistique des constructions endommagées après le séisme de 2003 établi par le CGS 2003.

Tableau 16: Indice de vulnérabilité du genre (femmes) par commune. (Source: DRGPH 1998. traitement Sehili,2022,2017)

Communes	Nombre total femmes par commune	Total Wilaya	Ratio de femmes de la wilaya habitants dans la commune donnée (x)	Indice : vulnérabilité du genre index(x)/ maximum (x)
BOUMERDES	16617	317994	0,05	0,58
BOUDOUAOU	26662	317994	0,08	0,93
AFIR	6256	317994	0,02	0,22
BORDJ MENAIEL	26470	317994	0,08	0,92
BAGHLIA	7707	317994	0,02	0,27
SIDI DAOUD	7212	317994	0,02	0,25
NACIRIA	10759	317994	0,03	0,38
DJINET	9821	317994	0,03	0,34
ISSER	13792	317994	0,04	0,48
ZEMMOURI	10275	317994	0,03	0,36
SI MUSTAPHA	4387	317994	0,01	0,15
TIDJELABINE	6947	317994	0,02	0,24
CHABET EL AMEUR	15096	317994	0,05	0,53
THENIA	9475	317994	0,03	0,33
TIMEZRIT	5401	317994	0,02	0,19
CORSO	6347	317994	0,02	0,22
OULED MOUSSA	12669	317994	0,04	0,44
LARBATACHE	7640	317994	0,02	0,27
KEDDARA	4157	317994	0,01	0,15
TAOURGA	3626	317994	0,01	0,13
OULED AISSA	3385	317994	0,01	0,12
BEN CHOUD	4315	317994	0,01	0,15
DELLYS	13813	317994	0,04	0,48
AMMAL	4263	317994	0,01	0,15
BENI AMRANE	10511	317994	0,03	0,37
SOUK EL HAAD	2387	317994	0,01	0,08
BORDJ EL BAHRI	5061	317994	0,02	0,18
OULED HEDADJ	10887	317994	0,03	0,38
LEGHATA	5926	317994	0,02	0,21
HAMMADI	13544	317994	0,04	0,47
KH. EL KHECHNA	28536	317994	0,09	1,00
EL KHARROUBA	4050	317994	0,01	0,14

Figure 56: La vulnérabilité des communes par sexe (les femmes) avant le séisme de 2003. (Source : Données RGPH 1998. traitement graphique Sehili, 2017)

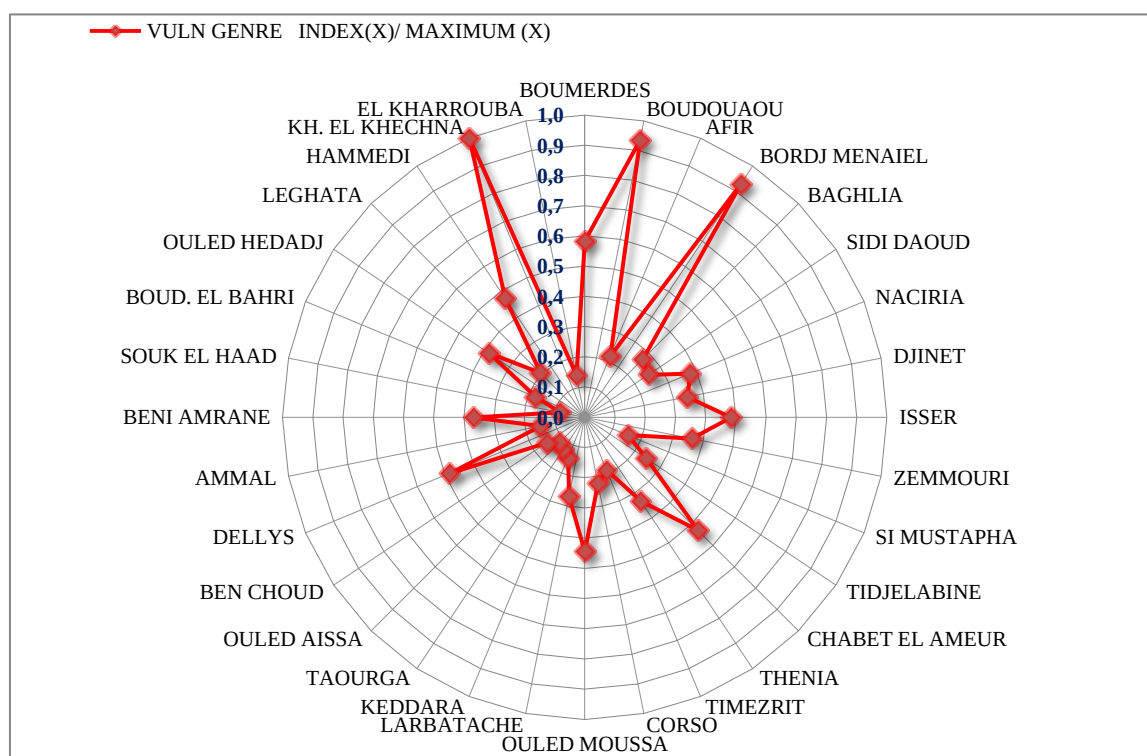


Figure 57: Vulnérabilité humaine et sociale des populations et des communes avant le séisme de 2003. (Source : RGPH 1998. traitement graphique : Sehili, 2017)

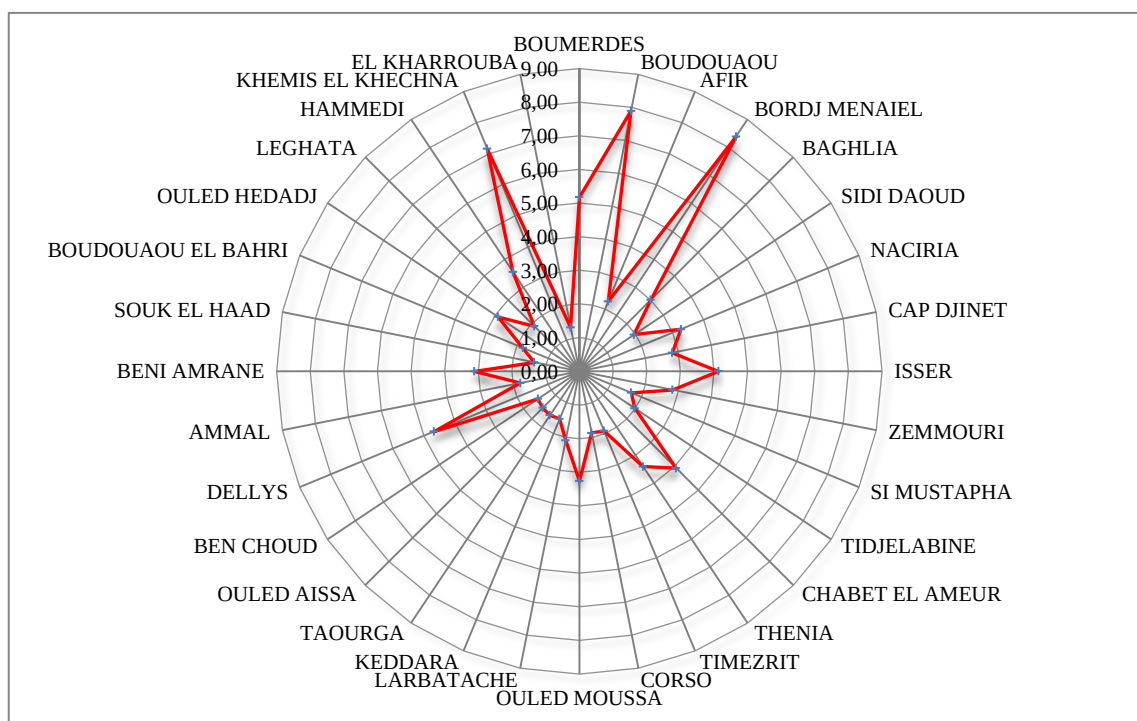


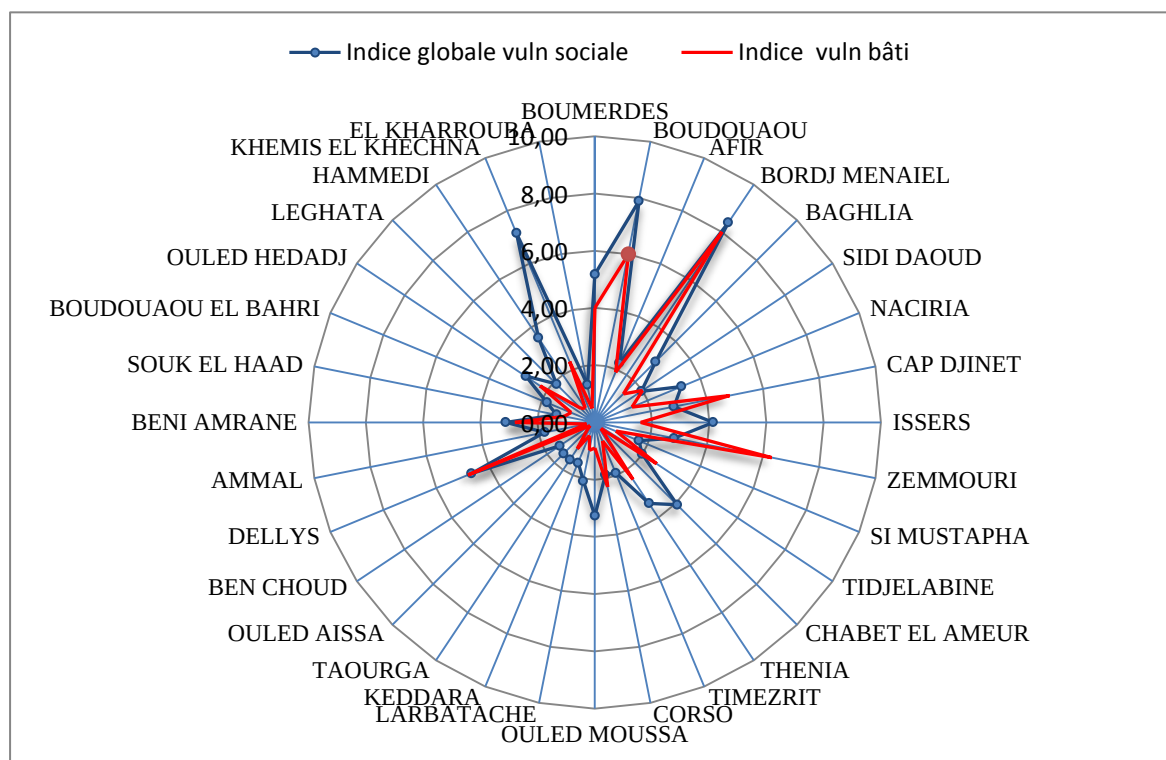
Tableau 17: Classement des communes par degré de vulnérabilité. (Source : Sehili,2017)

Communes	Indice global de vulnérabilité Humaine et sociale
BOUMERDES	5,17
BOUDOUAOU	7,89
AFIR	2,25
BORDJ MENAIEL	8,40
BAGHLIA	3,00
SIDI DAOUD	1,96
NACIRIA	3,27
CAP DJINET	2,81
ISSER	4,14
ZEMMOURI	2,83
SI MUSTAPHA	1,67
TIDJELABINE	1,98
CHABET EL AMEUR	4,07
THENIA	3,40
TIMEZRIT	1,92
CORSO	1,87
OULED MOUSSA	3,26
LARBATACHE	2,09
KEDDARA	1,53
TAOURGA	1,57
OULED AISSA	1,54
BEN CHOUD	1,48
DELLYS	4,67
AMMAL	1,79
BENI AMRANE	3,12
SOUK EL HAAD	1,36
BOUDOUAOU EL BAHRI	1,82
OULED HEDADJ	2,91
LEGHATA	1,89
HAMMADI	3,55
KHEMIS EL KHECHNA	7,16
EL KHARROUBA	1,33

2.4. Des communes à forte vulnérabilité physique, humaine et sociale

La région de Boumerdes est exposée à l'aléa sismique cette composante est omniprésente. Et elle a accentué les dommages, mais une autre composante a joué, un rôle très important dans la catastrophe du 21 mai 23, c'est la fragilité des constructions, leur mauvaise résistance à l'aléa naturel ayant, ainsi, contribué de façon significative à augmenter leur endommagement. Après exploitation des données du CGS (2003), les communes les plus vulnérables physiquement se sont avérées être Boudouaou, Bordj Menail, Zemmouri, Cap Djinet, Dellys, Boumerdes, Beni Amrane et Tidjelabine, en termes de degré de dommage entre 2.6 et 8 (voir tableau 13 page 77).Après avoir confronté ces degrés de dommage par communes avec les indices de vulnérabilité sociale des populations (voir tableau 17), nous avons pu établir que les communes les plus vulnérables étaient Bordj Menail, Boudouaou, Boumerdes, Isser, Chabet El Ameur, Dellys, Khemis El Khechna (figure 58). D'autres aspects de la vulnérabilité comme les secours et la coordination entre les acteurs n'ont pu être étudiés mais les aspects qui l'ont été montrent déjà combien l'approche par les vulnérabilités (plutôt que l'approche centrée sur l'aléa) permet de mieux rendre compte de l'ampleur répétée des dégâts sur les sites connus comme exposés au risque sismique depuis longtemps.

Figure 58: Des communes à forte vulnérabilité globale. (Sources : RGPH 1998 , CGS 2003 et traitement Sehili,2017)



Conclusion : Boumerdes, un territoire à forte vulnérabilité globale

En conclusion de ce chapitre, nous pouvons dire que la catastrophe sismique du 21 mai 2003 a mis à jour plusieurs facteurs qui ont contribué à amplifier les valeurs des dommages. Le premier facteur est l'ampleur du phénomène sismique, jamais encore égalée dans la région de Boumerdes. Le second facteur réside dans la fragilité ou la mauvaise résistance des constructions. Le dernier facteur est la vulnérabilité sociale des populations avant le séisme, qui, elle aussi, a contribué à l'amplification de cette catastrophe. Les composantes essentielles du risque naturel, suite à la catastrophe sismique qui a touché la région de Boumerdes sont la vulnérabilité des enjeux matériels, la composante humaine, la vulnérabilité sociale des populations. Elles constituent, à elles trois, la vulnérabilité globale, et avec l'intensité du séisme en lui-même, ont contribué à accentuer le risque et ont provoqué les conséquences désastreuses de la catastrophe sismique de 2003. Comment les composantes de cette vulnérabilité sont-elles évoluées dans l'espace et dans le temps, et quelle a été la trajectoire de leur dynamique ? Ce sont là les aspects que nous allons nous attacher à mettre en lumière dans le prochain chapitre du présent travail.

Chapitre 3

Les mécanismes d'urbanisation des zones à risque de l'agglomération urbaine de Dellys

Introduction

D'après Meschin et De Richemond (2016), les données historiques permettent de poser le problème de la prise en compte des risques naturels dans la gestion d'un territoire d'une manière originale. Donc pour comprendre et expliquer la trajectoire des risques et des catastrophes dans les territoires urbains, nous allons étudier le cas de la ville de Dellys située à l'extrême Est de la wilaya de Boumerdes, elle était durement touchée par le séisme de 2003 (113 morts et 1100 bâtisses endommagées), en plus elle est la plus vieille ville de la région. L'espace urbain apparaît, au fil de nombreuses définitions, comme un simple lieu de déploiement des conséquences d'événements dommageables, dont l'origine se situe au niveau de dysfonctionnements techniques. Rarement il est analysé comme forme d'organisation susceptible, en elle-même, de causer ruptures et perturbations (November 1994). La ville est, par définition, l'espace le plus vulnérable, la vulnérabilité paraît être inhérente à tout système urbain, mais l'urbanisation accroît la vulnérabilité: les modes de construction, les types de bâtiments, les matériaux de construction peuvent être des facteurs d'inégale vulnérabilité, les sites choisis pour son implantation, tel ou tel aménagement peuvent aussi contribuer à accroître celle-ci (Becerra, 2012). Cette conception de la ville ouvre la voie à une nouvelle interprétation du rôle du risque en milieu urbain. Ainsi, au lieu de considérer la ville simplement comme un espace de la manifestation du risque, une localisation (le risque dans la ville), il devient plus intéressant d'analyser la ville comme issue d'un mouvement incessant de construction-destruction. Le risque dans cette perspective résulte de la dynamique urbaine, tout en y contribuant. Il y est intrinsèquement associé. On parle alors de risque urbain (November, 1994). C'est pour cela nous nous proposons d'adopter une approche territorialisée, centrée sur la ville, tentant de lier le fonctionnement et le développement urbain avec la vulnérabilité (Chardon 1996 ; Thouret et D'Ercole 1996 ; Metzger et D'Ercole 2011). Dans un premier temps, nous allons nous attacher à voir comment la ville de Dellys s'est développée dans le temps et l'espace. Cette lecture rétrospective de la temporalité spatiale et fonctionnelle de la ville de Dellys va nous permettre de mieux comprendre son évolution urbaine, et les changements dans les fonctions des espaces à travers le temps. Et le système de production du risque (Vinet et al. 2012).

3.1. L'évolution diachronique des fonctions et des espaces urbains à Dellys

Il existe une relation entre la protection, l'urbanisation et la vulnérabilité des territoires face aux risques naturels. Pour qualifier cette relation dans le temps, il est intéressant d'utiliser la méthode de la lecture diachronique de l'évaluation des changements des fonctions des espaces sur une longue période. Cela exige une reconstitution historique de la vulnérabilité des espaces, en comparant les espaces potentiellement vulnérables à différentes époques, avec pour objectif de mettre en relation l'évolution de cette vulnérabilité avec les aménagements urbains et les dynamiques d'occupation du territoire (Heitz et al. 2018). En règle générale, l'étude des dynamiques à partir des diverses sources

historiques est fondée sur la réalisation d'états à plusieurs temps t_n donnés, puis sur la comparaison de ces états. Une forme doit être évaluée à travers un système local et des politiques urbaines (Allain 2001). L'objectif final de cette partie est d'estimer la connaissance et la conscience au risque naturel, à travers une lecture analytique des cartes de la ville à différentes périodes de sa croissance urbaine, depuis l'Antiquité jusqu'à nos jours, afin de voir comment les espaces ont changé de destination et de fonction avec le temps, et en fonction du développement de la ville et comment cette évolution urbaine a participé dans la construction des risques naturels à Dellys, et voir comment les héritages techniques, administratifs, organisationnels ou culturels ont entravé ou faciliter la prise en compte les risques naturels dans la gestion du territoire (Meschinet De Richemond 2016).

3.1.1. Dellys dans son environnement immédiat : de l'antiquité à l'arrivée des Européens : Une ville, un port, des remparts et des maisons avant 1844

3.1.1.1. Rusuccuru, une ville refuge

Rusuccuru (actuelle Dellys) est les premières traces ou vestiges d'anciens bourgs humains, d'après Rozet et Carette (1850), Octave (1865), Visbecq (1926), Gsell (1927) et Chaid-Saoudi (2010), le nom de Rusuccuru²⁷ signifie cap et serait d'origine phénicienne. Il est formé des deux mots phéniciens²⁸ Rus (cap) et Caura (poisson). Ses terres cultivables et ses ressources naturelles étaient des conditions favorables pour son émergence comme une ville portuaire et un lieu de refuge des bateaux. Mais sa position adossée à des terres élevées l'isole de la Grande Kabylie. La ville occupe le fond d'une anse très ouverte, battue en plein par des vents de Nord-Est. Sa pointe s'avancant comme un môle dans la direction du Nord-Est., ferme l'anse au Nord-Ouest, elle est longue, étroite, élevée, et est prolongée, de 200 mètres, par une ligne de gros rochers, et, d'environ 600 mètres, par un banc de roches sur lequel il n'y a que 3 mètres d'eau. L'anse lui sert de port naturel (Trèves 1892). Les débarquements se font sur une petite plage au pied de la ville. Cette ville antique de Rusuccuru est attestée jusqu'au VII^{ème} siècle. Puis, peut être détruite par un tremblement de terre ou par des invasions, elle disparaît jusqu'à l'époque médiévale, où elle renaît sous le nom de Tadellis (Chaid-Saoudi 2010).

3.1.1.2. Tadellis de 1088 jusqu'au 15^{ème} siècle : une ville maritime et commerciale de la Grande Kabylie

D'après Ibn Khaldoun, Tadellis était une principauté, et faisait partie du royaume de Bougie. El Mansour fut le souverain de cette ville, après avoir été dépossédé d'Almeria, après la conquête de l'Espagne par les Almoravides (Trèves 1892). Al Idrisi, nous informe sur la morphologie, la typologie et les activités commerciales de cette ville en l'an 1088 : « . . . Tadellis est entourée de solides remparts et de maisons de plaisance. On y trouve toutes

²⁷ L'Emplacement de cette ville Romaine n'a pas été élucidé définitivement. On trouve deux autres villes romaines de la côte proches, comme Tizirt. Des recherches par des moyens géophysiques pourraient élucider sa position, avant d'entamer des fouilles.

²⁸ Des citernes romaines de Sidi -Sossan, des mosaïques et un magnifique sarcophage en marbre blanc se trouvent au musée du Bardo à Alger.

sortes d'aliments, de fruits et de boissons, ainsi que du bétail aux prix les plus compétitifs. Les ovins et les bovins, bon marché, sont exportés vers de nombreux horizons» (Al-Idrīsī, 1970). Léon l'Africain, aussi, donne une description de sa morphologie urbaine, de ses milieux physique et naturel, du niveau de vie de ses habitants, de leurs activités culturelles et économiques, ainsi que de leur attachement culturel et commercial à Alger en ces termes : « Tadellis est une ville antique, bâtie par les africains à environs 36 miles sur le bord de la méditerranée. Elle est entourée d'anciennes et fortes murailles. Ses habitants sont pour la plupart teinturiers, parce que la ville possède plusieurs sources et des ruisseaux. Ses gens sont aimables et mènent une joyeuse vie. Presque tous savent très bien jouer du luth et de la harpe. Ils ont beaucoup de terrains de culture de blé. Chacun d'eux s'habille convenablement, comme le font les citoyens d'Alger. Tous ont coutume de pêcher au filet et prennent beaucoup de poisson. Ce poisson ne se vend ni s'achète, on en donne à qui en veut. Tadellis a toujours fait ce qu'a fait Alger, tant par son gouvernement que pour sa seigneurie » (Chaid-Saoudi 2010 et Laporte 1995). À cette époque Tadellis était connue pour sa prospérité commerciale et culturelle. Plus tard, en 1363, l'émir Hafisde Abou Abdellah s'empara de Dellys. En 1509, la ville devint tributaire de l'Espagne, qui s'était rendue maîtresse de Bougie, puis elle fut, un instant, le siège du gouvernement de Khair Ed Din, lorsque ce dernier partagea la régence avec son frère Baba-Aroudj. Durant tout le Moyen âge, fait, nous dit-on, d'inconstance politique mais, paradoxalement d'une stabilité économique et d'un formidable élan mystique (Chaid-Saoudi 2010), cette ville fut au cœur de nombreux conflits politiques, et changea souvent de camps, les sultans de cette époque n'arrêtaient pas de nommer leurs représentants successifs. D'après Nathan (2012) les risques sont le résultat de facteurs locaux bien sûr, mais également globaux, nationaux, départementaux. Ils sont influencés par l'interaction entre la nature et la société, par l'ensemble des processus sociaux, économiques, politiques, écologiques, techniques, par l'histoire, la science, la pratique, par les citoyens et les technocrates. Donc nous pensons que cette vulnérabilité (instabilité politique) est le début des risques à Dellys.

3.1.2. De 1844 à 1961 : des nouveaux plans pour la ville et une conscience du risque

Durant cette longue période allant de l'arrivée des militaires français dans cette ville jusqu'à son indépendance nous allons tenter de comprendre l'évolution de la forme urbaine de la ville Tedellis et, comment les nouveaux arrivants ont-ils construit leur nouveau quartier ? sur quel espace ? Est-ce qu'ils ont préservé les éléments naturels ?, comment la ville s'est protégée et s'adapter aux milieux naturels de son site. Selon Meschinet De Richemond (2016), les événements naturels à cette époque s'insèrent dans le quotidien de communautés majoritairement rurales et sont l'objet d'une représentation collective qui les intègre au dessein de Dieu, caché aux Hommes.

3.1.2.1. Des fonctions militaires et défensives (besoins sécuritaires)

La ville de Tadellis a été conquise le 7 mai 1844²⁹, à la suite d'une expédition conduite par le général Bugeaud. Au moment où les militaires Français en prirent possession, ils y ont élevé un camp (Rozet et Carette, 1850). Un levé topographique de 1844 montre l'emplacement du camp dans la partie Nord-Ouest de la ville, les jardins et la ville arabe. À partir de 1844, la ville de Tadellis est appelée « Place de Dellys ». Le plan de la ville de 1844 établi par Visbecq (1926), nous a permis de faire un état des lieux de la ville avant l'arrivée des français; on y trouvait 10 marabouts, une grande mosquée, des jardins, des fortifications et de nombreuses maisons. Après cette date, plusieurs transformations urbaines et interventions militaires ont touché la ville, notamment, l'implantation d'un camp militaire sur l'emplacement de la grande mosquée, la démolition de plusieurs fragments de maisons et l'implantation de bâtiments militaires sur des espaces destinés aux jardins. Le tout fut accompagné de la réalisation de fortifications militaires (figures 59 et 60), bien que l'on ne soit plus au Moyen Âge, époque où les fortifications jouaient le rôle de défense des populations rurales qui venaient s'y réfugier lorsque les armées adverses et bandes de pillleurs commençaient à ravager la campagne (Verhaeghe, 1993), l'enjeu était la protection des installations militaires. D'après Laporte (1995), *la ville ancienne fut respectée, mis à part l'alignement un peu brutal de la rue principale. Une petite ville française lui fut simplement juxtaposée au sud sur des terrains accidentés (il fallut combler un profond ravin pour construire l'église). Dès les années 1850, on construisit une nouvelle enceinte qui subsiste aujourd'hui en quasi-totalité.* À cette époque, la cartographie du milieu naturel est omniprésente (représentation des oueds, ravin et de la morphologie du terrain), de même pour les limites des jardins et les maisons à détruire et à aligner (figure 61).

²⁹ Le maréchal Bugeaud a occupé la ville indigène de Dellys le 7 Janvier 1844; il y a créé, par arrêté du 2 mars 1845, un centre européen de 200 familles. En 1854, un nouveau centre de population fut établi à Ben-Nechoud, à 10 kilomètres de Dellys, et l'ensemble des deux territoires fut érigé en commune par un décret du 31 décembre 1856, qui confia son administration à un commissaire civil.

Figure 59: La ville de Tedellis en 1844. (Source : Visbecq, 1926)

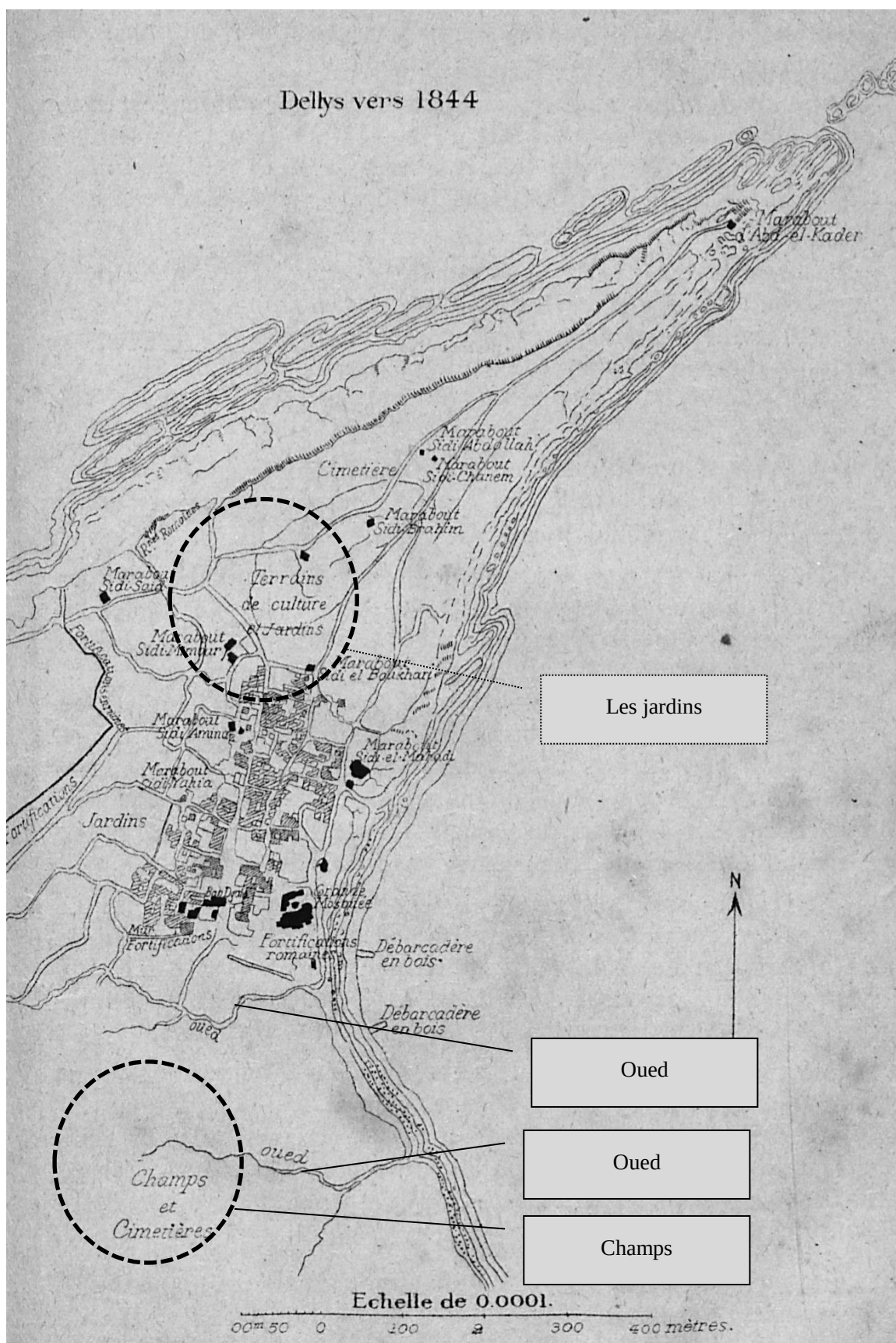


Figure 60 : Lever de la ville de Dellys en 1844 (Source : @Service historique de la défense, Vincennes, 2021)

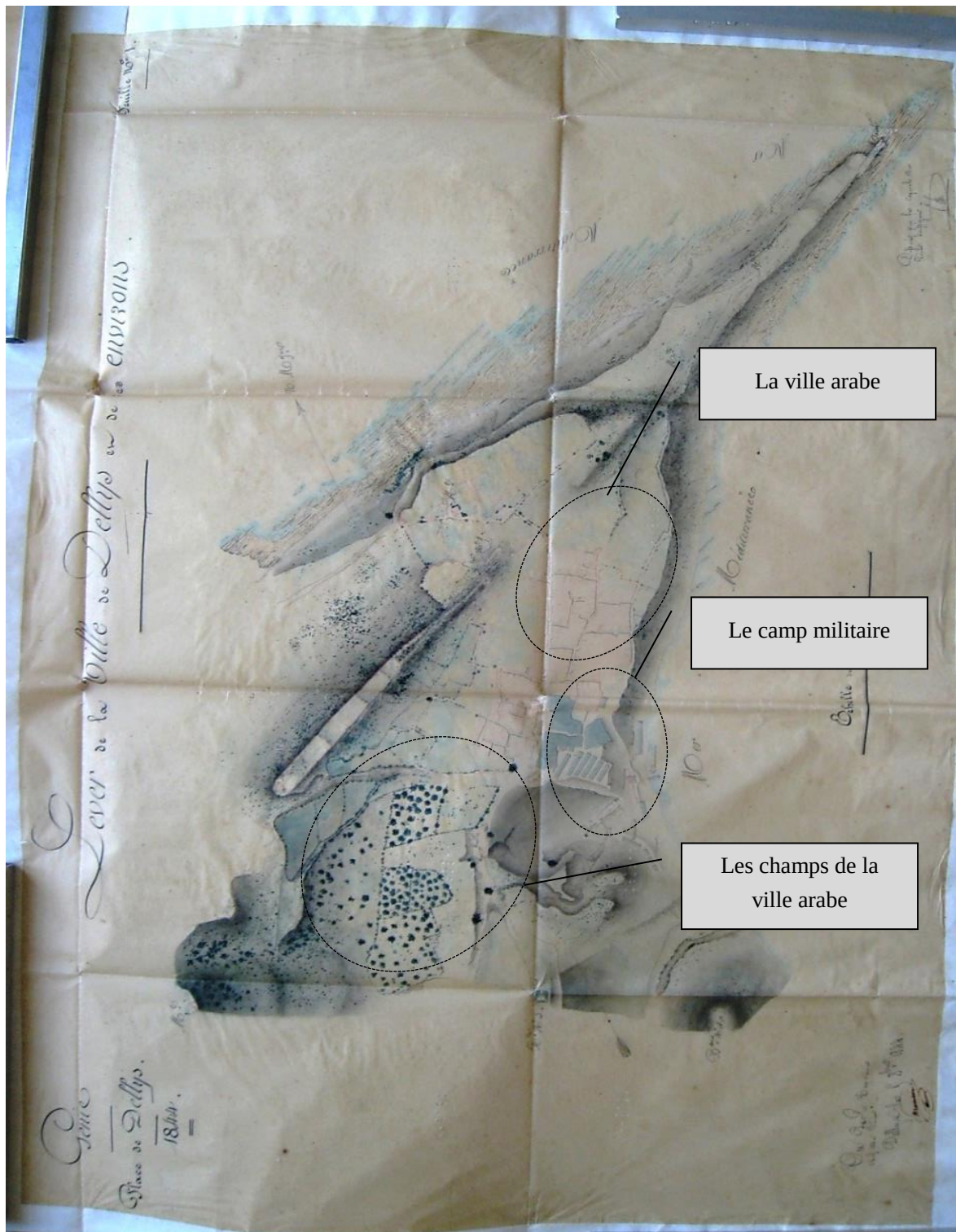
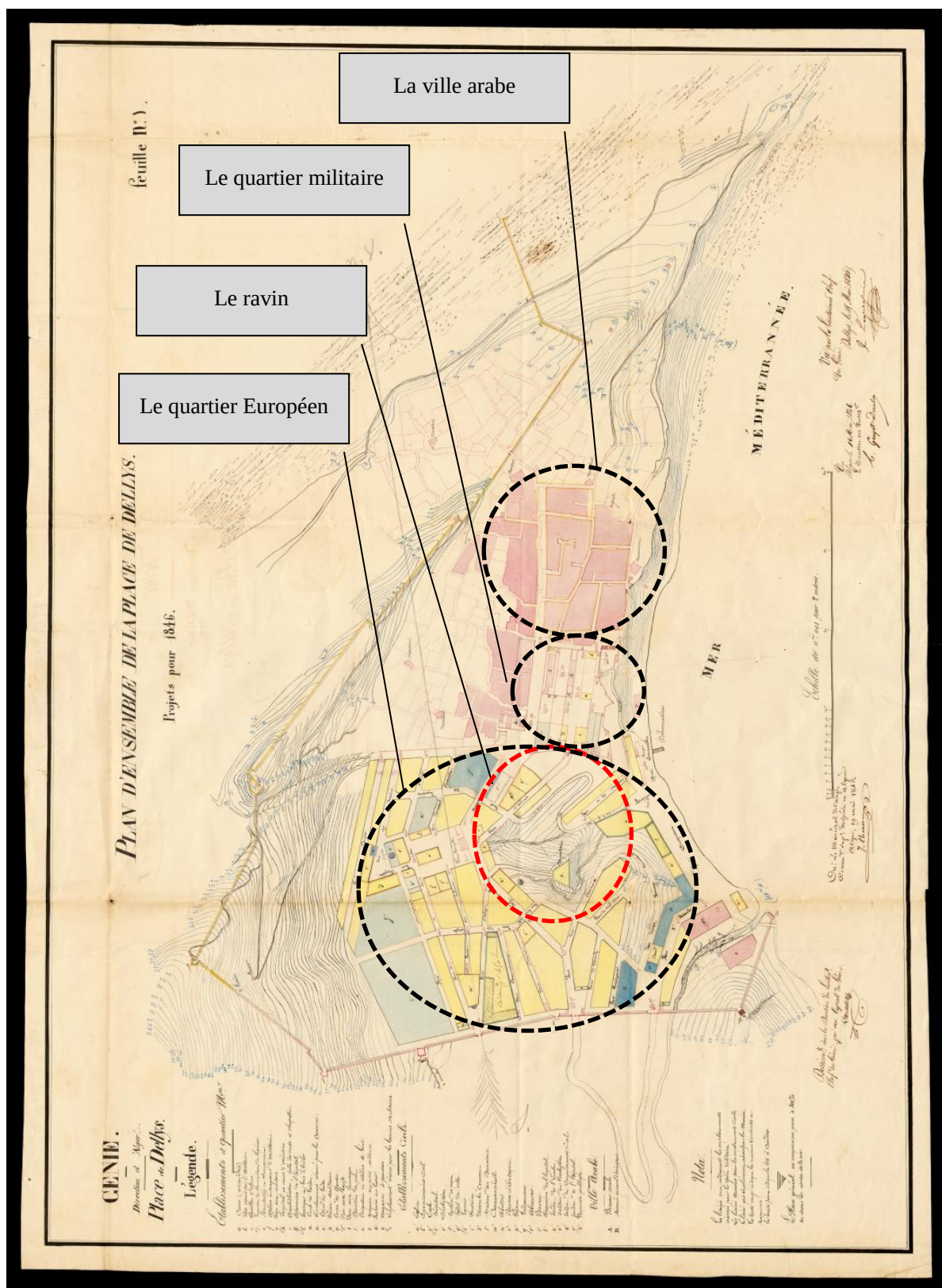


Figure 61: plan d'ensemble de la place de Dellys en 1846 (Source :@Service historique de la défense, Vincennes, 2021)



Comme la ville de Dellys était un chef-lieu de commissariat civil et une subdivision militaire, son district appartenait à l'arrondissement d'Alger, province d'Alger, et la division militaire de Blidah qui comprenait six subdivisions : Blidah, Dellys, Aumale, Médéah, Milianah et Orléansville. La subdivision embrassait quatre cercles : Dellys, Tisi-Ouzou, Dra-el-Mizan et Fort-Napoléon, qui occupaient la presque totalité de la Grande Kabylie (Rozet and Carette, 1850). Pour renforcer son rôle de chef-lieu, des nouveaux plans militaires sont proposés et réalisés pour les quartiers militaires et civils en plus d'importantes opérations urbaines; la première est la démolition des ilots dans la partie nord, pour installer des bâtiments militaires (casernes, dépôt de remonte, hôpital militaire, etc.), la deuxième est la création d'un nouveau quartier civil implanté sur le site des jardins de la ville arabe; de nouvelles parcelles à bâtir ont été créées pour recevoir les nouveaux arrivés (les européens) et pour implanter de nouveaux bâtiments publics (écoles, église, marché et une école de formation professionnelle). Même la ville arabe n'a pas été épargnée, elle a connu plusieurs opérations urbaines : alignement, démolition et élargissement des rues. Ces opérations ont touché la plupart des ilots (figure 62). Plusieurs sites ont connus des modifications de leurs fonctions initiales, comme les ilots destinés aux jardins, les mosquées et des maisons³⁰. D'après Chaid-Saoudi, 2010; Feredj et Bouamrane 2010 . Même la banlieue de la ville n'a pas été épargnée; des propriétaires ont été expropriés de leurs terres qui ont été octroyées aux nouveaux colons Européens, pour créer de nouveaux centres de colonisation, à l'exemple du centre Tagdempt à l'entrée Ouest de Dellys. Les premières interventions sur la ville furent à caractère militaire. Leur but était multiples et leurs motivations complexes: d'abord consolider la défense et le contrôle de la ville, démontrer la puissance du colonisateur, en imposant son ordre, et, enfin, aménager un espace à l'image de la France pour la population appelée à vivre dans la nouvelle colonie. Ces travaux, dans ces débuts de conquête, seule l'armée pouvait les entreprendre (Chaouche, 2013). Les bâtisseurs militaires étaient sensibles à la nature du sol dans la réalisation des bâtiments, dans leurs mémoires sur les projets pour 1847 on peut lire : « ainsi dans cette partie de la montagne de Sidi Souzan (un Blockhaus au sud de la ville de Dellys), comme dans les autres courtines exécutées précédemment, le roc a une profondeur moyenne de 1m20 au-dessous de la croute extérieure, on a été obligé de fouiller en beaucoup de points jusqu'à une profondeur de 2m à 2m50 avant de rencontrer le bon sol.... ». Il y avait, donc, une conscience et une connaissance du risque d'effondrement des bâtiments.

³⁰ Le problème majeur de cette époque est l'alimentation des nouveaux quartiers en eau potable. Donc la solution était cherchée dans l'exploitation des sources existantes.

3.1.2.2. De 1864 à 1961 : le déclin de la ville

Les années des catastrophes de 1864 à 1868 et les insurrections de 1871, sont les débuts du déclin. Entre 1864 et 1868, la région de Dellys a connu des désastres (invasion des sauterelles, tremblements de terre et épidémie de choléra)³¹. D'après Chaid-Saoudi, (2010) « la population n'augmentait pas ou très peu dans les années 1864-1866, et dans la seule subdivision de Dellys, on ne recensa pas moins de 10.000 morts ». De plus, après l'insurrection de la Grande Kabylie en 1871, les autorités coloniales d'Alger, ayant pris conscience de l'importance stratégique et économique que représentait Tizi-Ouzou, décidèrent de favoriser ce centre au détriment de Dellys, qui était jusque-là le siège administratif et militaire de la Kabylie (Feredj et Bouamrane, 2010). C'est ainsi que Dellys, plaque tournante de la Grande Kabylie, perdit, petit à petit, son monopole ; il y eut, d'abord, le transfert de la sous-préfecture, puis celui du siège de la subdivision militaire. Sa vulnérabilité politique et économique est déclenchée durant cette décennie. Vers 1880, le projet de construction d'une voie ferrée entre Tizi-Ouzou et le port de Dellys fut abandonné, et fut remplacé, en 1888, par une ligne reliant la ville d'Alger à Tizi-Ouzou. Cette liaison mit fin à la dépendance de Tizi-Ouzou vis-à-vis de Dellys (Feredj et Bouamrane, 2010). Qu'en fut-il de l'agglomération de Dellys ? La ville intramuros connaîtra une autre opération d'élargissement de l'axe national qui mène vers Bordj Menail et Alger traversant Takdampt et le tracé du quartier Européen est achevé en 1855, et occupé en totalité en 1895. Les milieux naturel et physique de la ville et sa banlieue sont intégrés sur les plans, à l'exemple des oueds qui traversaient le quartier européen, et sont matérialisés à travers l'emplacement des puits, des fontaines et des abreuvoirs. Les bâtiments à caractère militaire ont eu des fonctions dominantes dans la ville. Les jardins ont été délocalisés vers l'extramuros dès 1915 (figure 63). Les plans de 1886 et 1896, nous enseignent sur les oueds, la morphologie du site et l'occupation des différents espaces de cette ville (figures 64 et 65). Nous observons une bonne connaissance de ce site et un développement lent de la ville. Malgré une faible évolution de la population locale (figure 66), les besoins de cette dernière en logements ont évolué. La densité était concentrée dans la ville arabe qui n'a pas connu d'extension. Entre 1935 et 1959, une nouvelle extension est annoncée, dans la partie Ouest de la ville arabe, de nouvelles bâtisses ont été installées sur le site « Ladjenna » (figure 66), qui, avant l'arrivée des français, abritait, comme son nom l'indique, les jardins de la ville arabe. C'est à partir de 1924 que la loi rend obligatoire la production d'un plan directeur (PD) pour toute ville dont la population est supérieure à 10 000 habitants. Différents plans, donc, ont permis la transition entre

³¹ Les généreux désirs de Monseigneur l'Archevêque furent largement satisfaits. De toutes les villes, de tous les villages de la province d'Alger, furent envoyés à l'Archevêché un grand nombre de ces pauvres petits abandonnés. « J'ai pris pour ma part, disait ce digne Prélat dans sa lettre du 15 mars, à tous les Evêques de la Chrétienté, j'ai pris pour ma part et celle de l'Eglise, dans ce grand désastre, les pauvres veuves chargées d'enfants et surtout les petits orphelins » J'ai ouvert à ces derniers un vaste asile où ils arrivent tous les jours en grand nombre. Déjà huit cents ont été recueillis par moi ; et, si, comme cela est à craindre, jusqu'à la moisson du moins, la misère des Arabes continue, ce nombre sera de beaucoup dépassé.

l'urbanisme d'alignement, de type militaire, du 19^{ème} siècle et l'urbanisme de zoning du 20^{ème} siècle (Chaouche, 2013).

Figure 63: Situation des jardins 1915 (source : centre des archives national Algérien)



Figure 64: La ville de Dellys en 1891 avec ses différents oueds. (Source : Trèves, 1892)



Figure 65: Vue sur les remparts et la quartier européen en 1902 (source : Karl 1902.)

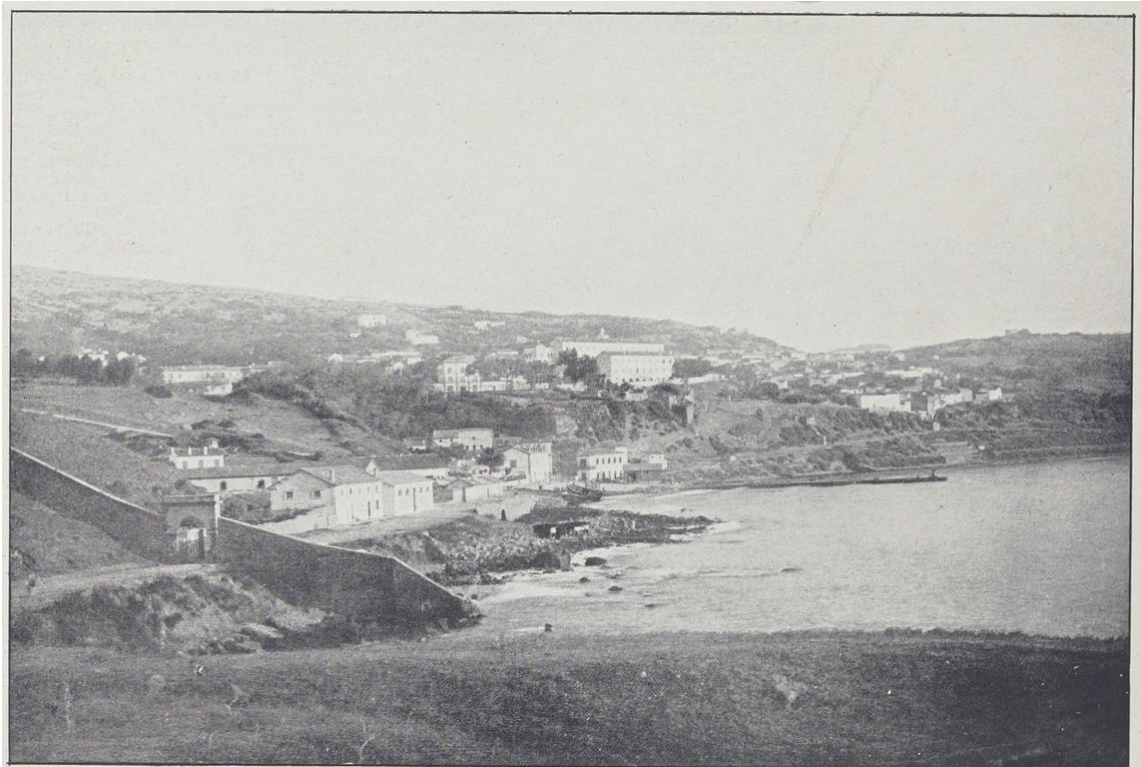


Figure 66: Évolution de la population de la ville de Dellys de 1844 à 1925 (Sources :Chaid-Saoudi, 2010 ; Trèves, 1892, traitement Sehili, 2021)

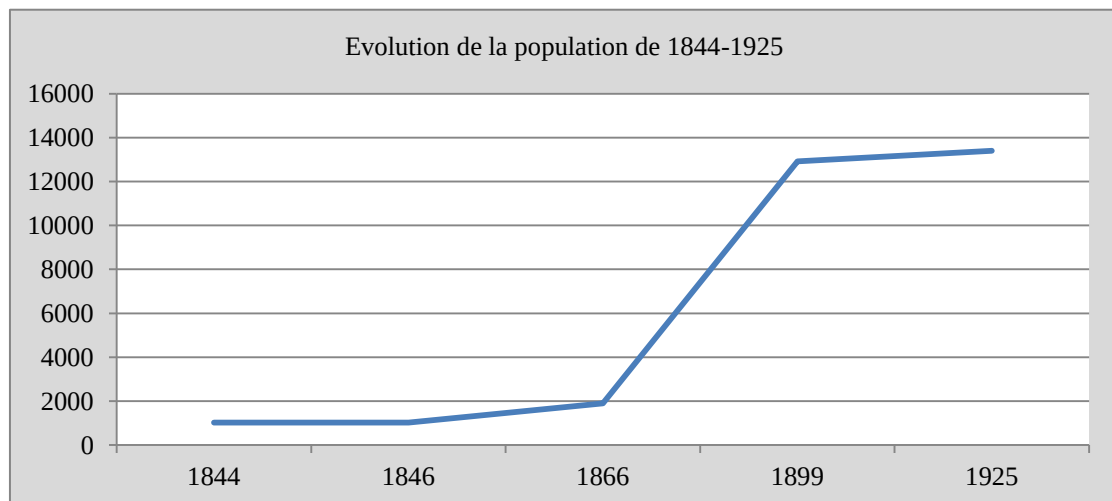
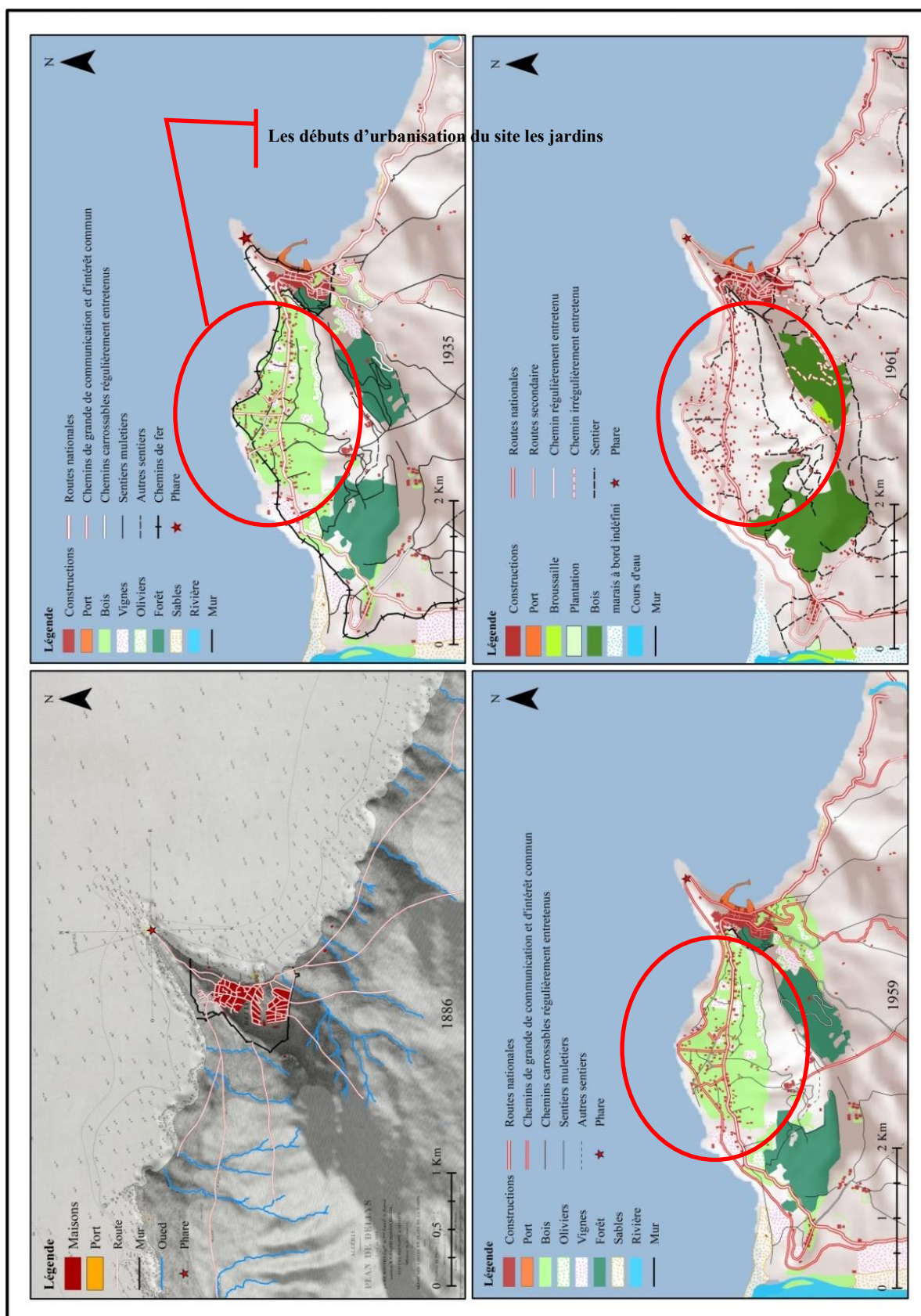


Figure 67: La ville de Dellys entre 1935-1959. (Source : INCT, modifiée par Sehili ,2022)

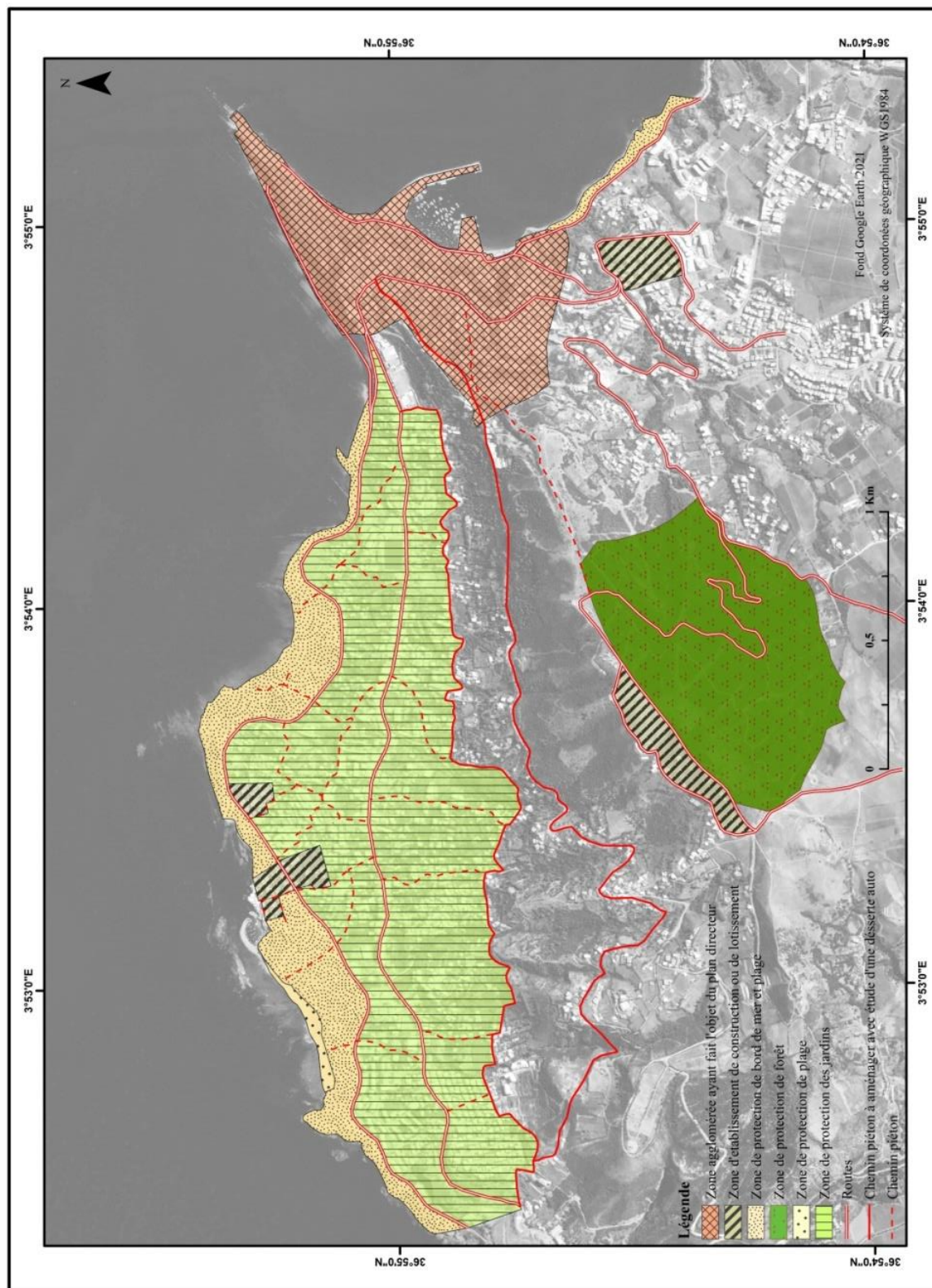


3.1.2.3. 1959 : Une ville protégée et planifiée

En 1959, Dellys est couverte par son premier plan directeur³², il fixe le caractère spécial de chacune des parties du territoire et leur extension, selon les besoins, et pour un développement successif de la ville. Elle a été aménagée selon six zones avec des affectations spéciales, comme le tracé des voies de circulation et les servitudes, la zone d'établissement de construction ou de lotissement, une deuxième de protection du bord de mer et de la plage, une troisième zone de protection des jardins, une quatrième de protection des forêts, une cinquième de protection de la plage et une dernière concernant la zone agglomérée de la ville qui regroupait elle regroupe la vieille ville Dellys et la ville européenne (figure 68).

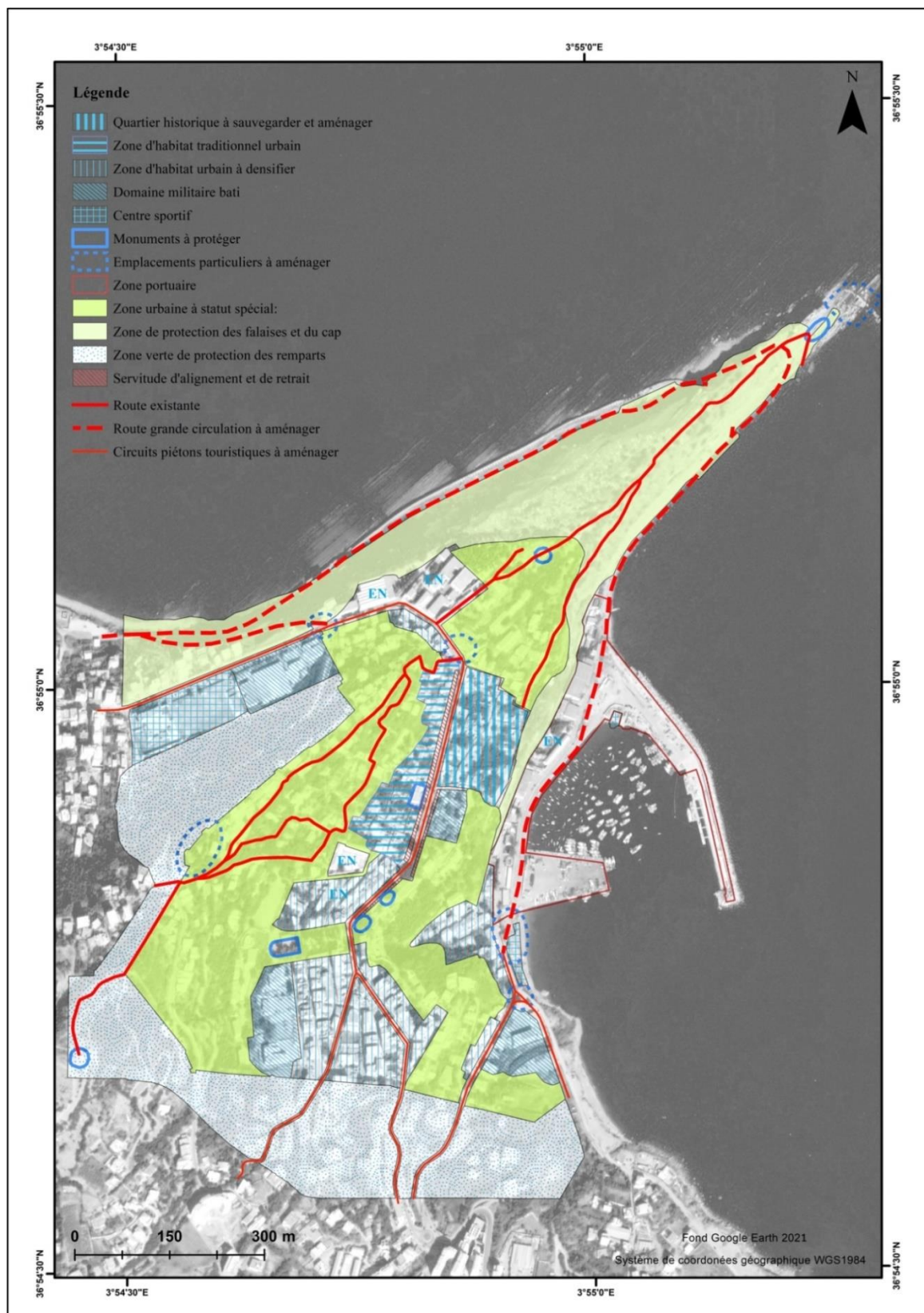
³² Ce Plan directeur a été lancé par le service de l'Urbanisme de la direction générale des Travaux publics, de l'Hydraulique et de la Construction, département de la Grande Kabylie.

Figure 68: Le plan directeur (PD) de la ville de Dellys en 1959 (source : OGBC Alger, modifiée par Sehili, 2022)



Nous constatons une certaine rigueur dans la planification de l'aménagement de ce territoire, afin de minimiser sa vulnérabilité à travers des prescriptions spéciales pour les secteurs exposés à des risques naturels qui sont citées dans l'article (I'OR) du règlement du plan directeur : « Toute construction est interdite sur les terrains suivants, frappés de servitude non aedificandi : les terrains inondables, les terrains sujets à des glissements ou éboulements, les zones irriguées et les zones boisées. Seules les constructions utilisées pour le logement du personnel nécessaire à l'entretien des zones irriguées ou boisées, pourront être implantées sur les terrains irrigués ou boisés » (PD 1959). Et l'article 20 R stipule que « l'interdiction de déboiser est formelle sur les terrains en forte pente (plus de 15% de pente), du fait de la nécessité de fixer les terres. Dans tous autres secteurs, le déboisement devra être compensé par des plantations d'arbres à hautes tiges en nombre identique. En outre, il pourra être imposé de même espèce » (PD 1959). Ce règlement exprime bien une conscience des risques de catastrophes et la nécessité de protéger les espaces destinées aux jardins, les bords de mer, les plages, les oueds et les forêts (annexe 4). Même la zone agglomérée était protégée, son plan urbain a fixé des zones de protection spéciales, selon trois types : la protection des espaces verts et du site, la protection des falaises et du cap et la protection la zone verte abritant les remparts (figure 69). On constate, ainsi, une protection du territoire de la ville à différentes échelles spatiales. Mais la carte de 1961, montre un autre aménagement pour la zone des jardins et une occupation très dense par rapport à la carte du règlement de 1959. Qu'est-ce qui a pu justifier ce changement dans un espace de temps aussi court ? La première explication se trouve dans les besoins sociaux de la population locale. Les habitants de la vieille ville étaient propriétaires de leurs terrains. Nous avons évoqué, plus haut, l'évolution de cette population urbaine et la fait que la vieille ville ne répondait plus aux besoins de ses habitants en termes de logement. Donc, à l'indépendance, l'occupation de ces jardins était une nécessité sociale. Comment cette croissance urbaine a-t'elle continué sur ces espaces qui étaient protégés avant 1959, et quels sont les facteurs externes et internes qui ont présidé à ce développement urbain ? C'est ce que nous allons voir dans la partie suivante.

Figure 69: Le plan directeur de la ville arabe et le quartier européen en 1959 (Source : OGBC Alger, modifiée par Sehili,2022)



3.1.3. De 1962 à 2007 : la création de nouveaux quartiers à risque

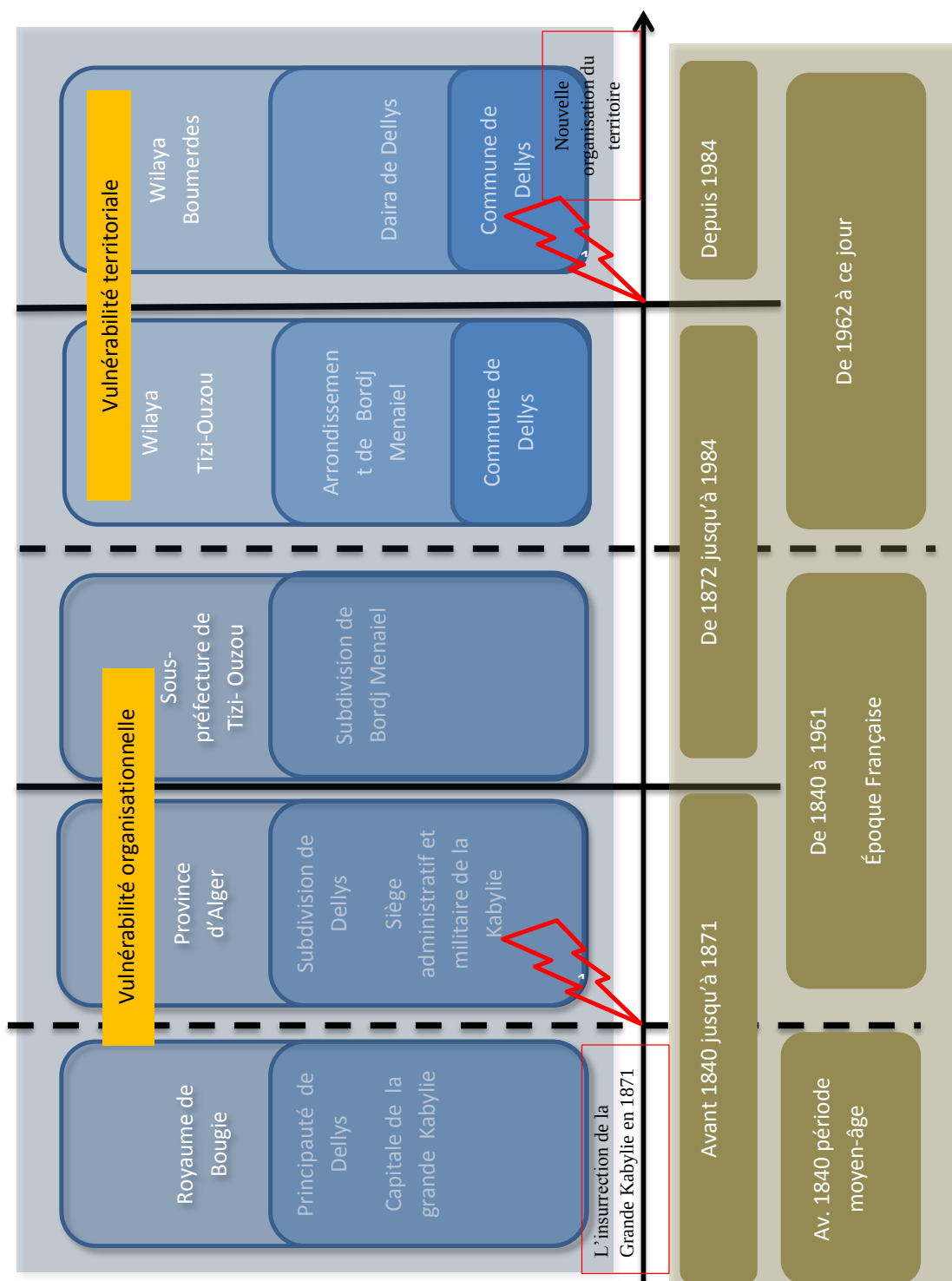
D'après Thouret et D'Ercole (1996), les effets dommageables des phénomènes naturels dans les villes sont accentués par l'action humaine. Deux types de zones urbaines sont, généralement, désignés comme dangereux: les secteurs en construction et les logements sur pentes raides et dans les lits majeurs inondables. Nous pensons que les catastrophes naturelles à Dellys ont été accélérées par l'extension anarchique des habitations, l'accroissement des surfaces imperméabilisées, l'encombrement des lits des cours d'eau, les aménagements mal intégrés, y compris les ouvrages de génie civil. De plus, les séismes ont des effets néfastes à cause de la mauvaise qualité du bâti et de l'absence de l'application de la législation anti-sismique. Dans cette partie nous allons retracer les grands moments de l'urbanisation à Dellys, en mettant en exergue les limites d'évolution des sites urbains de cette ville. Puis un accent particulier sera mis sur les facteurs anthropiques qui se combinent à la situation socio-économique, pour transformer les quartiers de Dellys en structures très susceptibles aux catastrophes naturelles.

3.1.3.1. La mutation du statut administratif

Jusqu'à 1984, selon le décret n°63-189 du 16 mai 1963 portant organisation territoriale des communes, la ville de Dellys faisait partie de l'arrondissement de Bordj Menaiel dans la wilaya de Tizi-ouzou. Mais après cette date, elle a été rattachée à la wilaya de Boumerdes comme chef-lieu de daïra avec trois communes à gérer³³. En conséquence cette rupture va créer une vulnérabilité organisationnelle déjà amorcé avant 1962. La mutation du statut administratif de la ville de Dellys a commencé, en fait, avant 1840 (figure 70). L'émergence de nouveaux pôles urbains, comme Tizi-Ouzou, en 1872, et Boumerdes, en 1984 ont fait perdre à cette ville son statut de ville régionale et de capitale de la Grande kabylie, malgré sa situation à la limite de trois territoires d'importance nationale et régionale, Alger, Tizi-Ouzou et Bougie. En plus, la distance entre Dellys et le chef-lieu de wilaya, Boumerdes est de 1h15 via la route nationale 12, et 1h22 via la route nationale 24. Par contre, elle n'est qu'à 1h du chef-lieu de la wilaya voisine de Tizi-Ouzou. Cette mutation avait des effets négatifs sur le développement économique et social de la ville Dellys et son évolution urbaine. D'après (Roux-Dufort 2010), une crise résulte toujours de deux phénomènes cumulatifs combinés: un processus d'accumulation de fragilités et un processus d'ignorance managériale sur ces fragilités. À Dellys cette mutation organisationnelle du territoire a créé une désorganisation dans la gestion du territoire d'où une mauvaise connaissance des territoires fragilisés par un mauvais management que nous allons confirmer dans la prochaine étape.

³³ La loi du 04 février 1984 n°84-09 relative à l'organisation territoriale du pays.

Figure 70: Mutation du statut administratif. (Source : Sehili , 2022)



3.1.3.2. Une forte densité et un bâti dégradé et ancien

Appréhender l'évolution de la ville de Dellys depuis l'indépendance n'est pas une tâche facile. Les données du recensement de 1966 nous ont permis d'avoir une idée sur l'état de cette commune juste après l'indépendance. La commune de Dellys recensait 23668 habitants, et 3838 logements dont 1758 ont été construits avant 1945, et 2000 logements 1273 d'entre eux affichaient un taux d'occupation de 7 à 10 personnes, et 1272 un taux d'occupation de 6 personnes. Cela donne une moyenne de 6.17, ce qui constitue un indice très élevé par rapport à la moyenne nationale de cette époque³⁴. Pour ce qui est de l'agglomération chef-lieu de Dellys, l'évolution de la population entre les recensement de 1987 et 1998 a été faible, par rapport à la moyenne nationale (tableau 18). Par contre, en ce qui concerne les zones éparses, le taux était négatif, cela s'explique par la situation sociale et économique de ces zones, dont les populations se sont migrées vers l'agglomération chef-lieu, notamment, pour y chercher du travail. En cela se trouve l'explication du taux élevé d'occupation des logements qui y a été enregistré. Cette situation amorcera la vulnérabilité sociale de la population de Dellys.

Tableau 18: Taux d'accroissement de la population de Dellys entre 1987 et 1998. (Source : PDAU, 2008)

Dispersion	Population		Taux d'accroissement	Logements			
	1987	1998		1987	TOL	1998	TOL
Agglomération chef-lieu	15987	19478	1.73	2531	6.31	2724	7.15
Agglomérations secondaires	3287	3668	1	442	7.43	-	-
Zones éparses	5447	4978	-0.80	779	6.99	1962	2.53
Total	24751	28124	1.16	3752	6.59	4704	5.97

Entre 1959 et 1962, la densité des habitants dans la vieille ville était de 240 hab/ha³⁵. Même des photos, prises après l'indépendance, confirment cette densité élevée dans la ville de Dellys (figure 71). La population vivait dans cette ville depuis des siècles, et le bâti était le même depuis 1840 ; il y avait, donc, un besoin urgent en logements. La ville de Dellys avait connu un début d'extension sur le site des jardins, mais le plan directeur de 1959 a protégé cette zone. La vue aérienne prise en 1980, montre une extension dans la partie Ouest de la ville (Oued Tiza) par la réalisation d'un ensemble de logements collectifs extramuros, accompagnés d'un équipement éducatif (figure 72).

³⁴ Recensement général de la population et de l'habitat 1966, wilaya de Tizi ouzou, direction général du plan et des études économiques. Oran 1970.

³⁵ Le plan directeur de 1959

Figure 71: Vues de 1 à 6 : La Casbah de Dellys en 1980. (Source : Office National de Gestion et d'Exploitation des Biens Culturels Protégés OGEBC, 2017)

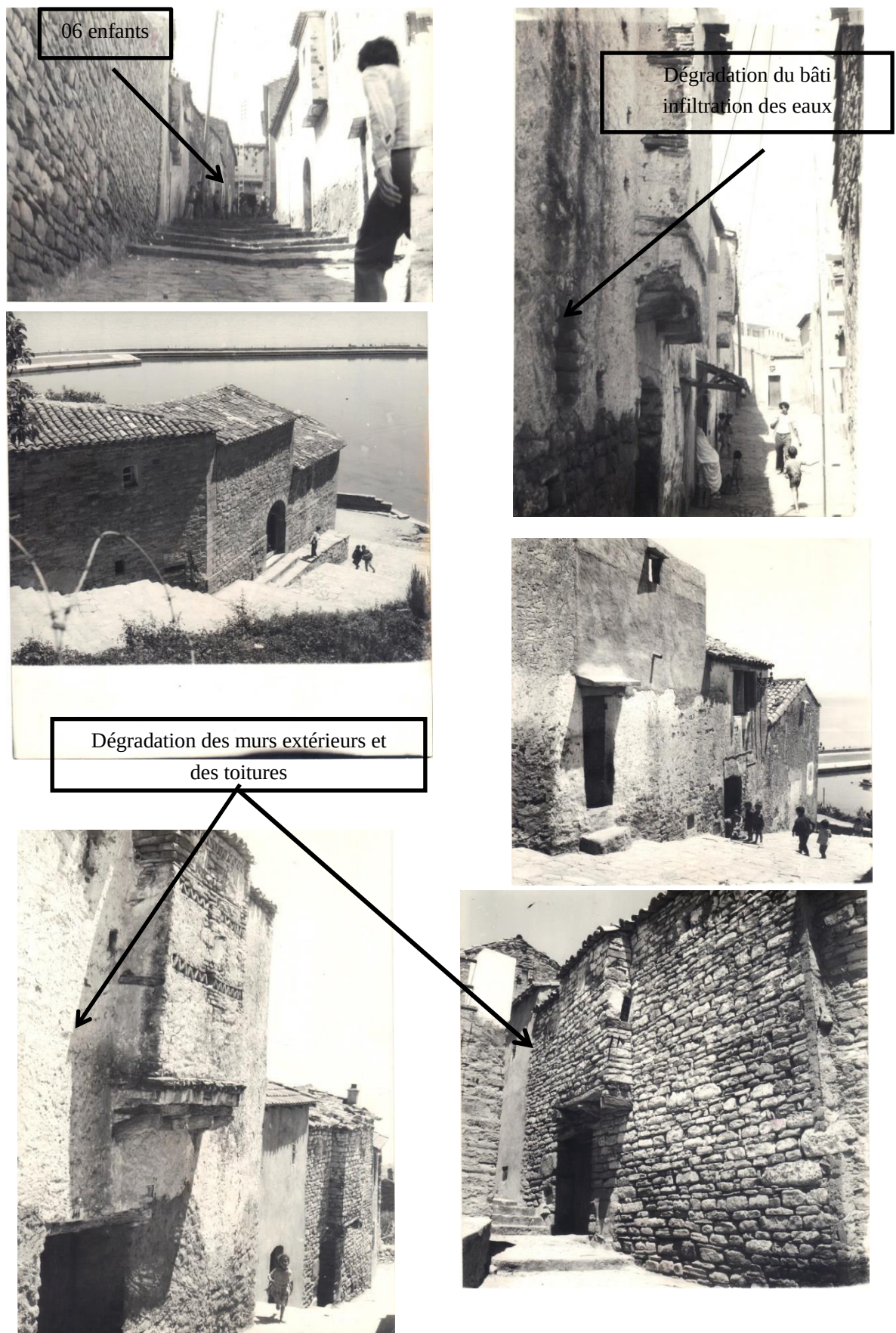
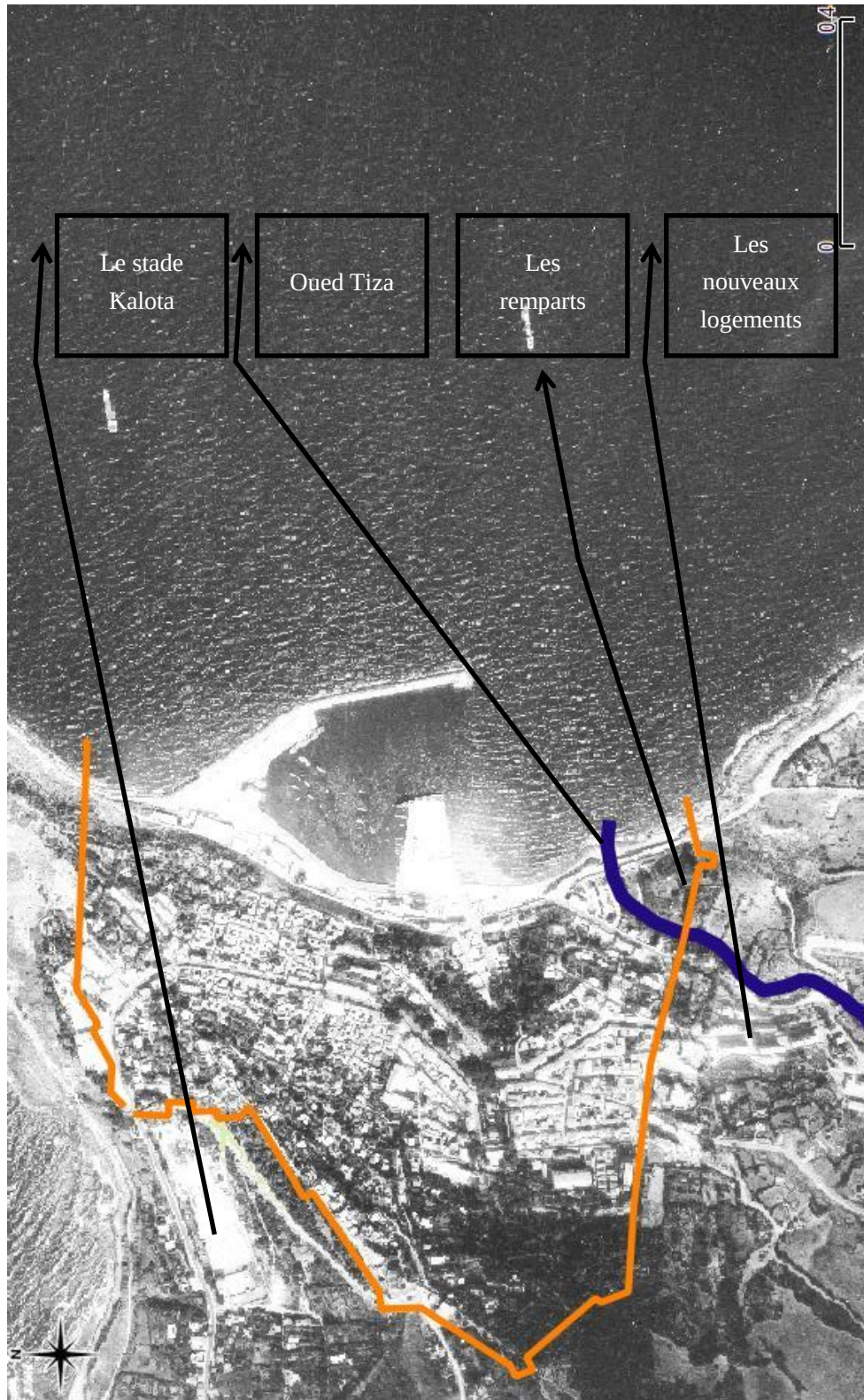
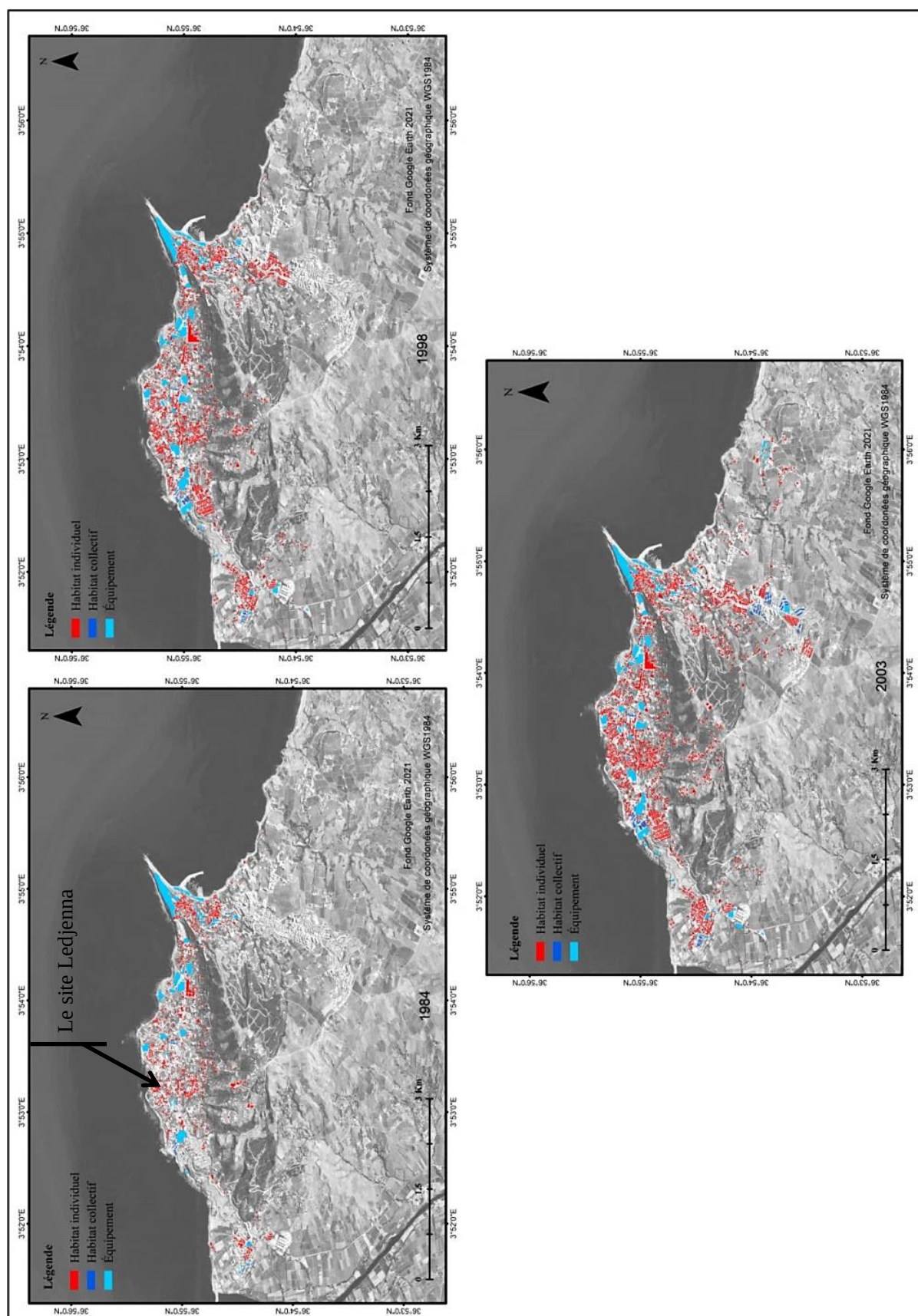


Figure 72: Vue aérienne de la ville de Dellys en 1980. (Source : INCT, modifiée par Sehili,2022)



De 1961 à 1984 , nous assistons à une segmentation accentuée de la société urbaine de Dellys, qui reflète le mal développement et les conflits socio-économiques dans des espaces limités. Doumane (2011) a confirmé cette situation « La colonisation française a, jusqu'à 1871, centré le commandement militaire de la Kabylie sur cette ville (subdivision de Dellys). Le déclin de celle-ci est particulièrement frappant dès la fin du XIXe siècle. Inexorable, il ne sera jamais démenti jusqu'à aujourd'hui. Les quelques programmes réalisés durant la décennie 1970, la pâle image qui subsiste de son caractère balnéaire, le lycée technique d'État qui attirait l'attention, n'ont pas suffi à impulser une dynamique » . Après 1984, la ville est redevenue, à nouveau, un chef-lieu de daïra assemblée à la wilaya de Boumerdes. La fragilité de la ville va être accentuée par d'autres facteurs, tels la modification de la morphologie urbaine et la création de nouvelles fonctions sur des sites exposés et dangereux. La ville va connaître un phénomène d'urbanisation vers de nouveaux sites urbains. Sur le site des jardins, « Ledjenna », plusieurs constructions individuelles non planifiées seront réalisées sur des parcelles privées (figure 73). Cela a créé des nouveaux besoins en équipements urbains (voirie, réseaux divers, équipements, etc.) et entraîné un nouveau processus de production territorialisée du risque, par l'accroissement de l'exposition (hausse quantitative de vulnérabilité) mais aussi par l'apparition de nouvelles vulnérabilités liées à ces équipements, au déplacement, aux modes de vie associés.

Figure 73: Le développement de la ville entre 1984 et 2003. (Source : INCT, 2017 modifiée par Sehili 2022)



Avant 2003, le Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme de 1998 avait planifié le développement urbain de la ville sur de nouveaux sites à risque (figure 74). Afin de prendre en charge les besoins sociaux des populations en terme de logements, la ZHUN (la nouvelle zone d'habitat urbain) « nouvelle ville » qui s'étale sur une superficie de 77 ha, a été implantée sur un terrain accidenté et agricole, propriété privée de l'Etat (les programmes sociaux sont réalisés sur des terrains appartenant à l'Etat), qui avait été le site des terres agricoles (figure 75). Le changement spatial des fonctions des espaces dans la ville de Dellys a créé de nouveaux besoins en équipements urbains, cela a impacté le fonctionnement des espaces urbains et entraîné une vulnérabilité des populations urbaines et une émergence des risques urbains. Cette nouvelle dynamique urbaine a entraîné de nouvelles vulnérabilités que les conséquences du séisme de 2003 et les inondations de 2007 ont mises en exergue.

Figure 74: Le zonge du PDAU 1998. (Source : URTO Tizi Ouzou , modifiée par Sehili,2022.)

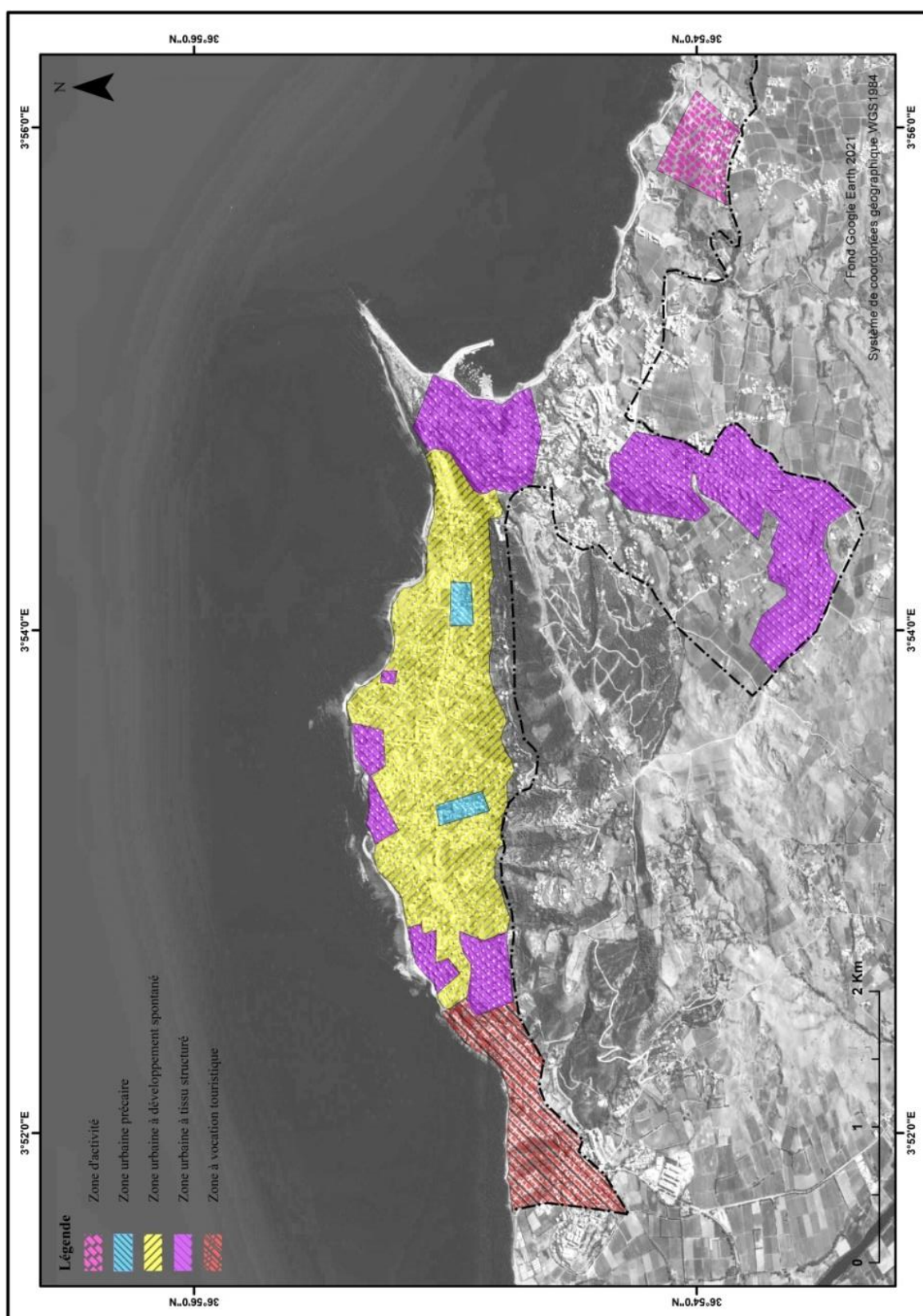
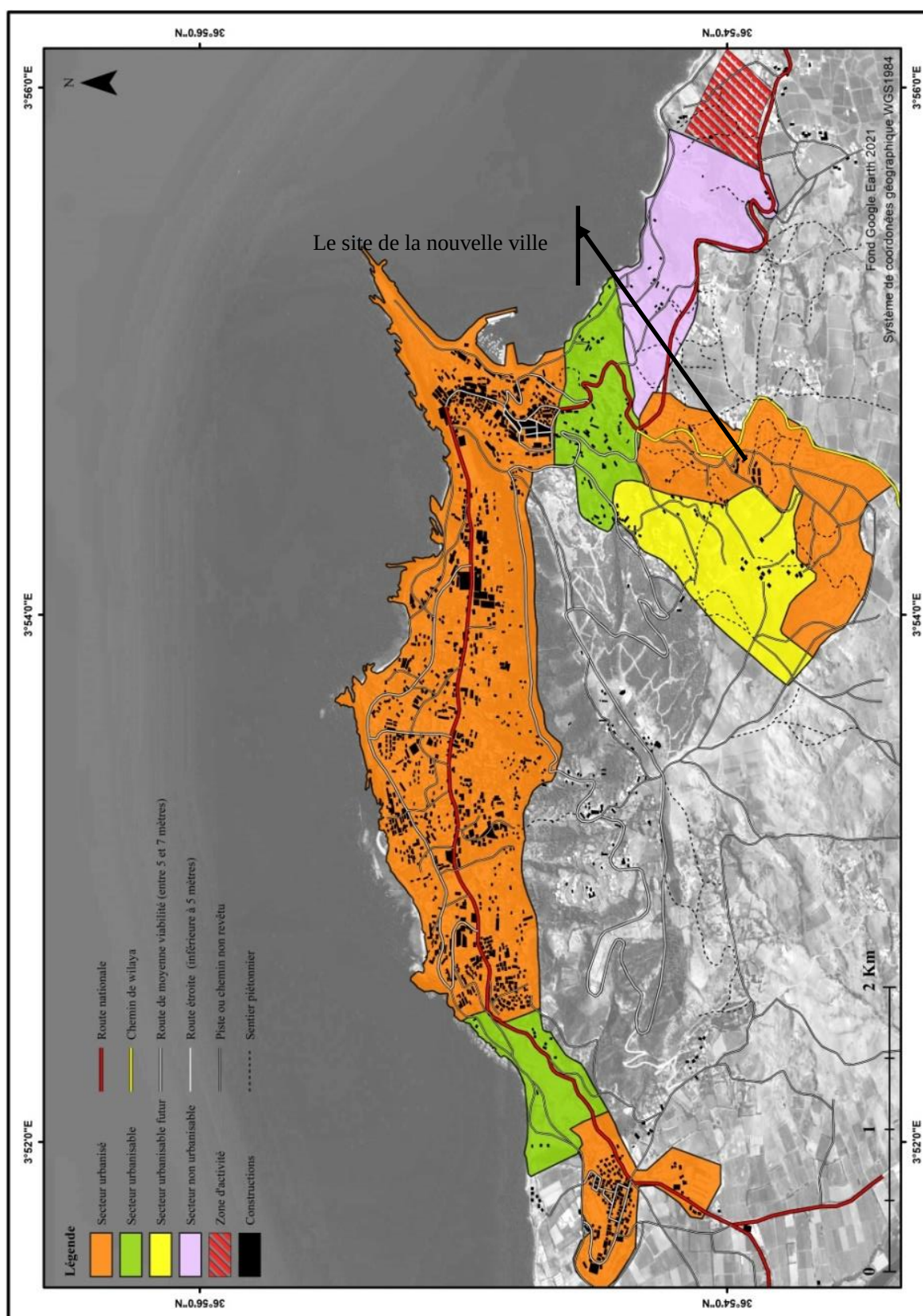


Figure 75: Les orientations du PDAU 1991-1998. (Source : URTO Tizi Ouzou, modifiée par Sehili 2022)



3.2. L'augmentation des vulnérabilités de la ville de Dellys à la fin du XX^{ème} siècle : retours d'expérience sur le séisme de 2003 et les inondations de 2007

Ces différents facteurs internes et externes à la ville de Dellys à savoir structurels, la structure des matériaux, le changement de la morphologie urbaine de la ville, une croissance urbaine incontrôlée avec un développement déséquilibré des différents quartiers (segmentation) ont participé directement et indirectement à la construction des catastrophes déclenchées par le séisme de 2003 et des inondations de 2007. Le REX va nous permettre de vérifier cette hypothèse et identifier les quartiers les plus touchés, par degré de dommage, afin de déterminer le lien entre le changement de fonction des espaces urbains et l'importance des dommages. La ville de Dellys a connu, dans les premières années du XXI^{ème} siècle, deux événements naturels, qui ont eu, des conséquences différentes : le séisme de 2013 a été désastreux, tant du point de vue du bilan humain (113 morts) que matériel, tandis les inondations de 2007³⁶ ont causé surtout beaucoup de dommages matériels, et leurs conséquences sur certaines zones de la ville ont été très lourdes. Cette disparité dans la sensibilité aux risques naturels interroge la préparation de chaque territoire humain de la ville aux risques de catastrophes (Saha et al. 2018). À Dellys, les risques naturels ne sont pas extérieurs au milieu urbain, mais au contraire inhérents à la croissance urbaine de cette ville, ils sont intégrés à sa dynamique. Traiter les facteurs extérieurs du milieu urbain de la ville de Dellys, sa croissance urbaine, le déséquilibre de

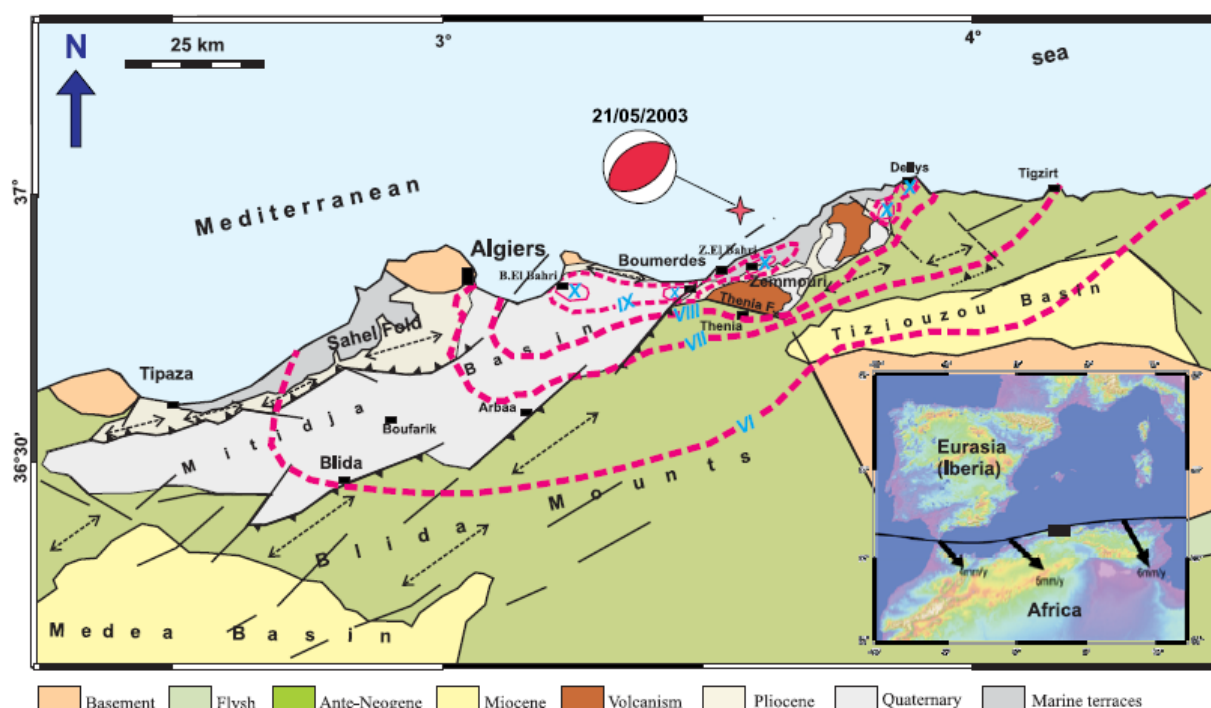
³⁶ Les inondations qu'a connues la ville de Dellys (wilaya de Boumerdès) ces 3 derniers jours ont fait 5 morts et plusieurs blessés, a-t-on appris de sources sûres. La ville est pratiquement isolée du reste du pays en raison des routes coupées. Les victimes ont été tuées par des éboulements ou emportées par les crues, nous dit-on in <https://www.djazairress.com/fr/infosoir/73953>. Un jeune de 15 ans mort, emporté par les eaux, et un autre de 35 ans porté disparu, ainsi que 6 blessés légers sont à déplorer. Le disparu était au volant d'un camion frigorifique lorsqu'il a été emporté par les eaux de Oued Tiza, à l'ouest de la ville. Son véhicule a été retrouvé au bord de la mer et les recherches se poursuivaient encore hier en fin de journée pour retrouver le conducteur. Selon des sources hospitalières, deux autres personnes ont été emportées par les eaux. Durant toute la journée d'hier, la ville de Dellys était totalement isolée du reste du pays suite à la coupure des importants axes routiers la desservant. En effet, à cause de l'effondrement des ponts des entrées est et ouest de la ville, il était impossible d'atteindre le centre urbain par voiture. Les routes nationales 24, 2 et 25 ont été coupées à la circulation à Sahel Boubrak, Benchoud et Sidi Daoud. A l'intérieur de la ville, jusqu'en fin de journée, la circulation était très timide, car pendant et juste après les inondations, l'eau boueuse a atteint une hauteur de 1,5 m dans certains endroits. Les citoyens, qui s'affairaient à rétablir un peu l'ordre dans ou autour de leurs habitations, n'ont cependant pas omis de saluer les troupes de l'ANP qui se sont mobilisées pour leur porter secours. Plusieurs habitations ont été inondées ainsi que des commerces, a-t-on pu constater sur place. Les eaux ont aussi provoqué des glissements de terrain dans plusieurs endroits de la ville comme à la nouvelle ville où tout un bâtiment risque d'être emporté si les intempéries venaient à persister. Les habitants de l'ex-Rusucurus se disent choqués par cette autre catastrophe et nous déclarent que c'est pour la première fois que cela arrive à leur ville qui est pourtant située sur un plan incliné. La catastrophe est aggravée par l'inexistence d'un réseau de drainage des eaux pluviales suffisant, nous disent les habitants qui soulignent que dans plusieurs endroits des ouvrages entiers ont été bouchés. Tiza, Tagdempt, les Jardins, la basse Casbah, Sahel Bouberek, Sidi Daoud et les Salines ont tous été touchés par la catastrophe, à des degrés de gravité différents. Dans certains quartiers, ou plutôt dans la majorité des quartiers et cités, il n'y avait ni électricité, ni eau potable courante, ni téléphone. Le capitaine Meknine de la Protection civile nous parle d'un mort et d'un disparu et nous déclare que ses services ont été renforcés par des éléments venus de Dar El Beïda. La Protection civile continuait en fin de journée encore son opération de secours aux habitants touchés par les intempéries. Il nous dira en outre que l'opération était à 80% d'avancement. Sur le plan matériel, l'on a recensé également plusieurs véhicules emportés par les eaux et d'autres endommagés suite à l'effondrement d'un mur au lycée du 8 Mai 1945. Certaines habitations dans les sites de chalets ont également été inondées. En fin de journée, les habitants sinistrés de Sidi Daoud ont squatté les logements de la nouvelle cité où ils ont élu refuge. Le wali de Boumerdès était, à 7h déjà, parmi la population de Dellys à laquelle il a exprimé tout son soutien. In <https://www.elwatan.com/archives/actualites/un-mort-et-trois-disparus-a-dellys-28-11-2007>

développement urbain et économique, en plus des facteurs internes, à l'exemple des changements de la morphologie urbaine du site, sont des facteurs qui vont nous apporter des réponses pour comprendre les effets du séisme de 2003 et des inondations de 2007.

3.2.1. Les effets du séisme de 2003 sur la ville de Dellys

À Dellys, ce tremblement de terre a généré des pertes humaines et des effets macroséismiques énormes. Ses effets se sont fait particulièrement ressentir sur les enjeux structurels et fonctionnels, à l'image de l'hôpital et des écoles. De nombreuses structures ont subi des effondrements en "crêpe" qui ont fait des centaines de victimes, blessées ou décédées. Selon le rapport de la Protection civile on a enregistré 113 morts dont 82 femmes. Le 24 mai 2003, la ville a été déclarée zone sinistrée par arrêté interministériel. Les rapports de l'AFPS (2003), du CGS (2004) de la Japan Association of Earthquake Engineering et al. (2004) et de Jacobs (2003) ont attribué une intensité X, sur l'échelle macrosismique européenne 98, à la zone située entre Dellys et Bordj El Bahri. Les Isoséismes d'intensité X (figure 76), et peuvent être interprétés comme, probablement, dus à la nature de la source sismique, du trajet des ondes, de la faible profondeur et aux caractéristiques du sous-sol qui est généralement constitué d'argile et de dépôts alluviaux, ainsi qu'au parc immobilier récent mal conçu.

Figure 76: Intensité du séisme du 21 mai 2003. (Source : Jacobs, 2003)

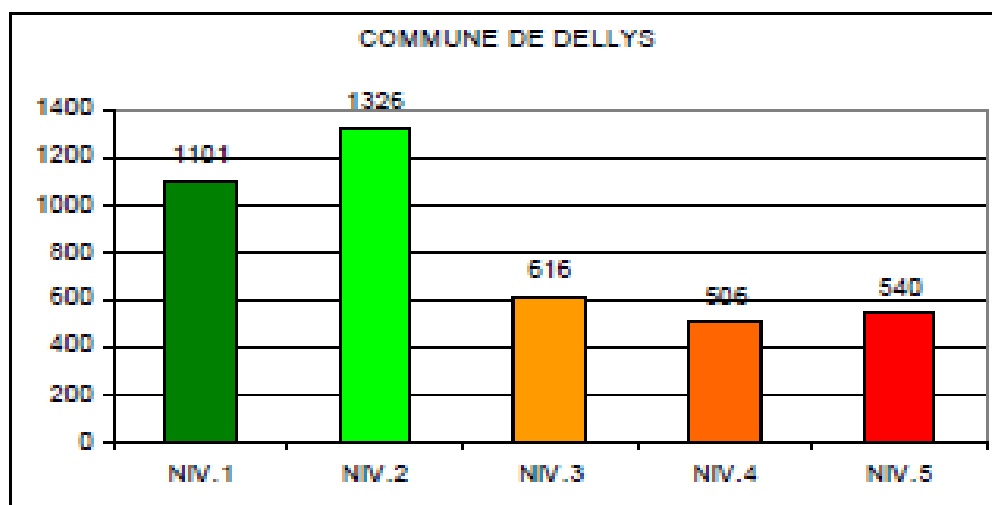


3.2.1.1. Les impacts physiques, structuraux et fonctionnels

A. Sur les bâtiments résidentiels

Afin d'estimer l'impact physique du séisme sur la ville de Dellys, nous avons exploité l'analyse liée aux résultats de l'enquête post-sismique (l'étude statistique sur les constructions endommagées, suite au séisme de Boumerdes le 21 mai 2003), établie par le Centre national de recherche appliquée en génie parasismique (Belazougui et al. 2004). Les cinq degrés de dommage ont été appliqués d'une manière globale, puis par système constructif, par âge des constructions et par nombre de niveaux. Sur les 4089 constructions expertisées, 540 ont été classées rouge, et 1122 classées orange (figure 77). Leurs habitants ont été évacués et installés dans des camps de logement provisoire. En ce qui concerne le système constructif, les bâtiments, réalisés en portiques en béton armé³⁷ ou en maçonnerie ont été touchés au même degré de dommage (figure 78). L'étude des dommages causés, selon le critère de l'âge des constructions, a fait ressortir que les bâtiments de moins de 30 ans ont été parmi les plus durement touchés (figure 79). De même que, paradoxalement, les bâtiments de faible hauteur (de trois étages et moins) ont été ceux qui ont présenté le plus de dommages (figure 80). En résumé, les bâtiments résidentiels ont subis des endommagements importants.

Figure 77: Nombre d'endommagement global. (Source : Belazougui et al. 2004)



³⁷ Les bâtiments de type portique en béton armé ont résisté à la première secousse, ce qui a permis aux occupants d'évacuer les lieux ; ensuite ils se sont effondrés, lors des violentes répliques.

Figure 78: Nombre d'endommagement selon les différents types d'éléments porteurs.
(Source : Belazougui et al. 2004)

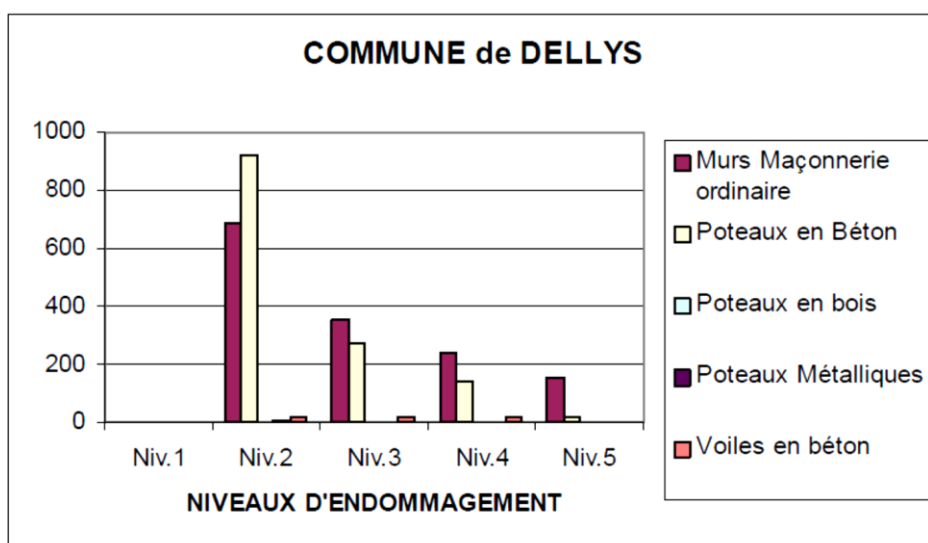


Figure 79: Nombre d'endommagement selon la hauteur de la construction (niveau 1 à 8).
(Source : (Belazougui,M., Farsi,N. 2003))

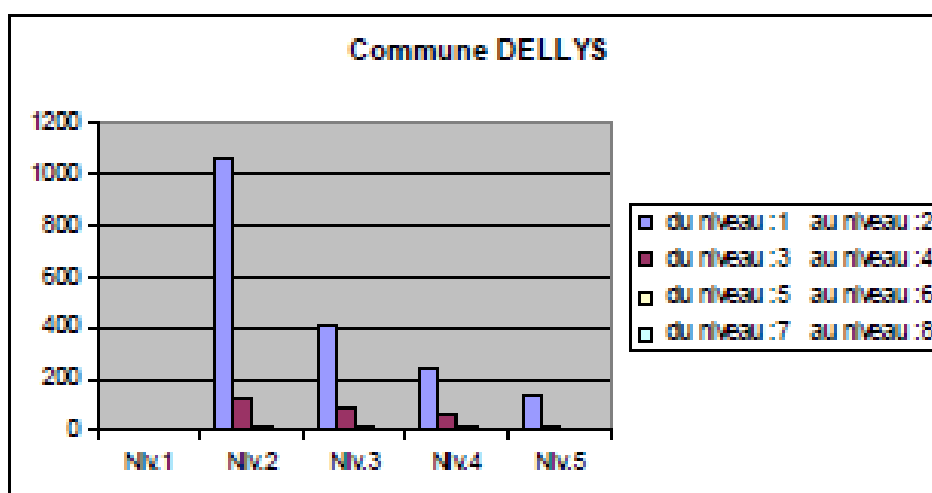
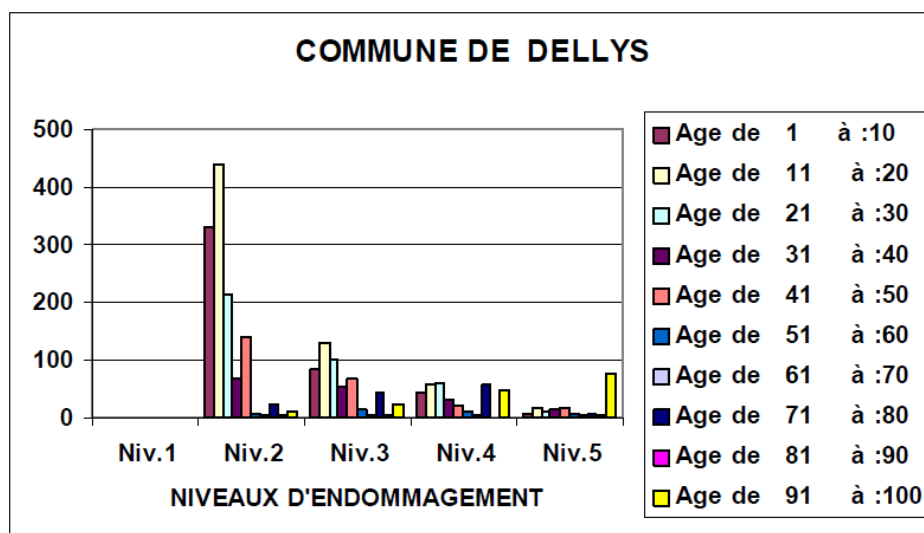


Figure 80: Nombre d'endommagement selon l'âge de la construction.
(Source : Belazougui et al. 2004)



D'après le rapport de l' AFPS (2003), l'exemple de l'immeuble en R+4 qui a perdu son rez de chaussée et deux étages présentait un défaut grave de conception: les blocs d'habitations en poteaux-poutres n'étaient pas solidaires du bloc d'escalier en voile, et le rez-de-chaussée était souple. Les dommages auraient pu être évités, s'ils avaient été solidarisés par un voile commun (figures 81 et 82). Dans le cas des éléments porteurs en maçonnerie, les murs sont constitués, à l'origine, de moellons de forme arrondie qui sont empilés les uns sur les autres pour former une épaisseur pouvant atteindre, quelquefois, jusqu'à 60 cm de large sur plusieurs mètres de hauteur. Ce système constructif est particulièrement fragile, et ne devrait pas être destiné à des logements d'habitation dans une zone à sismicité de 2 ou 3 (figure 83). Les planchers de faible intégrité sont constitués de poutres en troncs d'arbres, avec des branches par-dessus, recouvertes de terre sur environ 10 cm d'épaisseur. Les arcs de faible portée ont mieux résisté que les linteaux droits. À l'issue de leur étude, les experts ont conclu qu'il était indispensable d'évacuer la Casbah de Dellys : « la vulnérabilité de ce quartier est très élevée, et il devrait être évacué de tout logement d'habitation Malgré les nombreux effondrements et les répliques fréquentes, certains propriétaires occupent encore les lieux. Les secours ont eu beaucoup de mal à atteindre les victimes, car les accès sont étroits, et, en cas de répliques, les risques sont très élevés» (AFPS 2003) .

Figure 81: Endommagement d'un immeuble en R+4. (Source : AFPS 2003)



Figure 82: Les défauts de conception de l'immeuble en R+4. (Source : AFPS 2003)

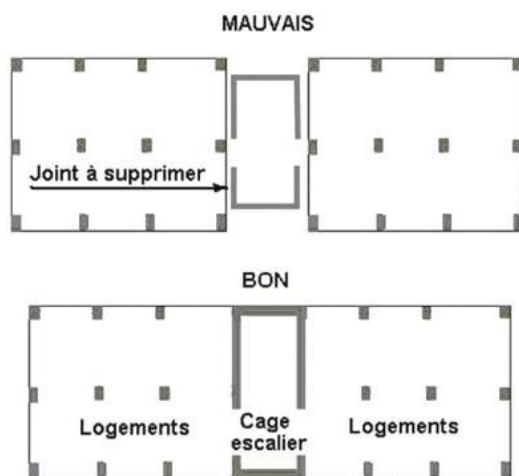


Figure 83: Endommagement des structures en maçonnerie. (Source : BET Akretche)



Qu'en a-t-il été des bâtiments non résidentiels et stratégiques, indispensables aux fonctions vitales de la ville ? Les effets du séisme sur ces bâtisses, ont, également, été très importants. L'hôpital,³⁸ qui date du début des années 1950, a subi des fissures dans les remplissages en maçonnerie, typiques de l'interaction panneaux-poteaux, ainsi que des effondrements de parois de remplissage en briques fines qui se sont désolidarisées de l'ossature poteau-poutre dans des ouvrages plus récents (figures 84-85-86) ; l'établissement a été, de ce fait, mis hors service. Les équipements éducatifs, aussi, ont subi des endommagements très importants, ils ont été le type de bâtiments le plus touché, après les bâtiments résidentiels (par chance, le tremblement de terre s'est produit le soir, à un moment où les élèves avaient déjà quitté leur établissement). La première conséquence a été l'annulation des cours et examens nationaux dans les daïras les plus sinistrées. Certains bâtiments scolaires se sont complètement effondrés tandis que d'autres ont subi des dommages modérés à importants.

³⁸ Après l'opération de confortement, effectuée en 2004 au niveau de l'hôpital Mohamed Boudaoud de Dellys et la réorganisation des services à la suite du séisme, le nombre de lits est passé de 120 lits à 173 lits

Figure 84: Fissures et effondrement des parois à l'hôpital de Dellys. (Source : (AFPS 2003))



Figure 85: Effondrement total d'un bloc au collège Tobal .(Source : (Hakim Bechtoula 2003))



Figure 86: Effondrement du premier étage d'une école primaire à la cité El Mtal. (Source : Bechtoula 2003)



Cependant, les effets du séisme, ne se sont pas fait, seulement, sentir sur le bâti, ils ont été observés, également, sur le milieu naturel. Un soulèvement de la côte sur une longueur de près de 80 km, a été observé (Bechtoula 2003). Une nette différence du niveau de la mer a été remarquée au port de Dellys : le décalage vertical le long de la faille a été estimé à 50 cm aux extrémités, et à plus d'un mètre au milieu. Les falaises et les terres côtières plates, au sud de la faille, se sont soulevées par endroits de plus de 50 cm. De même, sur la ligne de côte rocheuse de Dellys, de nombreux rochers de petite ou moyenne taille, qui avaient toujours été recouverts d'eau de mer, ont émergé après le choc principal (figures 87-88)

Figure 87: Niveau de l'eau de mer après le soulèvement de la côte au port de pêche de Dellys.
(Source : Bechtoula 2003)



Figure 88: Terres émergées et roches plates après le soulèvement de la côte près de Dellys.
(Source : Bechtoula 2003)



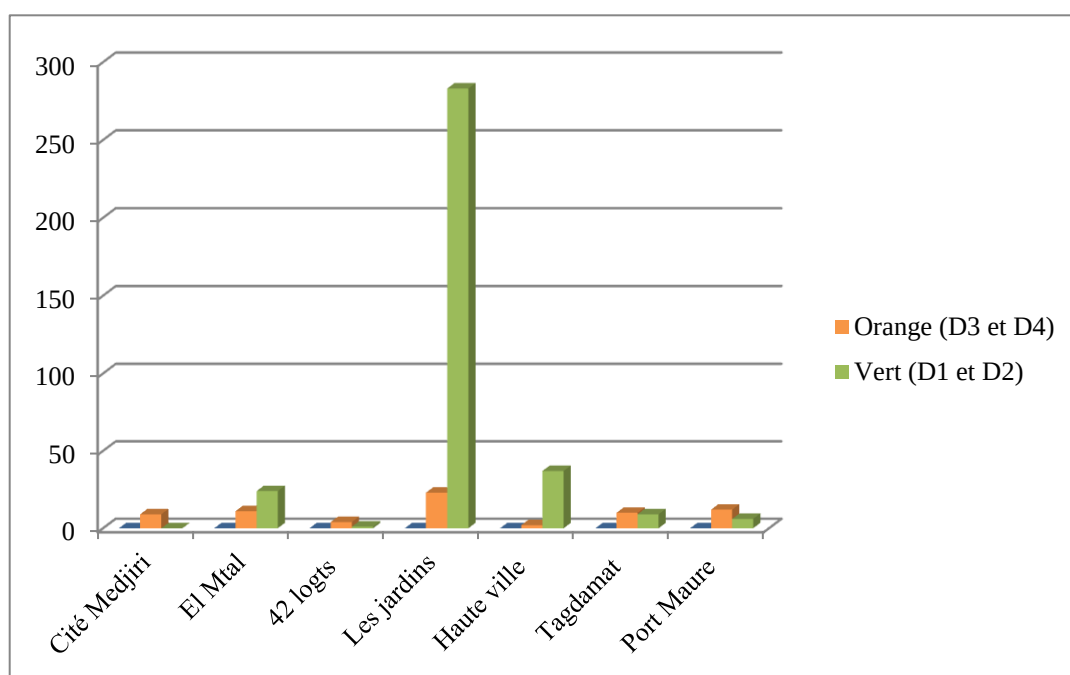
b.Effets topographiques et de pente (le quartier de la nouvelle ville)

D'après les rapports de l' AFPS (2003), de Bechtoula, (2003) et du CGS (2004), il est probable que quelques endroits aient été endommagés pour des raisons topographiques. "La nouvelle ville" est située sur une cavité en pente entourée de collines rocheuses. Les conditions du sol, bien que n'étant pas source de grand danger, ne sont pas propices à l'édification de constructions. Selon les autochtones, leurs ancêtres avaient déconseillé de construire sur ce terrain, probablement en raison des risques de glissement. En fait, les constructions édifiées sur les collines, n'ont subi aucun dommage, alors que celles situées en dessous, construites dans la cavité, ont subi des dommages importants (figure 89). Les niveaux de degré de dommages et de pertes ont été confirmés après le séisme de 2003 au niveau des sites nouvellement urbanisés, à l'exemple du quartier des jardins, qui a recensé le plus grand nombre de bâtisses touchées à différents degrés (voir page 77). De même, pour les cités El Mtal, El Medjiri et la Haute ville (figure 90). Le dilemme, pour la ville de Dellys, est de savoir comment assurer un développement urbain, tout en prenant en charge le risque.

Figure 89: Endommagement des bâtiments situés sur des cavités en pente entourées de collines rocheuses.
(Source Bechtoula 2003)



Figure 90 :Les degrés d'endommagements des quartiers de la ville Dellys après le séisme de 2003 (source : Belazougui et al. 2004, traitement Sehili 2022)



3.2.2. Les effets des inondations du 27 novembre 2007

Une autre fois est touchée par un nouvel évènement, ce sont les inondations du 28 novembre 2007. Les dommages matériels et les pertes humaines ont été importants, on a enregistré 3 morts et l'effondrement des deux ponts entre Oued Tiza et Oued Gheraba, à l'est de la ville, et le pont Sidi El Medjni et le pont Ghar Edhbaa, à l'ouest. Plusieurs équipements, bâtisses individuelles et des chalets de relogement ont été inondés. Le quartier de Tiza à l'Ouest de la ville a subi beaucoup de dommages, de même pour le quartier Sidi El Medjeni. Le changement de la morphologie urbaine du site a contribué pleinement aux conséquences catastrophiques des inondations de 2007. Du fait de l'effondrement des ponts, les différents quartiers de la ville ont été isolés, avec les conséquences négatives que cela a entraînées sur le fonctionnement de la ville (figure 91). En plus des dommages matériels, cela a montré la vulnérabilité de la ville, de ses enjeux et de sa population face aux phénomènes naturels.

Figure 91: Endommagement des ponts et montée des eaux dans la mosquée après les inondations de 2007. (Source : APC de Dellys)



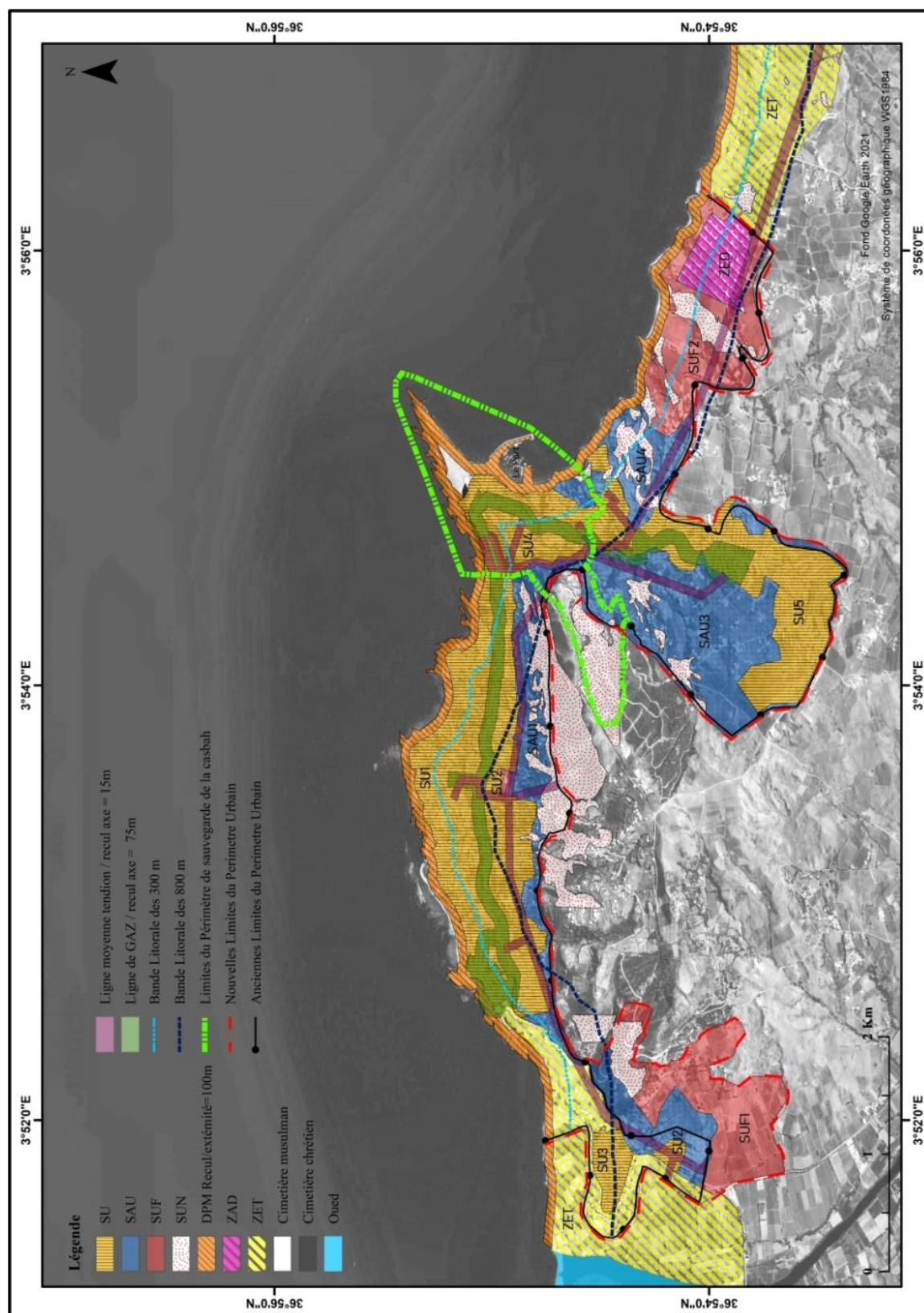
3.3. Évolution spatiotemporelle des vulnérabilités : les migrations des foyers de vulnérabilité vers d'autres quartiers de la ville.

Après avoir fait le point sur les effets matériels et humains des deux dernières catastrophes qui se sont produites à Dellys, il est nécessaire d'étudier comment elles ont participé à l'évolution spatio-temporelle des vulnérabilités dans cette région, c'est-à-dire de voir comment les foyers de vulnérabilité ont été déplacés. Après le séisme de 2003, des opérations de relogement des habitants des bâtisses classées rouge ont été lancées sur l'ensemble des zones touchées, afin de libérer les camps de toiles. C'est ainsi que des chalets ont été installés, en attendant la reconstruction. Mais ils l'ont été sur des zones à risque ou classées à risque : dans le quartier Ladjenna, à proximité de l'Oued Tiza (zone inondable durement touchée après les inondations de 2007) et sur la plage des Salines.

3.3.1. Répartition des programmes de développement local (équipements, habitat, activités industrielles et touristiques) après 2003 et 2007.

Après les catastrophes de 2003 et de 2007, la ville a connu un développement urbain galopant, plusieurs programmes sectoriels ont été lancés pour rattraper le retard qu'elle avait connu avant et entre ces deux événements, c'est la phase de reconstruction. Des plans de développement urbains, patrimoniaux et touristiques ont été lancés, le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme de la ville de Dellys a été révisé (figure 92), la vieille ville de Dellys a été inscrite et classée comme secteur sauvegardé, et il y a eu une extension de la zone touristique les Salines (ZET). À cela s'est ajouté le lancement du plan de microzonage sismique de la ville de Dellys.

Figure 92: les secteurs de développement urbain de la ville de Dellys (source : PDAU 2013, traitement Sehili, 2022)



La vulnérabilité d'un territoire peut s'appréhender par le degré de vulnérabilité des divers espaces qui le composent. Cette démarche est mobilisée pour la prévention des aléas naturels. Elle admet implicitement le principe de l'actualisme : les mécanismes restent inchangés dans le temps. Or, ce n'est pas le cas, à Dellys, car l'action humaine y a modifié les sites et l'instabilité organisationnelle ont créé la vulnérabilité territoriale par ignorance de cet espace. Entre 2005 et 2014 un programme sectoriel est lancé touchant l'ensemble des domaines, l'habitat, les équipements scolaires et l'amélioration urbaine pour un montant de trois milliards de dinars. La réalisation d'un programme important de logement réalisé par des entreprises (tableau 19). Les sites choisis pour ces projets sont la nouvelle ville et Sikha, deux sites qui avaient été touchés par le séisme de 2003. En 2012 une enveloppe de 350 millions de DA, a été retenue sur le programme sectoriel pour la réalisation des travaux englobant l'aménagement des trois cours d'eau principaux traversant la ville de Dellys, les Oueds Tiza, El Hammam et Takedempt, avec des actions de nettoyage et de curage, de confortement des berges avec des digues en béton pour empêcher leur débordement en périodes de crues et, enfin, l'aménagement de leurs berges. Cette opération a été inscrite au profit de la ville de Dellys suite aux inondations de 2007³⁹.

Tableau 19: Programme de développement entre 2005 et 2014. (Source : <http://www.communedellys.dz>)

Désignation	Programme 2005-2009	Existant Fin 2009	Déficit Fin 2009	Programme 2010-2014	Montant du Programme 2010-2014 (million DA)
HABITAT					
Logements sociaux	272	950	1222	1292	3.230.000
Logements sociaux participatifs	52	185	34	100	70.000
Logement ruraux	16	98	00	00	00
EQUIPEMENTS SCOLAIRES					
Lycées	01 (1000 places)	03	00	-	-
Collèges (CEM)	Collège B05	04	00	-	-
Salles de classe	09	157	00	-	-
Internats	00	03	00	-	-

³⁹ Président de l'APC de Dellys M r Dramchi Mohamed.

Conclusion

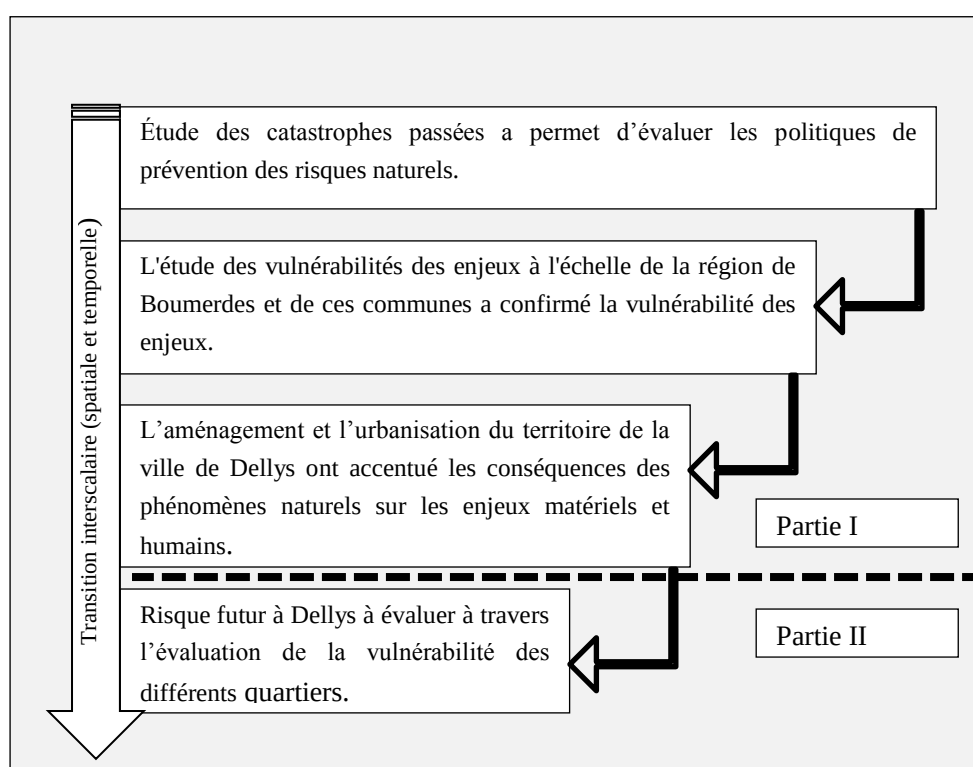
Les phénomènes naturels sont omniprésents à Dellys, le séisme de 2003 a engendré des pertes humaines et matérielles énormes. À travers ce chapitre nous avons montré comment la densification et l'urbanisation ont accru la vulnérabilité des enjeux des territoires à risque, accentuant ainsi les conséquences matérielles et humaines de cet évènement naturel (Vinet et al. 2012). Du 11^{ème} au 18^{ème} siècles, la ville de Dellys était prospère et en équilibre avec son environnement, avec un statut politique instable. En 1847 elle va connaître plusieurs transformations urbaines pour des raisons sécuritaires et politiques. Après 1864, elle va changer de statut administratif qui va engendrer un manque énorme dans les moyens de développement. Cette situation d'instabilité et de désorganisation politique, administrative et de management se prolongera jusqu'à après l'indépendance, la méconnaissance du territoire par les acteurs régionaux a engendré un manque énorme dans les moyens de développement. Face à cette vulnérabilité, les populations vont occuper de nouveaux espaces pour répondre à leurs besoins sociaux et économiques créant ainsi de nouveaux territoires à risque, d'après Metzger et D'Ercole (2011), la construction des vulnérabilités sociales et environnementales sont associées à la transformation urbaine. À Dellys le risque de catastrophe a été construit dans le temps et dans l'espace à travers deux facteurs indissociables l'un de l'autre, à savoir, l'accélération de la croissance urbaine et le déséquilibre du développement. La vulnérabilité découle, donc, de l'idée qu'il existe une réciprocité entre les facteurs de vulnérabilité et le territoire. Autrement dit, la vulnérabilité d'un territoire peut s'appréhender par le degré de vulnérabilité des divers espaces qui le composent. Cette démarche est mobilisée pour la prévention des aléas naturels. Elle admet implicitement le principe de l'actualisme : les mécanismes restent inchangés dans le temps. Or, ce n'est pas le cas, à Dellys, car l'action humaine y a modifié les sites et l'instabilité organisationnelle ont créé la vulnérabilité territoriale par ignorance de cet espace.

Conclusion de la partie I

A la fin de cette première étape de notre recherche, nous avons démontré comment les catastrophes passées ont permis de mettre en place des politiques de prévention et de gérer les risques des catastrophes naturelles en Algérie. Ce retour d'expérience (REX) nous a permis d'expliquer les conséquences de ces catastrophes mais non les causes. Donc pour expliquer les disparités dans les pertes humaines et matérielles d'un territoire à un autre face à un évènement sismique. Nous avons tenté d'apporter des réponses à travers l'étude des vulnérabilités des enjeux humains et matériels dans les communes de Boumerdes durement touchées par le séisme de 2003. Ces enjeux étaient vulnérables et l'évènement sismique les a révélés. La catastrophe de 2003 à la région de Boumerdes est un processus de production de risque massif et récent, nous avons vérifié cette construction du risque sismique. À travers l'étude des changements des fonctions des espaces et l'aménagement du territoire de la ville de Dellys. L'urbanisation du territoire de la ville de Dellys n'est pas à l'origine des séismes, mais elle a accru les enjeux toujours plus vulnérables dans les

zones à risques et à accentuer les conséquences matérielles et humaines du séisme de 2003 et les inondations de 2007 (Vinet et al. 2012). Cette approche interscalaire du risque sismique a apporté des réponses sur la construction du risque naturel à Dellys (figure 93). Le risque sismique est complexe, il intègre plusieurs composantes ou la vulnérabilité est propre à chaque territoire, intimement lié à son histoire, à son utilisation à sa population. Parce qu'elle est située socialement, elle ne peut être universelle, décrétée par une méthode unique reposant sur une seule formule (Barroca, Pottier, et Lefort 2005 ; Becerra et Peltier 2009 ; Léone, Augendre, et Vinet 2006 et Turner et al. 2003). Dans la prochaine étape (partie II), nous allons vérifier cette hypothèse en évaluant le risque sismique à la basse Casbah de Dellys selon une approche systémique afin de réduire et prévenir un futur évènement sismique.

Figure 93: le processus de construction du risque sismique de 2003 à Boumerdes et Dellys .



PARTIE II

Analyse de la vulnérabilité globale de la Casbah de Dellys face au séisme

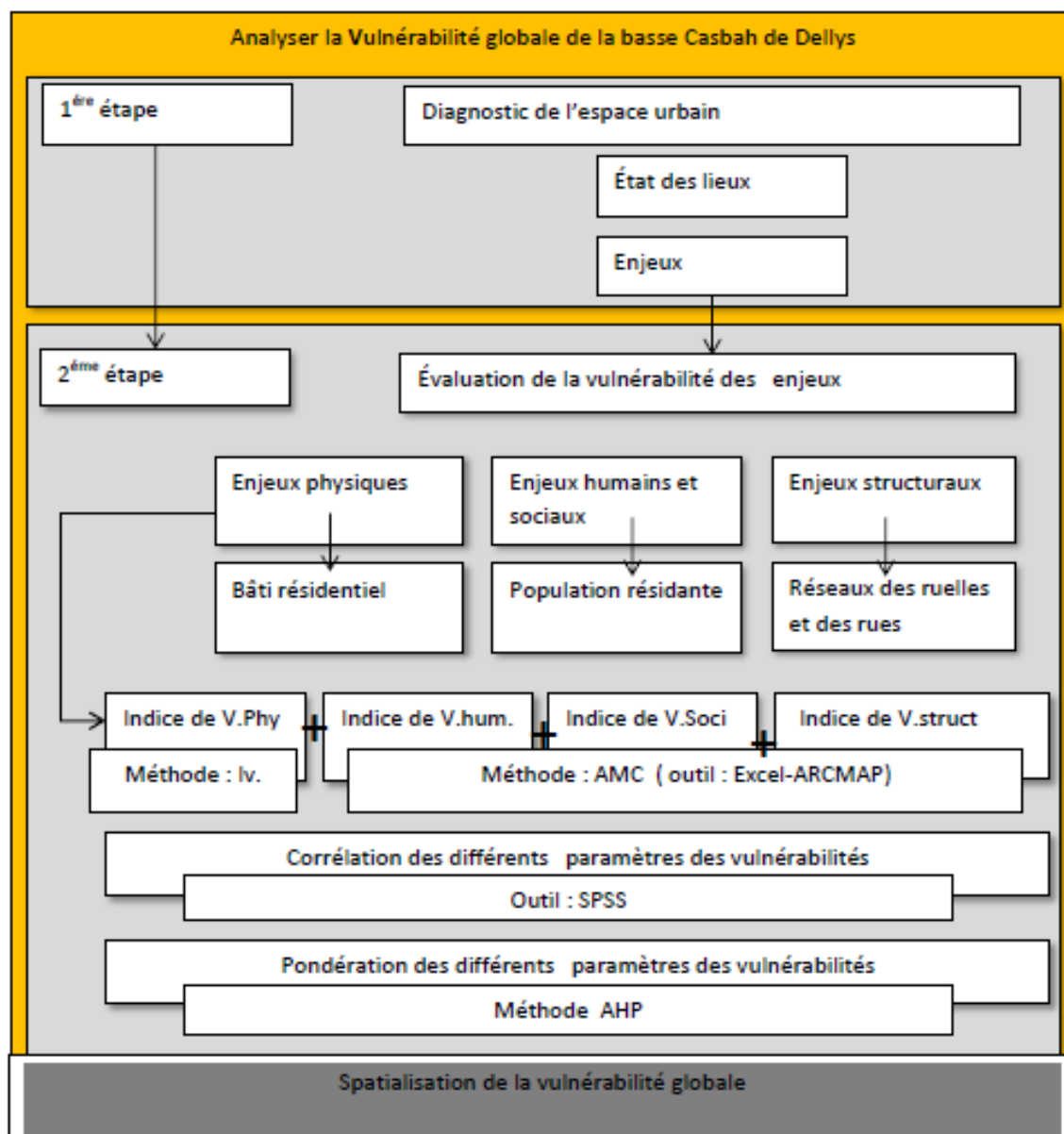


La société porte en elle des germes du risque, (Vue sur le quartier Ladjenna à Dellys, source : Sehili, 2021)

Introduction de la partie II

Comprendre les modalités de construction de la vulnérabilité aide à forger des outils pour la caractériser et l'évaluer. La vulnérabilité a un rôle dans la construction du risque à toutes les échelles spatiales et temporelles ; certaines ayant été vues en partie I, ainsi que dans le développement, l'organisation et le fonctionnement des espaces urbains de la ville de Dellys. La vulnérabilité est un système dynamique et complexe, aux causes multiples et articulées autour d'une multitude de facteurs directs et indirects en interaction permanente (techniques, sociaux, géographiques, économiques, institutionnels, politico-administratifs, environnementaux, psychosociaux, culturels, historiques, etc. (Meschinet de Richemond et Reghezza 2010). Dans la première partie, nous avons confirmé le rôle de la vulnérabilité des enjeux matériels et humains avant le séisme de 2003 et comment l'aménagement des territoires à risques a accentué l'effet de ce séisme sur ces enjeux. Pour continuer à confirmer cette construction spatio-temporelle du risque sismique. Dans cette deuxième partie nous allons évaluer la vulnérabilité globale de la ville de Dellys face à un futur séisme similaire à celui de 2003. Analyser la vulnérabilité globale de la Basse Casbah, commence, en premier lieu, par un diagnostic de la vulnérabilité des espaces urbains. Cette étape est organisée en deux phases : la phase état des lieux, et sélection des enjeux à évaluer. La deuxième étape c'est l'évaluation des enjeux vulnérables, à savoir les espaces bâtis résidentiels, la population résidente et le réseau de rues et ruelles. Ces derniers sont évalués indépendamment, à travers des facteurs spécifiques à chaque dimension de vulnérabilités, et pour voir leur importance, les uns par rapport aux autres, et en même temps, ils seront pondérés pour estimer un indice de vulnérabilité par enjeux. La somme pondérée des différents indices va nous donner la valeur globale des vulnérabilités. Ces différentes vulnérabilités sont spatialisées, afin d'observer leur répartition dans l'espace urbain de la Basse Casbah et de poser les bases d'une politique de prévention spécifique et locale. La vulnérabilité globale de la vieille ville de Dellys va nous permettre de confirmer que le risque est une combinaison de toutes les vulnérabilités. Comme l'aléa est omniprésent à Dellys, l'évaluation de l'aléa sismique demande beaucoup de moyen, alors nous avons exploité la carte de microzonage établie par le CGS. Mais cette dernière couvre tout le territoire urbain de Dellys, et elle a classé l'aléa sismique comme nul. Devant cette situation, nous allons évaluer le risque à Dellys, à travers la vulnérabilité globale des enjeux. Mettre en place des politiques de prévention des aléas naturels commence par la réduction de la vulnérabilité des populations et la mise en place d'une politique de maintenance et de réhabilitation du cadre bâti résidentiel et non résidentiel (figure 94).

Figure 94: démarche pour analyser la vulnérabilité globale de basse Casbah de Dellys (source : Sehili, 2021)



Chapitre 4

Diagnostic de la vulnérabilité globale de la ville arabe (Casbah de Dellys)

Introduction

Dans le premier chapitre, nous avons passé en revue différentes interprétations du concept de vulnérabilité ; la vulnérabilité est devenue un élément essentiel pour souligner l'importance des facteurs sociaux et des structures sociétales dans la construction des risques et l'adaptation (Leone et Vinet 2006 ; Birkmann et al. 2013 et Reghezza-Zitt 2016). Cependant il est important d'examiner les conditions, les caractéristiques de la population résidante à Dellys (par exemple, composition du foyer, situation, genre, présence de femmes et d'enfants) et les éléments pouvant accroître son exposition à l'aléa et sa vulnérabilité globale (par exemple, les bâtiments et les infrastructures critiques). Aujourd'hui, identifier, évaluer et réduire la vulnérabilité est une étape clé vers la réduction des risques de catastrophe, l'adaptation au changement climatique et le renforcement de la résilience (UNISDR 2009). La catastrophe de 2003, a révélé que ce n'est pas seulement le danger et son ampleur ou sa fréquence qui déterminent les pertes et les dommages. Les facteurs socio-économiques et, en même temps, les individus, l'État et un ensemble de règles communes sont des facteurs indirects de cette catastrophe. La vulnérabilité, représente la prédisposition d'un ou plusieurs éléments exposés ou enjeux à être affectés, endommagés ou détruits du fait de la survenue d'un événement naturel. Évaluer la vulnérabilité globale de la vieille ville de Dellys, c'est analyser à priori le risque au moyen d'une évaluation quantitative et qualitative des facteurs directs et indirects des enjeux. Pour définir les enjeux à évaluer, nous allons établir un diagnostic général, puis une évaluation de la vulnérabilité physique, humaine et structurelle à travers les différents facteurs directs et indirects influençant les différentes composantes de la vulnérabilité globale de cette vieille ville. Pour établir cet état des lieux nous avons effectué des enquêtes auprès des responsables locaux et des habitants accompagnés de différentes visites du site de la vieille ville de Dellys sur plusieurs périodes de l'année 2017 compléter en Août 2021. Cela nous a permis d'identifier et de prendre des photos des éléments vulnérables sur une longue période.

4.1. Comment définir l'approche et les facteurs de vulnérabilité à évaluer

La croissance urbaine et l'ensemble des enjeux sociaux, fonctionnelle et physique exposés à des aléas naturels nous obligent à gérer les risques naturels en intégrant de nouveaux concepts, et en développant une approche systématique (Ashley et al., 2007; Nie et al., 2009), dans le contexte de notre cas d'étude, un centre historique classé en secteur sauvegardé, et exposé à un fort aléa sismique. Évaluer sa vulnérabilité globale face à ce phénomène naturel demande l'application d'une approche spécifique et contextuelle. Cet outil nous aidera à évaluer la vulnérabilité de l'environnement bâti. Ainsi, il devrait nous permettre de fixer des priorités et d'accélérer la reconstruction de la ville après un événement imprévisible et, bien sûr, de préparer des systèmes de protection en cas d'alerte. Pour cela, il y a un besoin important de comprendre les mécanismes de défaillance qui conduisent à la perturbation de ce quartier. On trouve plusieurs approches conceptuelles

qui ont été développées depuis une trentaine d'années, dans le but de fournir des outils de compréhension des éléments influençant la vulnérabilité des hommes et de leurs enjeux. Ces approches sont regroupées en différentes catégories (figure 95).

Figure 95: différentes approches conceptuelles de la vulnérabilité (source : Tanguy 2016, modifié par Sehili 2022)

Catégorie de vulnérabilité	Composantes	Mesure	Indicateurs	Auteurs
Biophysiques	Les éléments physiques de l'aléa	Coûts monétaire Mortalité humaine Dommages aux écosystèmes	Indicateurs de conséquences	Brooks ,2003 Jones et al. 2004) McLaughlin et Dietz 2008)
	Occurrence Durée Fréquence Magnitude			
Inconvénients	Les individus et la société sont alors considérés comme des victimes passives du risque (Veyret et al. 2006)			
Socio-écologiques	Les éléments biophysiques et sociaux	La proximité à la source de l'aléa	Les caractéristiques physiques de la zone analysée le niveau de développement, les relations sociales, le contexte politique le revenu, l'âge, le genre	(Birkmann et al. 2013)
	Les systèmes humains et environnementaux			(Joakim 2008)
	Construction sociale, l'exposition d'un contexte spatial ou d'un lieu donné à un aléa			(Cardona et al. 2012)
Inconvénients	On peut reprocher à ce modèle le poids égal donné aux indicateurs de vulnérabilité sociale et biophysique, mais aussi l'absence de prise en compte des causes profondes de la vulnérabilité sociale, de l'impact des catastrophes et du processus de rétablissement qui s'en suit. (Dewan 2013) et (Cutter, Boruff, et Shirley 2003)			
Politico – économiques	construction sociale et le contexte socio-économique des communautés ou des individus	Les capacités locales de préparation et d'adaptation	Les causes profondes de vulnérabilité Les pressions dynamiques Les conditions d'insécurité environnementales	(Piers Blakie, 2004) (Becerra 2012)
Inconvénients	Elle met de plus l'accent sur les causes sociales du désastre, sans tenir compte de la manière dont l'aléa affecte les individus et la vulnérabilité à plus ou moins long terme (Birkmann et al. 2013)			
Intégratives	Dimensions sociales, Dimensions environnementales Dimensions économiques	la mitigation de l'exposition la susceptibilité des éléments vulnérables La capacité à faire face des éléments exposés ; Les mesures d'intervention	Les indicateurs environnementaux, sociaux et économiques Les indicateurs de préparation et d'intervention	(Bogardi et Birkmann 2005); Cardona, 1999 (Birkmann et al. 2013) ; (Frédéric Léone, Meschin et de Richemond, et Vinet 2010) ; (Rufat et al. 2015)
Inconvénients	Complexe, elle combine plusieurs dimensions de différents domaines			

Pour analyser la vulnérabilité globale de la vieille ville, nous avons choisi d'appréhender celle-ci comme un système. En effet, selon (Serre et al. 2011), un système est une « entité autonome par rapport à son environnement, organisée en une structure stable (identifiable au cours du temps), constituée d'éléments interdépendants dont les interactions contribuent à maintenir la structure du système et à le faire évoluer ». Nous allons donc, en premier lieu, établir un diagnostic systémique et environnemental. Ce diagnostic ex-ante est nécessaire, afin de définir les enjeux à évaluer et d'estimer leurs vulnérabilités à travers des facteurs internes et externes en cas d'un événement sismique similaire à celui de 2003. En deuxième lieu, nous allons fixer des objectifs pour chaque enjeu, afin de fixer des indicateurs pour évaluer sa vulnérabilité, puis chaque critère sera pondéré pour estimer son importance dans la grille des enjeux. Cette approche systémique va nous permettre d'étudier les interactions entre les facteurs des vulnérabilités basée sur une analyse quantitative et cartographique ((Perrow 2007; Cutter et al, 2003 ; Rufat 2009; Reghezza, 2006).

4.2. Diagnostic de la vulnérabilité de la Casbah de Dellys

Pour Desthieux (2005), le diagnostic «...est un état des lieux s'inscrivant dans une démarche stratégique de développement du territoire. Le diagnostic n'est pas une monographie ou une simple description soi-disant objective d'un territoire, il est le référentiel qui prépare le débat concernant un espace habité et doté d'une identité, aménagé et supportant des logiques de développement. ». De ce point de vue, l'activité de diagnostic est une phase de structuration ou de prise de conscience. Son déroulement est donc aussi important que les résultats sur lesquels il débouche. Le diagnostic implique deux activités distinctes :

L'identification : repérer un phénomène ;

La classification : consiste à classer ce phénomène observé dans une certaine catégorie. Il faut distinguer entre un diagnostic de situation, et un diagnostic de fonctionnement, le premier permet d'acquérir des connaissances sur le fonctionnement d'un territoire donné dans toutes ses dimensions, de manière à en relever les atouts et les faiblesses.

L'analyse du fonctionnement consiste à mesurer l'activité territoriale, c'est-à-dire d' voir comment le territoire est structuré, comment il se transforme et évolue et quels sont les leviers du changement. L'analyse doit, aussi, expliquer les raisons et les conséquences d'un tel fonctionnement.

4.2.1. L'État des lieux

L'état des lieux est une véritable base de données et de connaissances du territoire. C'est une synthèse de la situation générale d'un territoire à un instant. Il rassemble des informations, tant qualitatives que quantitatives, relatives, notamment, à l'espace, aux acteurs, au fonctionnement et à l'organisation du territoire. Cet état des lieux est appliqué

dans les démarches d'évaluation de durabilité, à l'exemple des travaux de Charlot-Valdieu et Outrequin (2006) et de Cherqui (2005). Le recueil de données et leurs synthèses permettent, ainsi, de mettre en lumière les caractéristiques et les spécificités propres du territoire. Cet état des lieux concerne toutes les vulnérabilités, ainsi que tous les champs d'analyse du site, c'est-à-dire l'ensemble des éléments constituant le site. On rencontre quatre catégories croisées avec les objectifs et les cibles des vulnérabilités :

1. Les bâtiments résidentiels ;
2. Les bâtiments non résidentiels ;
3. Les espaces non bâtis ;
4. Les infrastructures et les réseaux.

1. Espace résidentiel

L'habitat est toujours au centre des politiques urbaines. Mais dans le cas d'un événement naturel (séisme ou inondation), c'est le premier espace touché et le plus vulnérable, en cas de danger. Les formes d'habitat sont souvent déterminantes pour caractériser les quartiers. Et leurs mode d'habiter. Cet élément inclut la totalité du volume occupé par l'espace résidentiel, y compris les jardins et les espaces privés autour des logements.

2. Espace non résidentiel

Cet élément comprend à la fois les équipements collectifs et les services, ainsi que les activités. Les équipements collectifs et services déterminent la présence ou non de la collectivité dans le quartier. Ces derniers contribuent au lien social, en apportant, aussi, les flux d'informations dont ont besoin les habitants du quartier en cas de crise. On intégrera dans cette catégorie les services publics, sociaux, culturels, d'animation, ainsi que les équipements publics, dans le but de satisfaire les besoins des habitants du quartier dans la vie quotidienne, et d'évaluer leurs vulnérabilités en cas de crise.

3. Espace non bâti

Cet élément rassemble toutes les parties du quartier qui ne sont pas construites, même si elles ne sont pas réellement à l'état naturel. On y trouve les espaces verts, les bois et toutes les zones dites « naturelles » ou perçues comme telles. Il est distinct des logements et de leurs espaces verts privés, et il a un rôle primordial dans la gestion du risque, dans la mesure où il peut constituer des lieux de refuges et d'hébergement provisoire pour les habitants.

4. Infrastructures

Cela concerne les infrastructures présentes dans le quartier : routes, rues, ruelles, trottoirs et impasses. Ces espaces sont des moyens d'acheminement des secours et de sauvetage. Cette catégorie constitue les superstructures de la vieille ville et elle est utilisée par les

habitants, les usagers en cas de crise ou face à un évènement par les secours et les sinistrés.

4.2.1.1. Les limites de la ville arabe (Casbah) et son intégration dans le PPSMVSS

Avant de commencer l'état des lieux, il faut cerner le territoire à étudier. Dellys est située à 100 km à l'est de la capitale, Alger, à 50 km du chef-lieu de la wilaya de Boumerdes et à 45 km de Tizi-Ouzou. Elle s'étale sur une superficie de 18 ha.. En 2007, elle est déclarée secteur sauvegardé. Ce secteur compte plusieurs zones, dont la ville arabe (Casbah), la zone d'extension intramuros (quartier européen), la zone d'extension extramuros, la zone portuaire, la zone de cimetière et des falaises, le domaine forestier (Bouarbi) et la bande des eaux maritimes (figure 96). D'après le PPSMVSS la zone d'étude, la ville arabe ou la Casbah de Dellys (sous-secteur I) comptait 945 habitants en 2011, soit 4.3 % de la population totale de Dellys. Le site de la ville arabe est de type « éperon barré », ses faces nord-ouest et est sont protégées naturellement par une falaise tombant dans la mer. Le cap a été barré à l'ouest et au sud par une muraille. La ville occupe pour l'essentiel un petit plateau en pente douce sur le flanc ouest de l'arête qui descend du Djebel vers la mer (Laporte 1995). Ses limites sont définies naturellement : au nord-est, par la rue M'zaab et un mur de soutènement, au nord-ouest, par les falaises et les remparts, au sud-ouest par le quartier Bab-Esour et les remparts, et au sud-quartier européen (figure 97). Son tissu est dense et majoritairement à usage résidentiel, il constitue le premier noyau à partir duquel la ville actuelle s'est développée. Sa dégradation, due essentiellement à son abandon par les propriétaires, s'est accélérée après le séisme de mai 2003, et les travaux de mesures d'urgence entamés en 2011 après approbation de la première phase du PPSMVSS ont accentué cette situation. Afin d'hierarchiser les enjeux en cas d'un séisme, un état des lieux est établi autour de l'ensemble des éléments constituant la ville arabe. Ce sont les quatre catégories : les bâtiments résidentiels, les bâtiments non résidentiels, les espaces non bâtis et les infrastructures et les réseaux. Ils sont analysés selon les différentes composantes des vulnérabilités : la vulnérabilité physique, la vulnérabilité sociale et, enfin, la vulnérabilité structurelle.

Figure 96: situation de la ville arabe (casbah) dans le zoning du PPSMVSS (source : PPSMVSS ,2017)

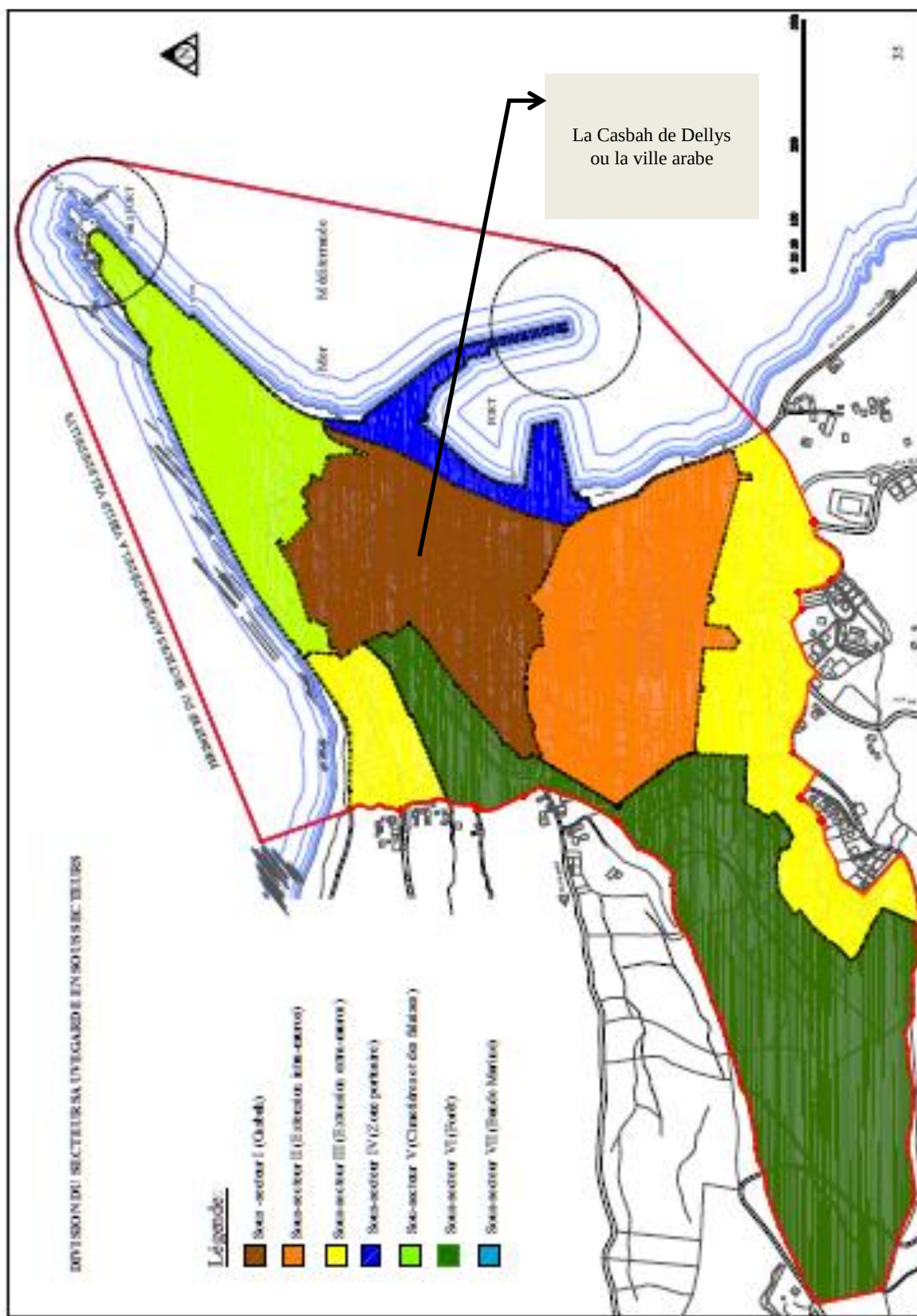
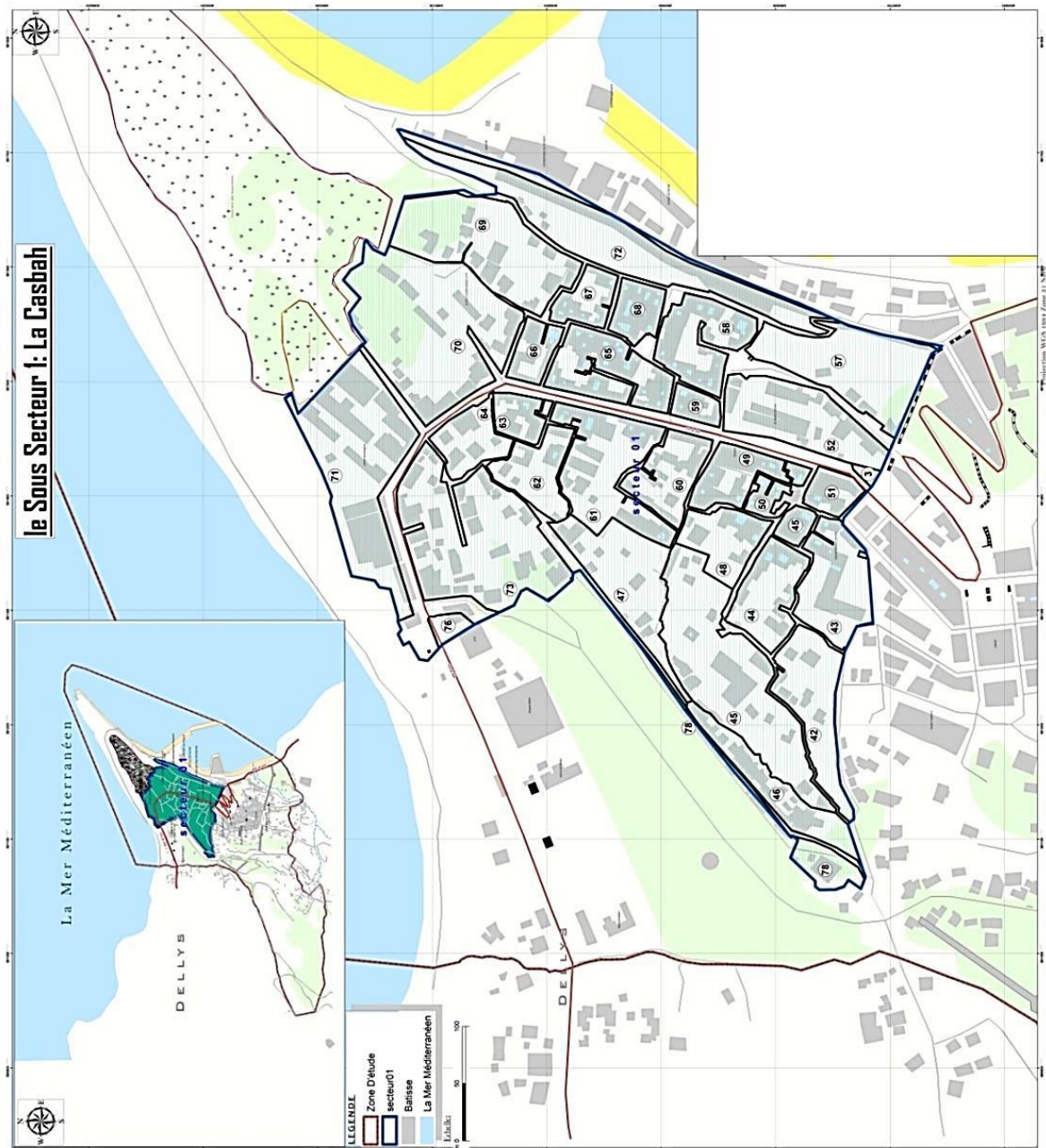


Figure 97: situation de la Casbah de Dellys « ville arabe » (source : PPSMVSS,2017 et Sehili 2022)



4.2.1.2. Les espaces bâtis résidentiels

Figure 98: Carte du bâti résidentiels diagnostiqué dans de la Casbah de Dellys (source : PPSMVSS 2017, modifiée par Sehili 2021)



A-Réduire la vulnérabilité sociale de la population (Améliorer l'intégration et la qualité de vie)

Évolution de la Population

En 2008⁴⁰, la population totale de la ville de Dellys ou de l'agglomération chef-lieu est de 22013 habitants. La Casbah (la ville arabe) compte 945 habitants, soit 4.3% de la population de l'agglomération chef-lieu. Entre les recensements de 1987, 1998 et 2008, la tendance générale est à la diminution du taux d'accroissement annuel moyen (tableau 20). L'agglomération chef-lieu a connu une baisse générale de sa population. Mais la tendance globale est à l'évolution. Cela s'explique par la forte évolution des populations des agglomérations secondaires, 6266 habitants réparti sur Takdempt, Azerou, Tizeghouine et les Salines, qui représentent 19% de la population totale de la commune.

Tableau 20: Évolution de la Population de Dellys aux divers recensements (Source : RGPH)

Désignation	Répartition de la population aux RGPH			Évolution AM	Évolution AM
	1987	1998	2008	87/98	98/08
A.Chef lieu	15987	19478	22013	1.73	1.23
Agglomérations secondaires	3287	3668	6266	1	5.5
Zones éparses	5447	4978	4665	-0.80	-0.64
Total commune	24751	28124	32954	1.16	1.6
Total wilaya	646870	645497	802083	-	2.2

La répartition par âge et par sexe en %

En ce qui concerne la répartition par âge de la population de l'agglomération chef-lieu (ACL) Dellys, l'enquête nous révèle une population jeune, puisque la part des moins de 39 ans représente plus de 70% (tableau 21). Ce facteur vient renforcer le phénomène de revitalisation de l'ensemble de la commune.

Tableau 21: Répartition de la population par âge (source : RGPH 2008)

Âges/Ans	Dellys	%
Moins de 20	10601	32,23
20 - 39	12405	37,72
40 - 64	7768	23,62
65 et plus	2117	6,44
Total	32891	100,00

La population active

La population active vivant sur le territoire de la commune de Dellys est évaluée à 13683, celle des occupés à 11366 et le taux de chômage est de 20.39%. Dans la vieille ville, le taux de chômage de la population active est de 44%, donc, très élevé. La majorité de la population occupée travaille essentiellement dans le tertiaire (tableaux 22 et 23).

⁴⁰ Données du dernier recensement général de la population et de l'habitat (RGPH 2008).

Tableau 22: répartition des actives à l'échelle de la vieille ville de Dellys (source : RGPH et PDAU 2008)

Désignation	Population	Population active		Population occupée		Population en chômage	
		Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Vieille ville secteur sauvegardé	2550	1505	59	1045	41	460,00	44
Commune	32 954,00	13 683,00	41,52	11 366,00	34,49	2 317,00	20,39

Tableau 23 : répartition des actives par secteur (source :PDAU 2008)

Population occupée	Secteur primaire (I)		Secteur secondaire (II)		Secteur tertiaire (III)	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
11 366	2054	18,07	3 259	28,67	6 049	53,26

Les ménages

Les données récoltées⁴¹ témoignent d'une surreprésentation des foyers pluricellulaires. Sur les 510 ménages, la moyenne des personnes par ménage est de 5 personnes. C'est à travers cet élément et celui de la forte représentation des personnes de moins de 25 ans, que l'on constate que le renouvellement des générations futures est assuré (tableau 24).

Tableau 24 : répartition de la population par tranche d'âge dans la vieille ville de Dellys (source PDAU 2008)

Tranche d'âges	0-5	6-11	12-15	16-18	19-24	25-62	63 et plus	Total
Nombre de population	230	173	170	129	395	1204	249	2550

Les aides sociales

La vieille ville comprend un faible échantillon de personnes en situation précaire. Sur les 478 bénéficiaires, 25 seulement résident à la vieille ville (tableau 25).

Tableau 25 : répartition des aides sociales (source APC Dellys)

	Aide forfaitaire de solidarité				Aide handicapé	Total DA
	Maladie chronique	Femme au foyer	Handicapé mentale	Personnes âgées		
Haute ville	01	02	02	02	14	160000
Basse ville	00	00	00	02	02	
Montant	3000 da				10000 da	
Total Casbah	01	02	02	04	16	27000

⁴¹ Cahiers des districts RGPH 2008

Le parc logement

Répartition par fonction, statut et type de logement

Le parc logement se compose de 86 logements, dont 65 résidences principales et 21 logements vacants. Les propriétaires occupants résident dans 69.20% du parc habité, les habitants locataires représentent 26.40%, et les autres sont des occupants logés à titre gratuit et qui entretiennent les bâtisses en contrepartie. La totalité des 86 résidences sont des maisons occupées par la même famille.

Le statut juridique et les activités immobilières

A travers les différentes opérations de démolition et de rénovation des maisons, nous avons observé que la reprise de l'activité immobilière est très forte sur le site de la Haute Casbah, par contre, l'activité est presque à l'arrêt dans la Basse Casbah. Parmi les 27 demandes de permis de construire déposées de 2017 à 2021, nous en avons comptabilisé 14 accordés sur des parcelles libres (après dégagement des gravats), et 13 reportés pour des problèmes d'indivision et le non-respect des orientations du PPSMVSS approuvé en 2017. De ce fait, beaucoup de modifications sur les constructions se font d'une manière illicite. Le patrimoine bâti, en ruine, menaçant ruine, vacants, occupé gratuitement ou en location représente un large échantillon de maisons dans l'indivision, avec, parfois, plus de 100 héritiers. La nature juridique du foncier bâti pose, par là même, un énorme problème. En ce qui concerne les opportunités foncières, la vieille ville offre une disponibilité très importante de par ses parcelles en ruine ou menaçant ruine, qui sont susceptibles de contribuer à faire évoluer le site par des opérations de restauration, de réhabilitation et de rénovation, afin de créer de nouveaux projets d'habitat ou d'équipements.

B- Réduire la vulnérabilité physique, préserver l'héritage architectural contre les agressions humaines et les aléas

Aide à l'intégration sociale

Un seul problème est constaté, c'est celui de l'errance de jeunes et d'enfants de moins de 15 ans durant leurs temps libre. Par conséquent, il devient primordial de créer des structures d'animation, notamment, pour les 10-20 ans (figure 99).

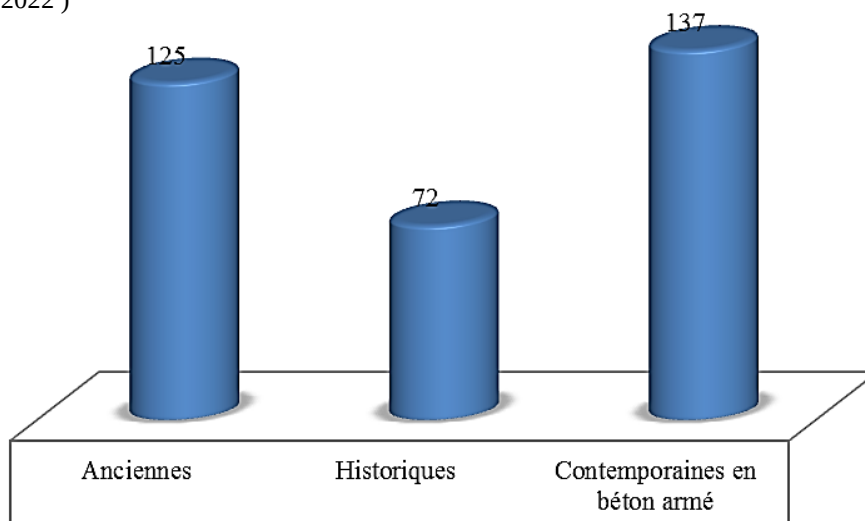
Figure 99: errance des enfants de la basse Casbah lors de leurs temps libre (source : Sehili, 2021)



L'état du bâti

L'évaluation de l'état du cadre bâti est une opération très délicate. En 2011, la ville arabe a été intégrée dans d'étude du plan PPSMVSS, lancé par le ministère de la Culture et réalisé par le bureau d'étude Akroteche. La répartition des constructions, selon leur âge, est la suivante : 72 bâtisses datant d'avant 1830, 125 bâtisses anciennes, réalisées en maçonnerie, et 137 bâtisses contemporaines réalisées en béton armé (figure 101).

Figure 100: répartition des bâtisses selon l'ancienneté dans la (source : PPSMVSS, modifiée par Sehili, 2022)



Selon le PPSMVSS, l'état de dégradation du cadre bâti résidentiel (figures 101 et 102) est réparti comme suit :

- 11 constructions effondrées en totalité et les lots libérés ;
- 20 constructions effondrées submergées de gravats ;
- 64 constructions partiellement effondrées ;
- 42 constructions présentant des anomalies importantes ;
- 71 constructions relativement stables ;
- 126 constructions à état structurels satisfaisants.

Figure 101: répartition des constructions selon l'état de dégradation (source : PPSMVSS, modifiée par Sehili , 2022)

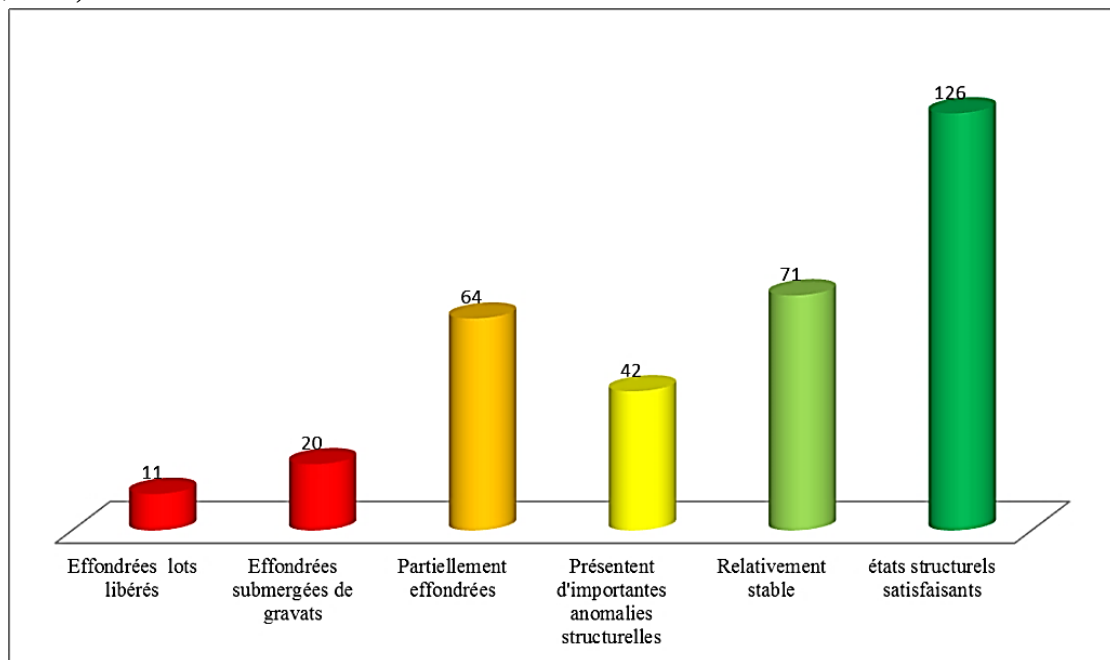
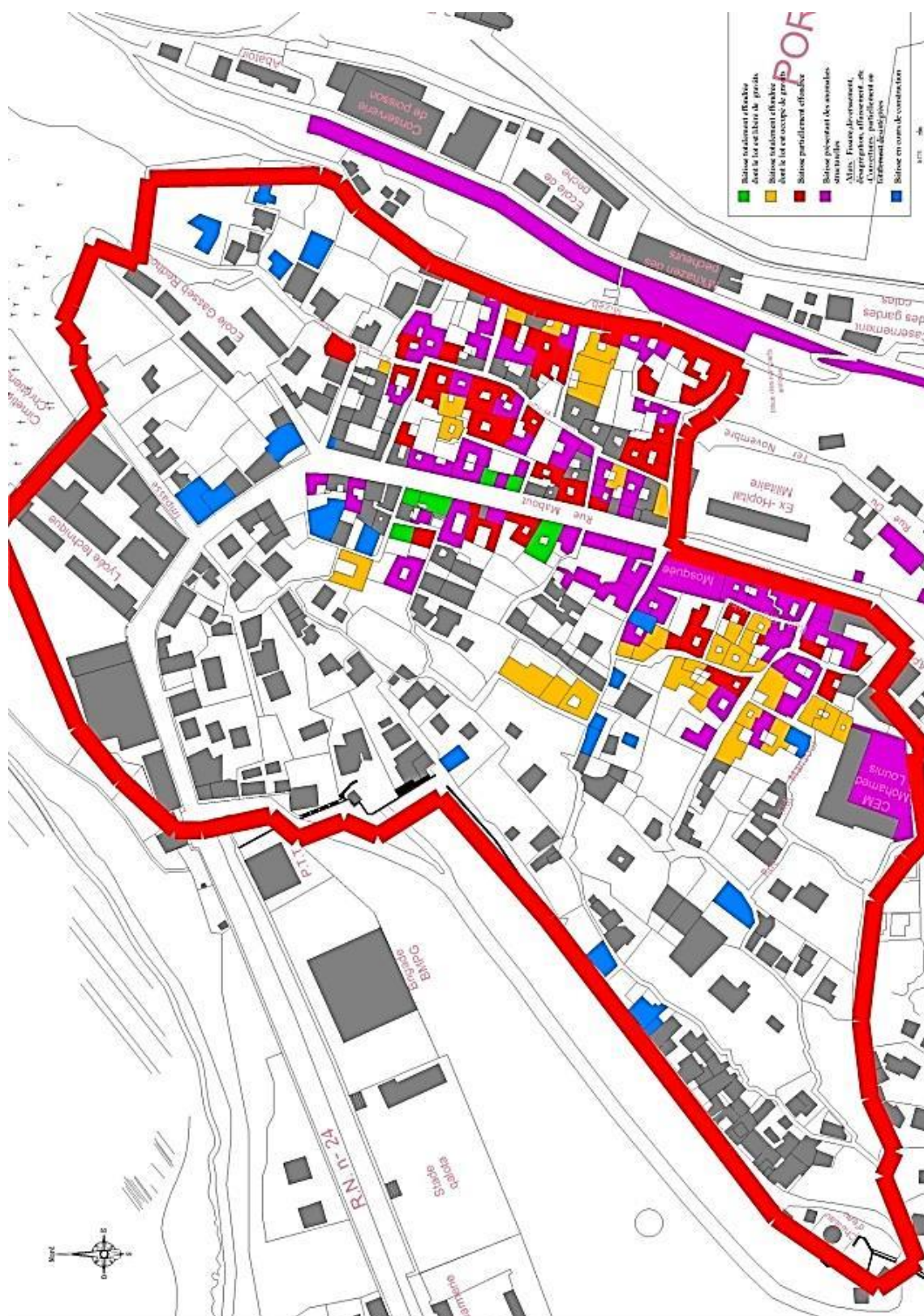


Figure 102: état du bâti de la Casbah de Dellys (source : PPSMVSS, 2017)



Âge des constructions

Nous avons constaté une forte présence de constructions résidentielles très anciennes, dont la majeure partie a été construite avant 1830, et qui ont connu des modifications après les opérations d'élargissement et d'alignement, en 1847 (voir chapitre 3). Le parc antérieur à 1830 représente 37% du parc actuel, celui antérieur à 1962 représente 21 %, et les 41% restants sont constitués du parc résidentiel réalisés après 1962⁴².

Adaptabilité des bâtiments

La majorité des constructions sont monofonctionnelles et destinées uniquement au logement. Nous avons constaté la présence de quelques commerces de service (ateliers de couture, épiceries, cafés, vente de vêtements, stockages, activités de pêche) répartis sur l'axe Mabout et les ruelles Sidi El Harfi et M'Zaab.

Utilisation des matériaux et ressources

Après le séisme de 2003, les matériaux d'origine ont été récupérés et transportés hors de la Casbah pour un autre usage. La réutilisation totale de ces matériaux est de plus en plus rare à cause du coût de sa mise en œuvre. Par contre, le ciment et la brique sont les matériaux les plus utilisés dans la rénovation et la réalisation de nouvelles bâtisses (figure 103).

Figure 103 : déblaiements des maisons situées sur la rue Mabout (source : Bougdel 2006)



Les valeurs paysagères

Les valeurs paysagères sont aussi bien naturelles (ressources florales, fauniques, maritimes et forestières), que culturelles, par le choix et le mode d'implantation des constructions anciennes de la Casbah sur le promontoire rocheux, qui s'avance dans la mer (figure 104). Dans l'ensemble, les deux valeurs naturelle et culturelle se conjuguent de façon harmonieuse au point de constituer, de nos jours, le caractère spécifique de la vieille ville

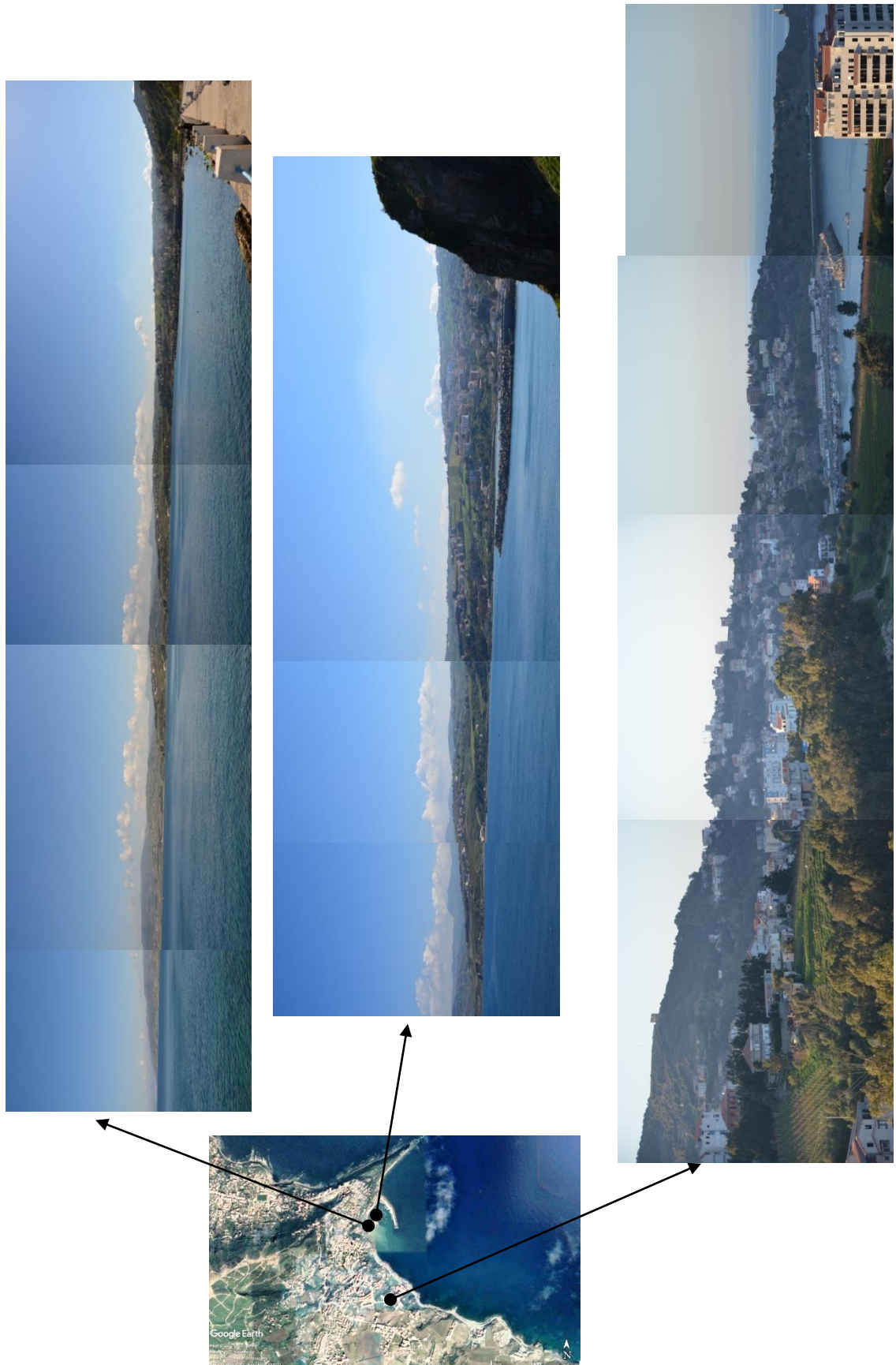
⁴² Source PPSMVSS 2017

de Dellys. La ville offre des panoramas remarquables: la promenade en balcon, longeant le front de mer au-dessus du portique, qui offre un large panorama et le moyen d'observer les activités des pêcheurs à terre et sur la côte ; toujours à mi-côte, sur le flanc est de la colline, la promenade qui s'élargit en présentant une esplanade spacieuse que les habitants semblent préférer pour se rassembler en fin d'après-midi; le site dégagé du cimetière que délimite les hautes falaises surplombant la mer ; les différentes haltes, de part et d'autre des parcours de crête, (depuis la forêt de Balarbi jusqu'au phare de Sidi Abdelkader) et de contre-crête du promontoire de Dellys.

Les valeurs urbaines

Les valeurs urbaines se dénotent dans l'adhésion spontanée de, du fait que le tissu urbain tire sa valeur de toutes les constructions respectant des règles de cohabitation (l'implantation des constructions par rapport aux voies, aux espaces publics et à la mitoyenneté ; les techniques et matériaux de construction ; le nombre de niveaux) qui ont conduit à l'unité typo-morphologique dans la formation de l'ancienne ville et de ses premières extensions historiques. C'est donc le respect de ces règles, qui se sont perpétuées à travers les âges des constructions anciennes et historiques datant d'avant 1830, qui confèrent à la vieille ville cette harmonie de formes et de couleurs que l'on observe aujourd'hui en circulant à travers ses ruelles (PPSMVSS 2017). La véritable qualité urbaine de Dellys est à rechercher, paradoxalement, dans la modestie de son architecture, qui se manifeste à l'abri de toute forme ostentatoire, en accordant l'attention à l'œuvre collective, assumée par la rigueur de la structure du tissu. Cette image est renforcée par les liens qu'entretiennent les habitants entre eux et montre l'importance des règles communes qui priment sur les éventuels souhaits individuels. Cette dimension joue un rôle pour réduire la vulnérabilité en cas d'évènement. Dans ce cas d'après Meschinet De Richemond (2016), l'accent est mis sur le groupe plus que sur l'individu, le groupe étant à la fois une communauté sociale et une communauté spirituelle. Dans un tel contexte, la dimension symbolique est beaucoup plus importante dans la gestion des risques de catastrophes naturelles.

Figure 104: Vues du paysage culturel et naturel de la vieille ville de Dellys (source : Sehili , 2021)



C. Améliorer la qualité fonctionnelle des espaces et renforcer les liens sociaux face aux aléas

Qualité intérieure et le confort

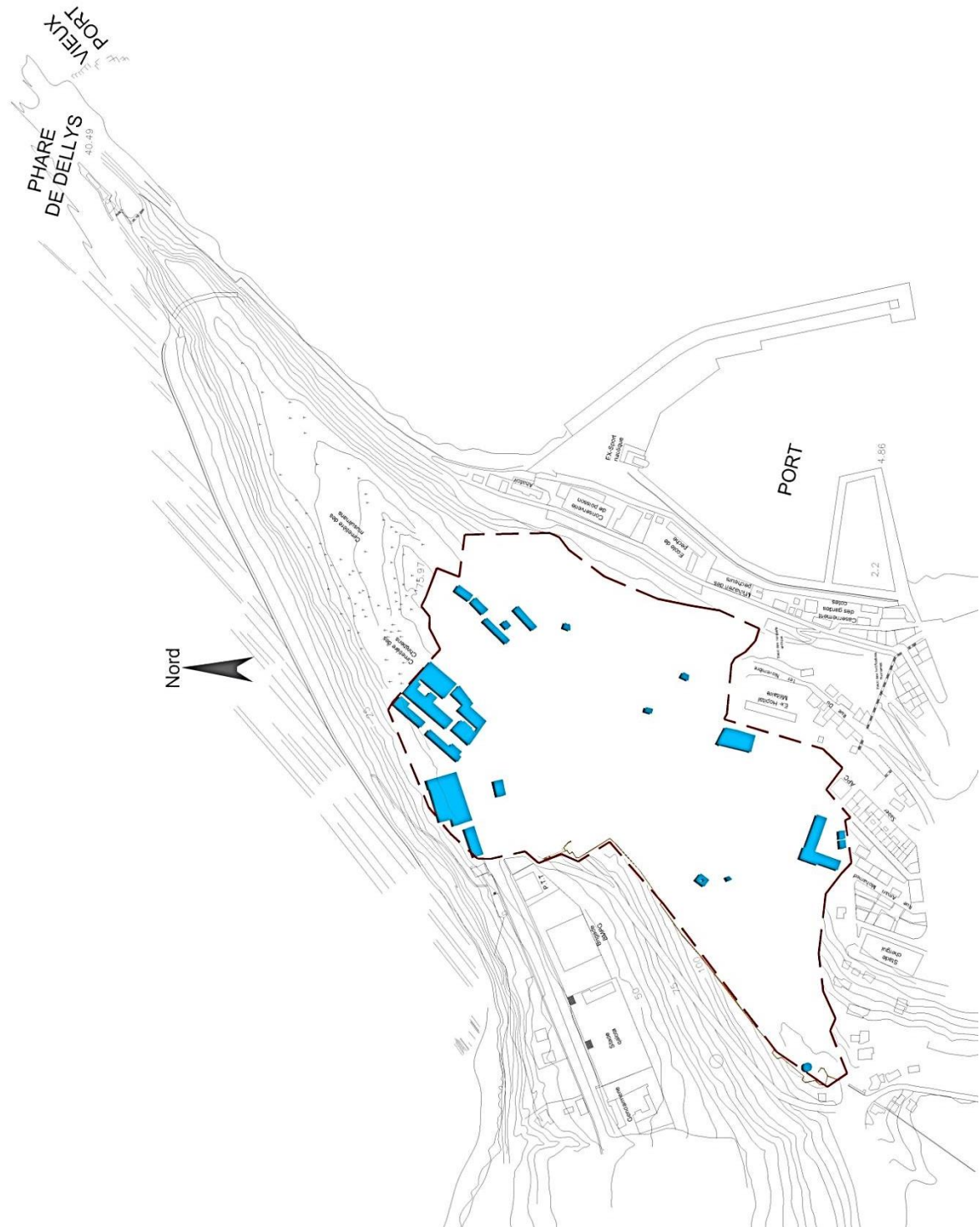
Il est à signaler une nette amélioration du confort des logements. Toutefois, les constructions datant d'avant 1962 ne possèdent, encore, ni salle de bains, ni de cuisine. Plus de 95% des constructions sont raccordées au réseau d'assainissement, à l'eau potable, et à l'électricité. Le gaz de ville est présent dans 60% d'entre elles.

Propreté, déchets et sécurité

Nous avons observé un phénomène très inquiétant le dépôt et le rejet illicite des ordures ménagères sur toute la périphérie du site. la question du risque des déchets solides reste préoccupante pour l'ensemble de la ville arabe, haute ville et basse ville. Pour l'aspect sécuritaire, aucune plainte n'a été déposée au niveau du commissariat de la ville de Mansourah, cependant, l'éclairage public doit être amélioré.

4.2.1.2. Les espaces bâtis non résidentiels

Figure 105: Carte du bâti non résidentiels de la Casbah de Dellys (source : PPSMVSS 2017, modifiée par Sehili,2021)



A. Réduire la vulnérabilité sociale de la population (Améliorer l'intégration et l'accessibilité aux services publics)

Les services publics

Le site d'étude accueille une seule structure de réception du public : la salle de soins Zekri, qui reçoit 32 malades par jour pour différents soins (figure 106).

Figure 106: Salle de soins Zekri (source : Sehili,2021)



Les établissements d'enseignement

Au niveau de la vieille ville, on trouve une école publique, et deux écoles coraniques. L'école publique Redhouane Gaceb, qui accueille 240 élèves, est composée de 12 classes, une classe maternelle, 2 salles réservées à l'administration, des toilettes et une salle de soins (figures 107 et 108). Il y a aussi un établissement d'enseignement moyen, le collège Lounis Mohamed. Il compte 431 élèves répartis en 11 classes et 2 chalets. Il a été durement touché durant le séisme de 2003 : plusieurs classes ont été perdues et le mur de soutènement a été touché (figure 109).

Figure 107: L'école primaire Gaceb (source : Sehili,2021)



Figure 108: l'école primaire Gaceb (source : Sehili 2021)



Figure 109 : collège Mohamed Lounis (source : Sehili, 2021)



Un lycée technique vient compléter la liste des équipements scolaires implantés dans la vieille ville ; il est à signaler qu'il bénéficie, actuellement, une opération de réhabilitation (figure 110). En ce qui concerne les écoles coraniques (figure 111), elles accueillent les enfants en dehors de leurs activités scolaires et lors des vacances. Le principal obstacle qui s'oppose à la construction et à l'aménagement d'écoles où les enfants soient en sécurité et qui offrent un refuge sûr à la population avoisinante, pendant et après une catastrophe naturelle (Vickery 1984).

Figure 110 : Lycée technique (source : Sehili,2021)



Figure 111: école coranique Sidi Amer (source : Sehili,2021)



Les établissements sportifs

Un terrain de jeux (un terrain de foot) est situé hors les limites de la ville arabe, derrière l'école primaire Haouche, ce terrain a été utilisé comme un lieu d'hébergement provisoire (camps de toiles) après le séisme de 2003 , on note l'absence de structures sportives couvertes sur le site de la vieille ville.

Les commerces

Toute l'activité commerciale est concentrée sur l'axe Mabout ex RN°24 (figure 112), le problème d'indivision des propriétés est vécu comme une entrave à la reconstruction et à la rénovation de cet axe commercial.

Figure 112 : les activités commerciales, rue Mabout (source : Sehili, 2021.)



Les bâtiments patrimoniaux

La vieille ville est dotée d'un patrimoine culturel très riche datant d'avant le X^{ème} siècle (voir chapitre 3). La morphologie du site offre des vues panoramiques, à l'instar du cimetière et de la ruelle M'zaab. Le monument historique le Marabout Sidi El Harfi est de haute valeur historique, esthétique et scientifique (figure 113) de même pour le lycée technique. des opérations de restauration sont en cours à l'exemple du lycée technique (figure 114).

Figure 113: le marabout Sidi El Harfi et la mosquée El Eslah (source : Sehili , 2021.)



Figure 114: le lycée technique à droite en 1956 et à gauche l'état actuel en cours de restauration (source : Bet Akli et Sehili, 2021)



Augmenter les niveaux d'éducation

Pour augmenter le niveau d'instruction, il faut lutter contre l'échec scolaire. Le nombre d'enfants ayant un retard scolaire en sortant de l'école primaire est, en moyenne, de 2 élèves par classe sur un total de 30 élèves, soit un taux de 6%. L'absentéisme, à l'école, est moyen ou faible.

Améliorer l'intégration des habitants

Le calcul du taux d'habitants résidant à moins de 300 mètres des équipements ou d'un arrêt de bus nous a permis d'établir ce qui suit: 100% de la population vit à proximité d'une école, d'une salle de soins et de commerces de détail. 100% de la population vit à proximité d'un CEM, d'un lycée, d'un bureau de poste, des services administratifs, du marché (souk).

Présence d'activité et équipements attractifs

L'atout majeur de la ville, de ce point de vue est la présence d'un équipement à intérêt communal et régional, en l'occurrence, le port et l'administration des douanes dans le quartier El Marsa.

B. Réduire la vulnérabilité physique, préserver l'héritage architectural contre les agressions humaines et les aléas

L'état du bâti

L'ensemble du site, et, plus particulièrement, les équipements, sont de haute valeur historique, artistique et scientifique. La valeur esthétique des façades reste très difficile à évaluer, car il faut prendre en compte plusieurs critères. La charte internationale pour la sauvegarde des villes historiques, charte de Washington 1987, relative aux grandes et petites villes, aux centres et aux quartiers historiques avec leur environnement naturel ou bâti, édicte ce qui suit :

Les valeurs à préserver sont le caractère historique de la ville et l'ensemble des éléments matériels et spirituels qu'en exprime l'image en particulier :

La forme urbaine : La trame parcellaire.

Les relations entre les divers espaces urbains : espaces bâtis, espaces libres, espaces plantés.

La forme et l'aspect des édifices intérieur et extérieur : La structure ; Le volume ; Le style ; Echelle ; Matériaux ; Couleur ; Décoration.

L'ensemble des bâtiments du site ne présente pas des façades très dégradées. D'autre part, plusieurs recommandations particulières d'intervention sur le cadre bâti sont édictées dans le règlement du PPSMVSS de la vieille ville de Dellys. d'après (Garat, Gravari-Barbas, et

Veschambre 2005) la nécessité de protéger et transmettre le patrimoine, héritage culturel défini comme « bien commun » est aujourd'hui une idée largement répandue parmi les élus. Tout responsable urbain, élu ou technicien, semble désormais persuadé qu'une ville qui valorise ses héritages architecturaux et urbanistiques se donne les moyens de mieux préparer son avenir.

C. Améliorer la qualité fonctionnelle des espaces et renforcer les liens sociaux ; Confort, sécurité et santé

Sécurité et santé

Selon notre enquête établie en 2017, les habitants assurent qu'aucun problème de sécurité n'est signalé sur le site. Au niveau de la santé, sur l'ensemble du site, la salle de soins assure les consultations médicales, avec une fréquentation moyenne de 32 malades par jour. Les services de la Protection civile assurent le transfert des malades vers l'hôpital, le nombre d'interventions dépassent largement 20 par jour. Le constat actuel est le déménagement de l'unité de Protection civile se trouvant dans la vieille ville vers Sidi El Medjni à l'entrée Ouest de la ville de Dellys. En cas de futur évènement naturel les interventions des hommes de la protection civile seront plus longues en termes de temps de déplacement.

Pollution et déchets

Aucun problème de pollution de l'air n'est signalé sur le site, mis à part le dépôt des déchets ménagers. La collecte, en est assurée par les services de l'APC, et se fait quotidiennement par camion sur les voies accessibles. Au vu de la topographie du site, un grand nombre de ruelles ne sont pas accessibles mécaniquement, le moyen le plus approprié que l'on utilise, dans ce cas, c'est le recours aux baidets. Mais, l'état de ruine de certains ilots y favorise l'amoncellement d'ordures qui incommode les occupants des rares bâtisses encore habitées.

Association et lieu de rencontre

Le quartier possède une association, agréée en 2018 sous le nom Association «Saaoued El Khayr », et qui est rattachée à l'association nationale de Solidarité et de Secours. Mais, à part cela, il n'existe, sur le site, aucun local de rencontres aménagé, que ce soit à destination des personnes âgées, des jeunes ou des enfants.

Participation des habitants, vie sociale et gouvernance

Les échanges, entre notre site d'étude et les autres quartiers de la ville, sont considérés comme très insuffisants. Les habitants du quartier participent à des activités de solidarité.

Économie sociale et solidaire

En matière de structures d'aide économique, il est à signaler la présence d'un programme d'activité et d'intégration sociale, dans le cadre duquel des aides ont été accordées à huit bénéficiaires

4.2.1.3. Les espaces non bâtis

Figure 115: Carte des espaces non bâtis de la Casbah de Dellys (source : PPSMVSS 2017, modifiée par Sehili 2022)



A. Réduire la vulnérabilité sociale de la population face au risque sismique (Améliorer la qualité des espaces de déplacement, de refuges et de relogement provisoire)

Lien avec les autres quartiers de la ville

Située à une altitude de 63 mètres au dessus du niveau de la mer, la vieille ville s'étage en amphithéâtre sur un contrefort oriental du djebel El Assouaf qui se termine dans la mer par la longue pointe effilée du cap Bengut. Elle est marquée par deux entrées principales à l'Est et à l'Ouest, les deux ponts, au-dessus de l'Oued Tiza et de l'Oued Gheraba, forment deux liaisons est-ouest. Les habitants et les véhicules empruntent cet axe qui constitue un tronçon de la route nationale 24. La vieille ville est desservie par des transports en commun, d'où le sentiment, pour ses habitants, de ne pas être isolés des autres quartiers de la ville.

Les accès au site

L'unique entrée du quartier nécessite des aménagements mobiliers urbains, signalétique, aménagement des trottoirs et des bordures, et amélioration de l'éclairage public. Le reste des entrées secondaires méritent une prise en charge urgente par l'aménagement d'escaliers, et le revêtement des allées (accès piétons).

La continuité et la cohérence des espaces publics

Toutes les allées et les accès aux habitations et équipements publics sont en état très avancé de dégradation, malgré l'opération d'amélioration urbaine réalisée en 2009 pour un montant de 10 milliards de centimes dinars. Les travaux de raccordement aux réseaux d'eau potable sont toujours en cours (figure 116)

Figure 116: l'état des ruelles à l'intérieur de la basse Casbah (source : Sehili , 2021)



Espaces de détente et de loisir

Le site de la ville arabe compte un seul lieu de regroupement. L'ensemble du site manque de structures de détente et de loisirs, que ce soit dans le domaine du sport ou d'espaces verts aménagés. Le déficit en équipements sportifs donne lieu à des occupations sauvages d'espaces.

Surface libre et non aménagée

La part des jardins privés est plus importante que celles des jardins publics. C'est la logique du tracé de la Casbah (voir chapitre 3) a fait qu'on n'y trouve pas ce type d'espace public. Les jardins privés étaient particulièrement nombreux avant 1980 (figure 117). Il est à noter, également, la présence de nombreuses friches urbaines, qui représentent un véritable potentiel foncier sur le site.

Figure 117: emplacement des jardins durant les années 1980 (source INCT ,modifiée par Sehili,2021)



B. Réduire la vulnérabilité physique, préserver l'héritage architectural contre les agressions humaines et les aléas

Le patrimoine naturel

Le site recèle un riche patrimoine naturel, avec son espace boisé et des jardins remarquables situés au sud, au pied du site ; ces jardins, en forme de terrasses, nécessitent d'être protégés. D'autre part, la ville possède un patrimoine végétal relativement varié, notamment, des espèces implantées dans les cours des maisons.

Gestion des ressources

Le réseau de distribution d'eau à l'intérieur de la Casbah est dans un état moyen, sauf dans la basse ville, où de fréquentes fuites d'eau sont signalées, ce qui a amené les services de l'ADE à procéder à la fermeture partielle du réseau desservant ce quartier. Par le passé, les puits assuraient l'alimentation en eau potable de l'ensemble des maisons, l'eau recyclée était utilisé pour le nettoyage des cours intérieures des maisons et des allées publiques, avant d'être rejetées à l'extérieur, selon un sens gravitaire.

Accessibilité aux espaces libres (comme des lieux de refuges en cas d'un séisme)

Les espaces libres sont représentés dans les parcelles dégagées après évacuation des gravats de bâtisses effondrées ou démolies. De petites tailles, ils se trouvent à l'intérieur des ilots et aux abords de la ville.

Qualité des trottoirs

Les seuls trottoirs existants se trouvent le long de la rue Matoub. Ils sont de largeur réduite, parfois inférieure à un mètre, et le revêtement est de qualité moyenne.

Lieu de convivialité

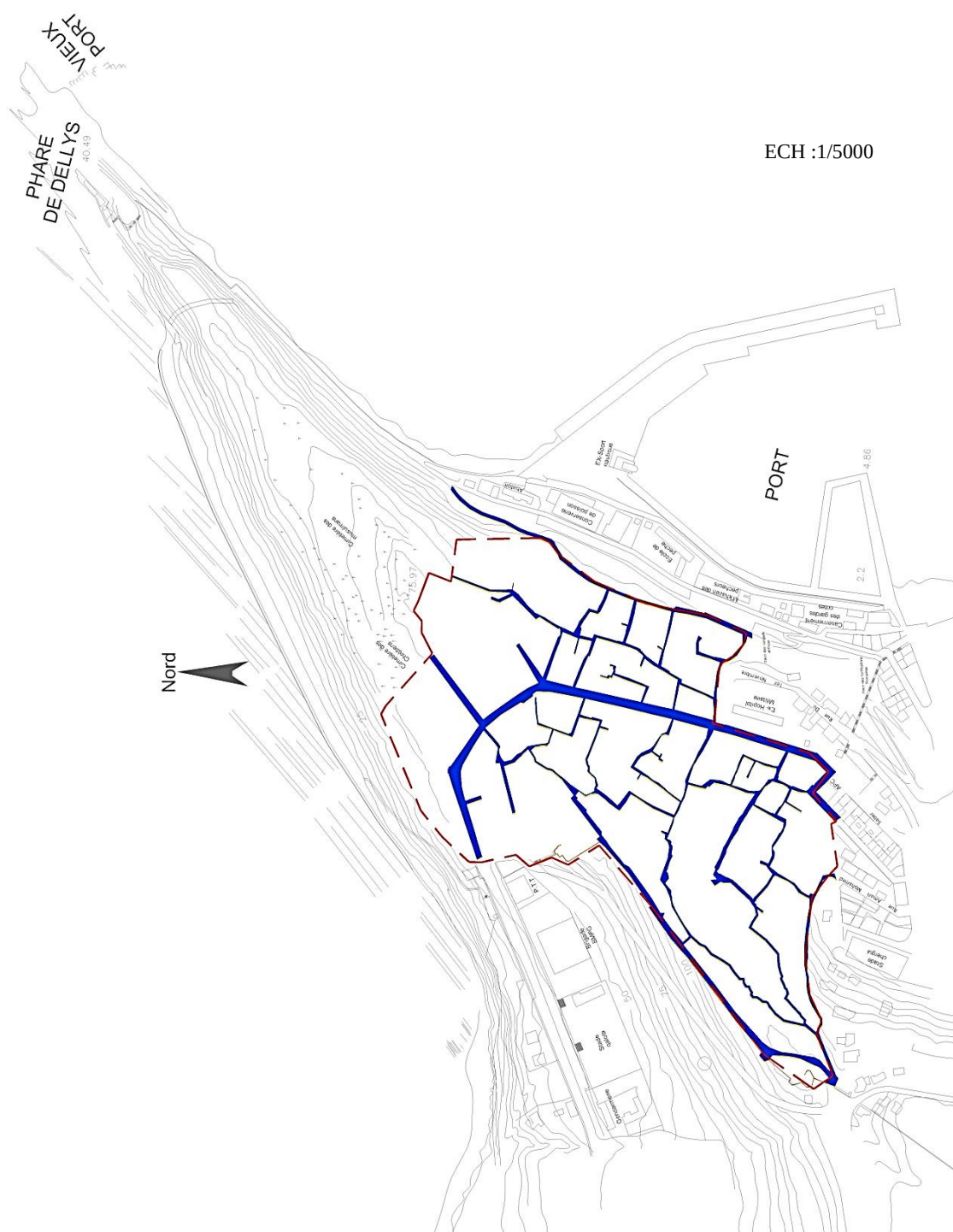
Les terrasses donnant sur la mer constituent des lieux de convivialité particulièrement appréciés de la population.

Initiatives engagées sur le quartier

De l'aveu même des habitants, la propreté, sur le site, laisse à désirer. Le rejet sauvage des déchets ménagers persiste, malgré l'existence d'un collecteur collectif avec tri. Les décharges illicites affectent le paysage et l'image du site. Pour pallier à cette situation, des initiatives citoyennes sont, parfois, prises, pour organiser des campagnes ponctuelles de nettoyage.

4.2.1.4. Les infrastructures et les réseaux

Figure 118: Carte des infrastructures et des réseaux de la Casbah de Dellys (source : PPSMVSS 2017, modifiée par Sehili ,2021)



A. Réduire la vulnérabilité sociale de la population (Améliorer la qualité des espaces de circulation et de secours)

Les modes de déplacement

Les habitants du site privilégient la circulation douce (à pied), mais L'état de dégradation des trottoirs et des ruelles rend la circulation souvent, très difficile. Pour les moyens de transport on trouve une seule ligne de transport en commun, desservant le centre-ville est la ligne « La nouvelle ville - Tagdempt » (figure 119).

Figure 119: l'arrêt de bus et les moyens de transport en commun sur le site de la Casbah de Dellys (source : Sehili,2021)



Axes et trafic

Gestion de l'espace

D'après les cartes anciennes, le site de la vieille ville est séparé de la ville par deux oueds, les deux ponts reliant la ville aux autres quartiers ont été durement touchés par les inondations de 2007, vieille ville de Dellys était coupé du reste de la ville. S'agissant de la liaison Sud-Nord, avec la ville, elle est inexistante de ce côté. On signale un manque considérable d'aménagements permettant la circulation des piétons. En cas de futur événement l'accessibilité au site est une question posée.

L'assainissement

Il existe deux points de rejet des eaux usées provenant des habitations; malheureusement, ils mènent tous deux directement à la mer. L'ensemble du réseau d'assainissement a subi

d'importantes dégradations, suite au séisme de 2003. Le collecteur de la route nationale fait l'objet d'interventions de débouchage périodiques par les services de l'office national d'assainissement (ONA) .

L'eau potable

Le site de la ville arabe est localisé dans une région très aquifère. Il existe, aujourd'hui, trois sources : la source de Bab Es-Sour, la source du Mizab et Tala Oualdoun. De plus, la majorité des habitations possède un puits. Les eaux des puits servent, aussi bien à l'usage domestique, qu'à l'irrigation, constituent un complément au réseau public d'adduction en l'eau potable.

Les eaux pluviales

L'évacuation des eaux pluviales se fait par les mêmes canalisations que les eaux usées sur le collecteur principal. Des avaloirs en bordure des chaussées captent les eaux ruisselant en surface et les drainent vers les canalisations d'évacuation. Il n'existe pas d'avaloirs au niveau de la voirie de la Casbah, à l'exception de la route nationale. Dans ce quartier, les eaux ruissèlent en surface en suivant la pente du terrain. Les eaux de la Haute Casbah sont recueillies au niveau de la route nationale puis drainées vers le collecteur. Les eaux de la Basse Casbah sont recueillies par les voies en amont du mur de soutènement et sont évacuées par le réseau d'assainissement.

B. Réduire la vulnérabilité physique, préserver l'héritage architectural contre les agressions humaines et l'aléa sismique

Axes et trafic

La ville arabe est structurée autour d'un enchevêtrement de ruelles sinueuses exclusivement piétonnes, revêtues, à l'origine, de pierres. Malheureusement, lors de travaux d'assainissement ou d'alimentation en eau potable, le revêtement d'origine est souvent remplacé par du béton. L'ensemble du revêtement de la voirie de la Casbah est dans un état de dégradation. L'axe mécanique (Mabout) constitue la seule artère de liaison entre la Basse et la Haute Casbah. La voie périphérique, Bab-Essour, au sommet de la ville, permet la liaison avec les autres quartiers de la ville.

C. Améliorer la qualité fonctionnelle des espaces et renforcer les liens sociaux face au risque sismique

Le stationnement

Le problème de stationnement de véhicules se pose particulièrement, du fait que la largeur du seul axe routier mécanique n'offre pas d'espaces à cet effet. Les habitants utilisent, donc, les parcelles libres donnant sur cette rue comme parkings (figure 120).

Figure 120: stationnement illicite après déblaiement de la parcelle à la Casbah de Dellys(source : Sehili,2021)



La sécurité

Selon les sources de la Protection civile, aucun accident de la circulation n'est signalé sur site. Par contre, les ruelles sinueuses exclusivement piétonnes, sont, malheureusement, en mauvais état, ce qui y rend difficile, et, même, parfois, risqué le déplacement. Un autre risque, pour les piétons, est représenté par des bâtisses adossées aux ruelles qui sont en état de ruine, menaçant à tout moment de s'effondrer (figure 121).

Figure 121: état dégradé des ruelles et la chute des murs à la basse Casbah de Dellys (source : Sehili,2021)



4.3. Synthèse de l'état des lieux

Les éléments urbains De la vieille ville de Dellys	Structure	Usage
Espace bâti résidentiel	- Le parc logement est composé de 334 bâtisses usage d'habitation et 100% sont des maisons individuelles dont 45 % sont des résidences principales. 77% du parc logement est vacant. - L'état du cadre 11 totalement effondrées, - lot libéré de ses gravats ; 20 totalement effondrées, - lot submergé de gravats ; 64 partiellement effondrées ; 42 présentent d'importantes anomalies structurelles ; 71 relativement stable ; 126 états structurels satisfaisant ; - Le cadre bâti est de haute valeur historique et architecturale il date d'avant 1830.	- La ville arabe compte 939 habitants ce qu'il représente 4.3% de la population totale qui a connu une perte généralisée de sa population, le taux d'accroissement moyen est de 1.23%. - Le centre se caractérise par une forte représentation de la population jeune <40ans. - Le taux de chômage de la population active est relativement élevé 69.26%, - On note une forte représentation de la famille pluricellulaire >5personnes ce - qui assure le renouvellement des générations. 69.20% des habitants sont propriétaires de leurs logements. - les familles demandeuses d'aides sociales sont trop faibles, par contre les demandes d'aide d'accès au logement (social) sont très importantes. (enquête 2017).
Espace bâti non résidentiel	- On signale une forte présence d'équipements éducatifs : 02 écoles, un collège et un lycée (l'accès au collège avec son mur de soutènement constitue un risque ; - La salle de soins Zekri répond aux besoins de la population ; - On trouve aussi plusieurs écoles coraniques et des marabouts qui sont en état de dégradation avancé. - Manque très important d'équipement sportif, culturel et de loisir ; - Bureau des Douanes ; - Siège de l'association ; - Un port de pêche, qui participe à l'activité économique.	Population résidente : enfants scolarisés de la basse et haute Casbah, et du quartier Bab-Essour .
Espace non bâti	- On ne trouve aucun espace vert aménagé tel quel, mais les espaces libres et les vues panoramiques (sur la ville et la montagne sont très variés et riches). - On signale un manque de structures de loisirs et de détente pour les jeunes et les personnes âgées. - Les friches urbaines et les espaces libres du site sont pollués par les rejets illicites des déchets ménagers et les stationnements illicites.	Malgré l'existence d'une association de quartier, et les différentes opérations d'amélioration urbaine. les habitants trouvent des difficultés pour entretenir les espaces extérieurs.
Infrastructures et réseaux	- Une seule ligne de transport disponible ; - Un seul axe routier « Mabout » est bon état et menacé par les bâtisses en ruines ; - problème de relation entre le quartier et le reste de la ville, la traversé des deux ponts posent un problème de passage et de protection des inondations durant la période hivernale. - L'état des allées et des ruelles est très dégradé.	- Mobilité mécanique trop faible ; - Circulation douce très importante.

4.4. Les enjeux à évaluer

Après avoir établi l'état des lieux des quatre éléments composant la vieille ville de Dellys, nous avons retenu un ensemble de facteurs pour chaque élément diagnostiqué. Nous retenons un ensemble d'enjeux prioritaires dont il faut évaluer la vulnérabilité face à un futur événement sismique, Nous avons retenu l'espace bâti résidentiel avec ses usagers (tableau 26).

Tableau 26: La grille d'analyse des enjeux prioritaires à évaluer (source Sehili,2021)

Champs Objectifs	Espace bâti résidentiel	Espace bâti non résidentiel	Espace non bâti	Infrastructures et réseaux	Total
Réduire la vulnérabilité sociale de la population face séisme	9	8	5	5	25
Réduire la vulnérabilité physique, préserver l'héritage architectural contre les agressions humaines et les aléas	9	1	6	1	17
Améliorer la qualité fonctionnelle des espaces (Améliorer la qualité des espaces de circulation et de secours et renforcer les liens sociaux face aux aléas	3	7	0	2	12
Total	21	16	11	8	54

Conclusion

A cette étape, le diagnostic ou cet état des lieux nous a permis de retenir des enjeux prioritaires pour la Casbah de Dellys, à savoir, le bâti résidentiel, qui constitue un enjeu majeur, et qui, malgré les effets du temps, assure toujours ses fonctions. Cependant, son état de dégradation constitue un danger pour ses occupants. Donc, évaluer sa vulnérabilité et la vulnérabilité de ses habitants va nous permettre de mettre en place des mesures de prévention contre un risque sismique probable. Les vulnérabilités des enjeux sont des éléments déterminants du risque et de la gestion des catastrophes.

Chapitre 5

Évaluation de la vulnérabilité globale et du risque sismique à Dellys

Introduction

Après le diagnostic établi dans le chapitre 4, nous avons retenu les enjeux prioritaires à évaluer, à travers les trois dimensions de vulnérabilité, physique, socio-humaine et structurelle, chacune de ces dimensions ayant ses propres facteurs, à même d'influencer la vulnérabilité. Dans ce chapitre, nous allons évaluer et spatialiser la vulnérabilité globale de la Basse Casbah. Étant donné que la ville de Dellys est située à proximité d'une faille sismique, l'aléa y est omniprésent à Dellys et c'est donc, la vulnérabilité qui fera la différence en termes de dégâts lors d'un séisme futur.

5.1. Les facteurs et les outils d'estimation des vulnérabilités

Les facteurs communs de la vulnérabilité, ce sont la sensibilité, la capacité de réaction, l'adaptation, et la proximité de la source de l'aléa. La sensibilité fait généralement référence à la prédisposition des individus, des infrastructures ou encore de l'environnement à être affectés par un aléa ou par un phénomène dangereux (Cardona et al. 2012). Cette susceptibilité est liée à un ensemble de conditions intrinsèques et contextuelles d'ordre physique, social, économique, culturel, écologique ou encore institutionnel, qui vont déterminer le manque de résistance de l'élément à l'action de l'aléa, et sa prédisposition à subir des dommages ou des perturbations. (Tanguy 2016). Pour évaluer les vulnérabilités de la Basse Casbah de Dellys, il nous faut, donc, construire des indices de vulnérabilité spécifiques à chaque forme, qu'elle soit physique, sociale ou humaine. Le processus de construction d'un indice commence par la formulation du cadre conceptuel. La caractéristique distinctive la plus importante sur le plan méthodologique des indices de vulnérabilité est la conception structurelle, qui comprend des arrangements déductifs, hiérarchiques et inductifs (Tate 2012 et Lang 2002)

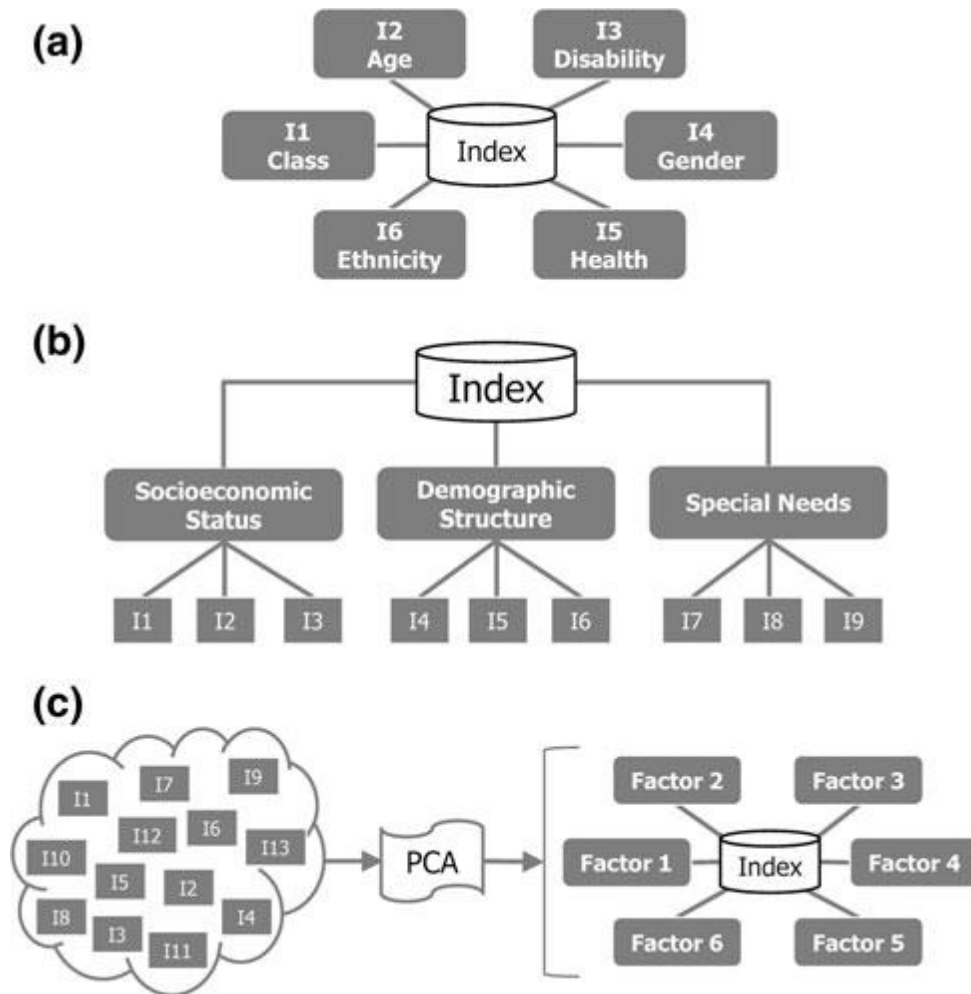
A- Les modèles déductifs contiennent généralement moins de dix indicateurs, qui sont normalisés et agrégés à l'indice. C'est la structure la plus courante appliquée aux premiers indices de vulnérabilité sociale (figure 122).

B- Les conceptions hiérarchiques ont utilisé environ dix à vingt indicateurs, qui ont été utilisés pour évaluer la vulnérabilité sociale. Ils sont séparés en groupes (sous-indices) partageant la même dimension sous-jacente de vulnérabilité. Les indicateurs individuels sont agrégés en sous-indices, et les sous-indices sont agrégés en indices.

C- Les approches inductives commencent par un grand ensemble de vingt indicateurs ou plus, qui sont réduits à un ensemble plus restreint de facteurs latents, non corrélés, en utilisant l'analyse en composantes principales.

Les facteurs sont, ensuite, agrégés pour construire l'indice. Les méthodes inductives ont été popularisées par l'indice de vulnérabilité sociale, et constituent la base de la majorité des indices de vulnérabilité plus récents

Figure 122: Les conceptions structurelles des Indices de vulnérabilité (source : Tate 2012)



5.2. La corrélation entre les facteurs de vulnérabilités

L'analyse des corrélations entre les variables traduit l'influence de chaque variable dans la vulnérabilité et dans son renforcement, afin de prévoir les mesures nécessaires. La corrélation entre les différentes variables est identifiable par l'application de la méthode d'analyse en composantes principales (ACP), la matrice des corrélations doit être analysée au regard de la valeur des coefficients de corrélation de Bravais-Pearson. Les corrélations les plus significatives à analyser peuvent être repérées par des valeurs tests supérieures à 0.53. Cette valeur correspond au seuil au-delà duquel les corrélations sont significatives (Busca et Toutain 2009). Le recours à cette technique est très répandu ces dernières années (Rufat 2009). Elle s'applique sur des données quantifiables (variables quantitatives), et se fait par le logiciel SPSS, qui est un outil de traitement des statistiques et convient dans les analyses des données quantitatives. Cette méthode s'effectue par des analyses factorielles, soulignant les interactions fortes, moyennes et faibles entre les variables.

5.2.1. Définition de l'importance relative des indicateurs

La première étape de cette approche consiste en l'évaluation de l'importance relative de chaque indicateur, selon son influence sur la vulnérabilité. On utilise pour cela une méthode de comparaison par paire, qui consiste à comparer à l'intérieur d'une matrice chaque indicateur de vulnérabilité avec un autre et à attribuer à chaque paire un coefficient de comparaison. Le premier indicateur de la première ligne de la matrice est comparé à chaque indicateur de chaque colonne de cette matrice. Cette opération est effectuée de manière successive pour chaque indicateur de chaque ligne. L'échelle utilisée pour attribuer un coefficient de comparaison à chaque paire d'indicateurs est celle proposée par (Saaty 1987) Elle est présentée dans le tableau 27 (Tanguy 2016).

Tableau 27: Échelle de comparaison binaire utilisée pour la comparaison par paire des indicateurs de vulnérabilité, (source : Saaty 1987 et Griot 2003)

Degré d'importance numérique	Degré d'importance verbale	Définition
1	A la même importance	Contribution identique à l'évaluation de la vulnérabilité
3	Un indicateur est un peu plus important que l'autre	Un indicateur est légèrement favorisé par rapport à l'autre
5	Un indicateur est plus important que l'autre	Un indicateur est vraiment favorisé par rapport à l'autre
7	Un indicateur est beaucoup plus important que l'autre	Un indicateur est fortement favorisé par rapport à l'autre
9	Un élément est absolument plus important que l'autre	Un indicateur domine l'autre indicateur
2, 4, 6, 8	Valeurs intermédiaires entre deux appréciations voisines	Utilisées pour affiner le jugement lorsqu'un compromis est nécessaire entre deux appréciations
1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6, etc.	Valeurs réciproques des appréciations précédentes	

5.3. La fonction de l'aléa sismique à Dellys

La vulnérabilité est définie par la capacité de résistance des enjeux humains et matériels, c'est la vulnérabilité biophysique qu'est entendue comme la fonction de l'aléa, de l'exposition et de la sensibilité aux impacts d'un phénomène sismique. Donc, avant d'évaluer la vulnérabilité globale des enjeux face à un aléa sismique, nous allons tenter de comprendre ce phénomène naturel en exploitant l'étude de micro-zonage sismique établi par le CGS en 2014. En 2003, la ville de Dellys et ses agglomérations secondaires ont été durement touchées par un séisme d'une magnitude Mw 6,8 sur l'échelle de Richter, des disparités dans les dégâts ont été observés (figure 123), puisque, la nature et la qualité des sols et le comportement des édifices n'a pas été le même dans un même secteur des immeubles ont subi des désordres différents. À la suite du choc principal, il y a eu plusieurs secousses de magnitude supérieure à 4, parfois ressenties de façon importante par la population⁴³ (tableau 28). Toutes ces répliques ont été localisées le long du plan de faille entre Dellys et Ain Taya. D'après Chaid-Saoudi (2010), Dellys a connu un séisme qui a détruit la ville vers 1359, mais celui de 2003 est le plus fort de son époque moderne. Estimer le risque sismique actuel à Dellys est nécessaire pour mettre en place une politique locale de prévention et préparer les populations locales à un éventuel événement sismique futur. La notion d'aléa, malgré sa simplicité apparente, est, en fait, plus complexe qu'il n'y paraît. L'aléa désigne, soit les caractéristiques d'un phénomène, soit la probabilité d'occurrence et d'intensité dans une région, au cours d'une période, d'un phénomène donné (Dauphiné et Provitolo 2013). L'aléa est un phénomène qui se caractérise par son imprévisibilité, tant en termes d'intensité, qu'en termes de spatialité et de temporalité. Un aléa sismique de même magnitude (l'énergie libérée à l'hypocentre) donne des intensités différentes, selon les conditions géologiques et topographiques des sites, ainsi que de la nature et la qualité des constructions. L'exemple du séisme de 2003 à Bam (Iran), de magnitude de 6.6, et de celui de Kobé (Japon) de 1995, de magnitude 6.9, illustrent bien la différence entre magnitude et intensité. Le premier a causé la mort de plus de 38000 personnes, tandis que deuxième, a fait 5 fois moins de victimes, l'écart du nombre de victimes s'explique notamment par la différence de vulnérabilité des constructions et de la population. D'après Dureville et al. (1985), le microzonage de l'aléa sismique, en un site donné, dépend des caractéristiques sismologiques de l'évènement (magnitude, foyer) et des conditions locales au site (figure 124) qui sont:

- La déformation du signal vibratoire par effets géométriques (topographie, structure géologique) ;
- Les propriétés dynamiques des sols : la montée de la pression interstitielle, la diminution de la résistance, la liquéfaction, le tassement, etc. ;

⁴³ Enquête 2017

- La susceptibilité aux mouvements de terrains induits par la vibration : éboulements rocheux, glissements en terrain meuble.

Le microzonage consiste à identifier des zones homogènes vis-à-vis de certains caractères, et à définir sur chacune d'entre elles, le plus complètement possible, le comportement sous séisme du site, et l'aléa correspondant. L'intérêt de cette cartographie est de fournir une vue du problème sismique sur le territoire d'une ville, d'une agglomération, et, donc, de contribuer à la préparation rationnelle de programmes de diminution du risque à cette échelle : plans d'aménagement et d'occupation du sol, identification des quartiers vulnérables. Quand-elle de l'étude de micro-zonage sismique du site urbain de Dellys ?

Figure 123: Nombre de dommage par hauteur des bâtiments(source CGS 2004)

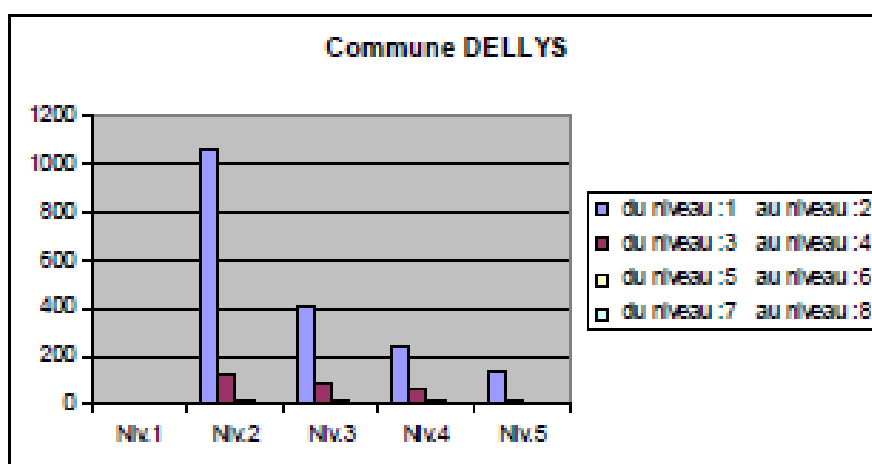
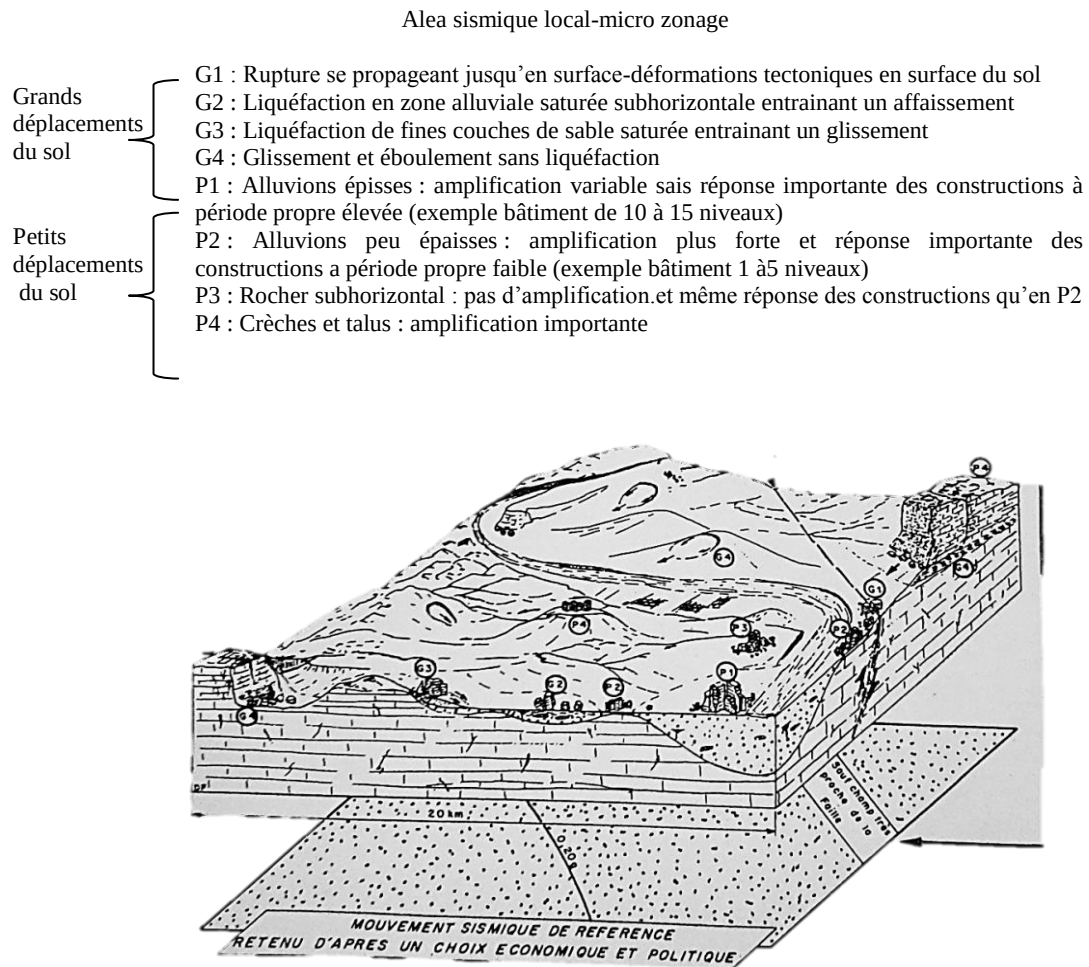


Tableau 28: les principales répliques du séisme de 2003 (source : CRAAG)

Date	HH MN SS	Localisation	Magnitude
21.05.2003	19 51 14	36.87 N 3.64 E	5.0
22.05.2003	04.14.02	36.98 N 3.64 E	5.3
27.05.2003	18.11.29	36.88 N 3.55 E	5.8
28.05.2003	07.58.39	36.03 N 3.32 E	5.2
29.05.2003	03.15.01	36.20 N 3.42 E	5.8

Figure 124: le microzonage sismique (source Dureville et al. 1985)



5.3.1. Micro zonage sismique de site urbain de Dellys

En 2007, dans le cadre de la politique de prévention des risques sismiques, le ministère de l'habitat et de l'urbanisme (MHUV) représenté par la direction de l'urbanisme et de la construction DUAC de la wilaya de Boumerdes, a lancé l'étude de microzonage sismique de onze sites urbains répartis sur l'ensemble du territoire de la wilaya de Boumerdes (Dellys- Baghlia, Bordj Ménaïel, Naciria, Thénia, Boumerdes, Boudouaou, Khemis El Khechna, Isser, Sidi Daoud et Zemmouri). Réalisée par le (CGS), cette étude a été élaborée de 2007 à 2014. Avec des cartes de microzonage sismique couvrant la totalité des sites urbains concernés. Elle a été établie en six étapes :

Étape A1 : étude d'aléa sismique régional ;

Étape A2 : cartographie photogéologique (figure 125);

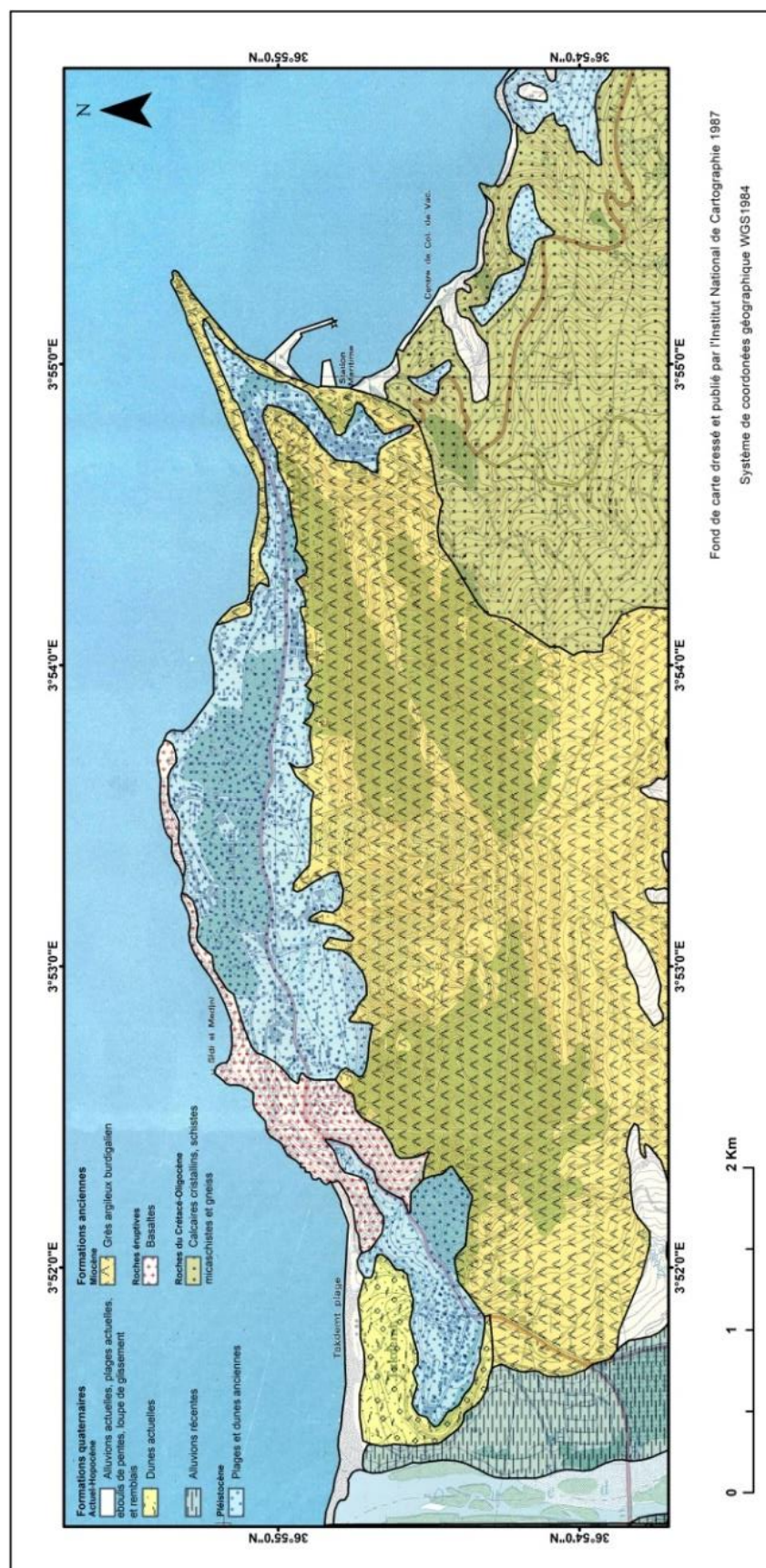
Étape A3 : cartographie géotechnique et données hydrogéologiques ;

Étape A4 : carte de synthèse des aléas sismiques et de microzonage sismique ;

Étape A6 : rapport de microzonage sismique.

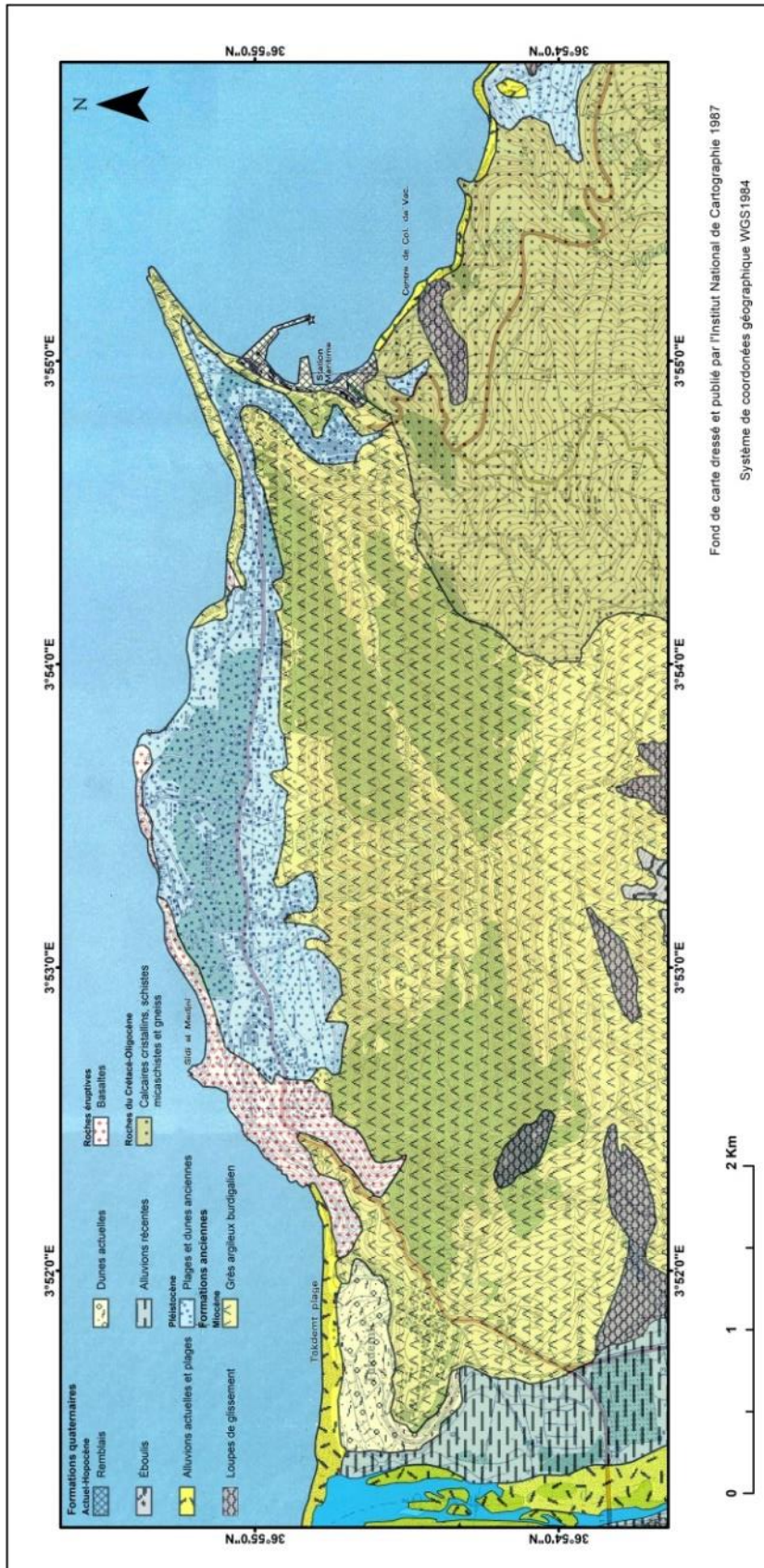
Et vue le problème rencontre pour consulter cette étude nous présentons l'ensemble des cartes disponibles à savoir, la carte photogéologie où on distingue les différentes formations anciennes et récentes.

Figure 125: carte photogéologique de Dellys (source : CGS 2008, redessinée par Sehili,2021)



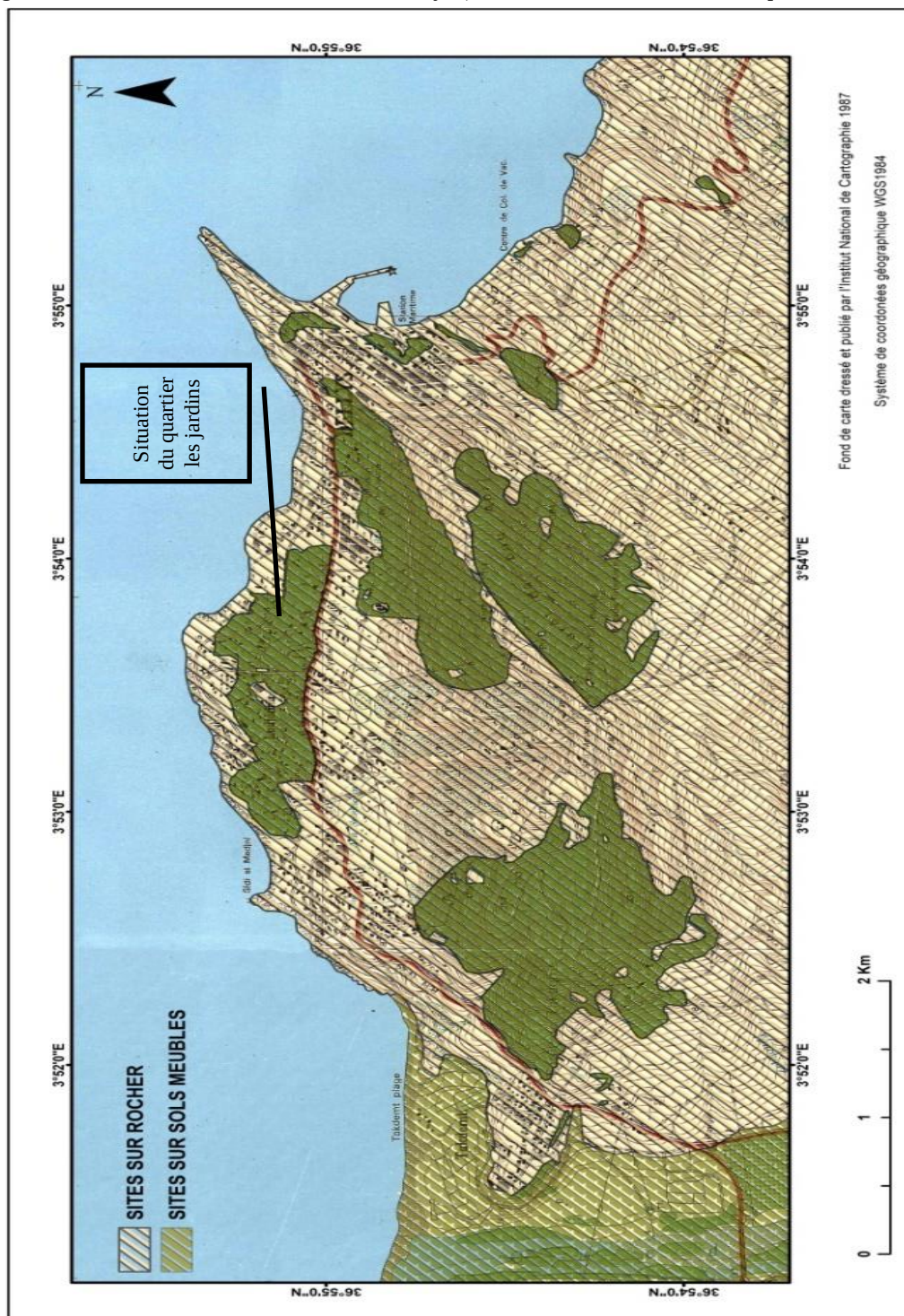
La carte géotechnique et hydrogéologique où on distingue les différentes formations d'après les anciennes études géotechniques établis sur cette région pour la réalisation des différents projets figure 126).

Figure 126: carte géotechnique et hydrogéologique de Dellys (source : CGS 2008, redessinée par Sehili,2021)



Les sols à Dellys ont été classés selon deux types : meubles et rocheux selon la carte de classification des sols (figure 127). Sur ces sols meubles on trouve les quartiers ; Les Jardins et une partie du quartier Européen, Tiza et le site des 42 logements qui ont été durement touchés après le séisme de 2003.

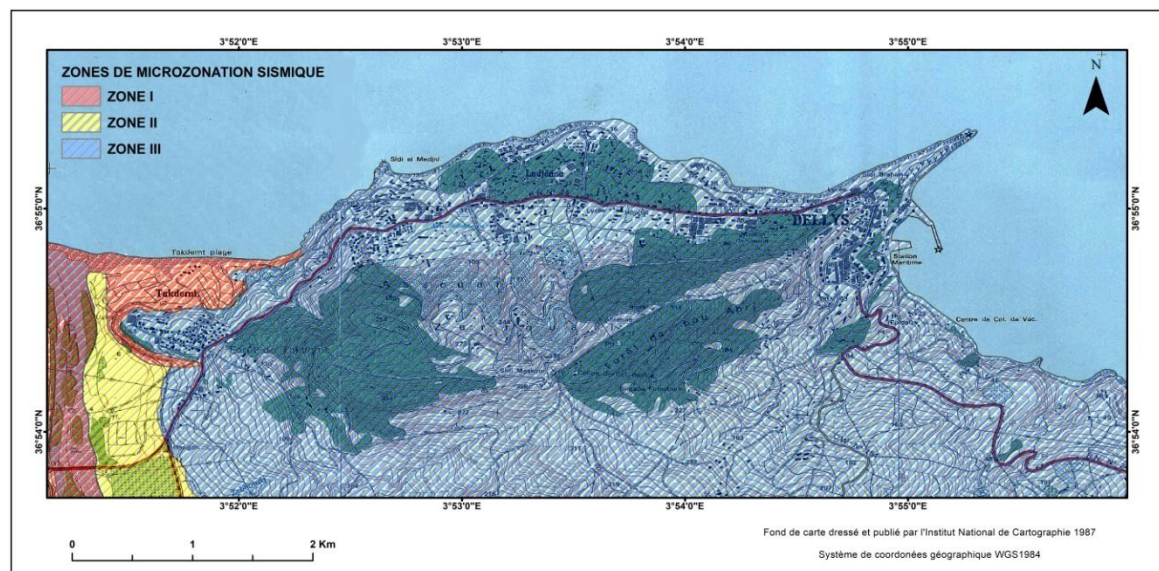
Figure 127: carte classification des sols de Dellys (source : CGS 2008, redessinée par Sehili, 2021)



En synthèse, la ville de Dellys a été classée en trois zones :

- La zone I qui couvre l'agglomération secondaire de Takdempt, et qui comprend les secteurs caractérisés par un potentiel de liquéfaction élevé (II), les secteurs à potentiel de glissement de terrain et les secteurs à potentiel de tassement.
- La zone II qui comprend les secteurs caractérisés par un potentiel de liquéfaction élevé II, les secteurs à potentiel de glissement de terrain, les secteurs à potentiel de tassement. Cette zone regroupe les mêmes orientations que la zone I.
- La zone III qui couvre la totalité des quartiers urbains de la ville de Dellys, elle comprend les secteurs caractérisés par des sols meubles et/ou du rocher, avec un potentiel d'instabilité de terrain liée aux séismes faibles à nul. Les secteurs présentent de récentes alluvions sableuses, lâches, épaisses, situées au-dessus du niveau piézométrique, qui ont un certain potentiel de tassement induit par un séisme et sont notées (III_t). À l'exception du potentiel de violents mouvements de sol, les conditions de la zone III ne présentent, en principe, pas d'aléa sismique significatif (figure 128).

Figure 128: carte de micro zonage sismique de Dellys (source : CGS 2008, redessinée par Sehili, 2021)



5.4.Évaluation de la vulnérabilité globale de la basse Casbah de Dellys

5.4.1.Évaluation de la vulnérabilité physique du bâti (systèmes physiques)

5.4.1.1. Retour sur les méthodes

La dimension physique ou fonctionnelle de la vulnérabilité fait référence à la prédisposition d'une structure, d'une infrastructure ou d'un service à subir des dommages à cause d'un aléa spécifique. Cette dimension inclut, généralement, la localisation de ces éléments dans la zone d'effet d'un aléa, les caractéristiques structurelles qui influencent le manque de résistance de ces éléments à l'aléa et leur susceptibilité à subir des dommages (Tanguy 2016). D'après Gueguen (2013), il existe plusieurs méthodes qualitatives d'évaluation des bâtiments face aux tremblements de terre, dont les méthodes dites de niveau 1 (tableau 29). Elles se fondent sur des approches statistiques et probabilistes, reliant la typologie du bâti concerné et la nature des dommages observés sur un type de construction, au cours d'évaluations post-sismiques antérieures. Elles se sont développées depuis les années 1930, et appréhendent la sensibilité globale d'une zone géographique (ville, quartier...). Elles présentent un intérêt important, comme outil décisionnel, dans la mise en œuvre de politiques d'aménagement du territoire et d'urbanisme. D'après Lutoff, Gueguen, et Davoine (2007) ; Leone et Vinet (2006), les similitudes apparaissent entre les méthodes. En premier lieu, elles définissent des classes au sein d'une typologie pour toutes les constructions, et utilisent les mêmes échelles de dommages ; en deuxième lieu, elles se basent sur la recherche visuelle d'indicateurs structuraux qui prononcent sa vulnérabilité, et enfin, elles définissent différents niveaux d'analyse traduisant la qualité de l'estimation.

Tableau 29: Évaluation du bâti existant – Principales méthodes (source : Desprez 2011)

Méthode	Conception	Approche Niveau 1	Approche ciblée
GNDT	Italienne, 1993	Oui	-
Hazus (HAZards in the US)	Nord-américaine, 1997-1999 FEMA et ATC	Oui ATC-13 et 21, FEMA-154 FEMA310 (tier1)	Oui FEMA-273 et 274 FEMA-356, ATC-40 FEMA310 (tier2, 3)
Gemitis	Française, 1995-1999 (adaptée aux Antilles et à la ville de Nice)BRGM	Oui	-
Dowrick	Néo-Zélandaise, 1996-2002	Oui	Oui
TMG-97	Japonnaise, 1998 Tokyo Metropolitan Government (Disaster Prevention Council)	Oui	-
Seismocare	Européenne, 1998 Basée sur GNDT	Oui	Oui
EMS-98	Européenne, 2001	Oui	-
Radius (Risk Assessment tools for Diagnosis of Urban Areas against disasters)	Adaptée aux pays en voie de développement, 1999 Nations Unies	Oui	-
RISK-UE	Européenne, 2003 Coordination BRGM	Oui (Méthode LM1)	Oui (Méthode LM2)
EC8 Eurocode 8	Européenne, 2003	/	Oui
Vulnéralp	Française, 2004 (adaptée aux vallées alpines) Basée sur GNDT	Oui	-

5.4.1.2. La méthode de l'index de vulnérabilité pour les constructions en maçonnerie

L'évaluation de la vulnérabilité sismique des bâtiments passe, tout d'abord, par l'estimation des éléments internes à ces bâtiments, la nature des matériaux de constructions, du système structural porteur, de l'âge, etc. D'après Boukri et Bensaïbi (2006), les retours d'expériences des séismes passés ont, cependant, montré la grande influence d'un certain nombre d'éléments (par exemple, la nature et la distribution des murs porteurs, la qualité des connexions entre les murs orthogonaux, le type et la qualité des dalles et de leur connexion aux murs, etc.), sur la réponse sismique des bâtiments. Ces composantes ne peuvent être facilement prises en compte dans le cadre d'une subdivision typologique, sauf si celle-ci est excessivement fine. En raison de ces circonstances, la méthode dite de l'index de vulnérabilité, adoptée en Italie a attesté de sa validité dans les sites urbains anciens (Benedetti, Benzoni, et Parisi 1988). Elle consistait, essentiellement, à attribuer une valeur numérique à chaque bâtiment représentant la "qualité sismique" du bâtiment lui-même. Cet indice de vulnérabilité est obtenu comme une somme pondérée des valeurs numériques exprimant la "qualité sismique" des éléments structurels et non structurels, qui sont considérés comme jouant un rôle significatif dans la réponse sismique du bâtiment.

5.4.1.3.Éléments de calcul

D'après Benedetti, Benzoni, et Parisi (1988), les éléments pris en considération dans l'étude sont, d'une part, de nature descriptive (typologique), comme le type de murs et la régularité morphologique et, d'autre part, de nature évaluative (quantitative), comme la connexion des murs, ainsi que les conditions du sol. Les paramètres : connexion des murs, type de murs et diaphragme horizontal (plancher) sont estimés selon leur degré de dégâts occasionnés. Ils appartiennent à la classe A dans le cas où il n'existe aucun dégâts, à la classe B pour de légers dégâts, à la classe C en cas d'importants dégâts et à la classe D pour des dégâts sévères. Le paramètre de conditions du sol est estimé en considérant les trois risques suivants : le glissement, le tassement et le basculement. Il est inclus en classe A, dans le cas d'un sol ne présentant aucun risque, en classe B, dans le cas de présence d'un seul risques dans le sol, en classe C, dans le cas où le sol présente deux risques et en classe D, dans le cas d'un sol présentant les trois risques cités. Le paramètre de la régularité en élévation appartient à la classe A, pour un bâtiment présentant une bonne régularité en élévation, à la classe B, quand il est faiblement régulier, à la classe C, quand il est moyennement régulier et à la classe D, dans le cas d'irrégularité. Le paramètre 'détails', qui comprend les éléments secondaires, les vides sanitaires et les réseaux, est classé en classe A et B, pour, respectivement, aucun et léger dégât, en classe C, pour d'importants dégâts et en classe D, dans le cas de dégâts sévères. Des facteurs de pondération sont aussi assignés à chaque élément. Ceux qui sont mentionnés par (*) sont assignés par l'opérateur, quant aux autres, ils sont prédéterminés ; l'index de vulnérabilité est la somme des produits des paramètres partiels et des facteurs de pondération (tableau 30), les classes des bâtiments sont comme suit :

Classe A (0 points) : Bâtiments conforme aux prescriptions du code des nouvelles constructions, ou bien, à celles du code de réparation et de renforcement ;

Classe B (5 points) : Bâtiments ayant des bandes en béton armé ou des barres d'acier à chaque étage, ainsi que des joints entre murs orthogonaux, appropriés au transfert du cisaillement vertical ;

Classe C (25 points) : Bâtiments ne contenant ni bandes en béton armé ni barres d'acier, mais ayant juste des joints entre murs orthogonaux ;

Classe D (45 points) : Bâtiments avec de faible ou sans liens entre les murs orthogonaux (plusieurs anciens bâtiments dont leurs murs sont simplement construits d'une façon adjacente s'effondrent dans cette classe).

Le but du paramètre 1 est d'évaluer comment le bâtiment se comporte pendant les secousses sismiques. Il est à noter que la qualité sismique des paramètres (et du bâtiment dans son ensemble) augmente avec la diminution des valeurs de l'index de vulnérabilité. En effet, ces valeurs sont des mesures directes de la 'sensibilité sismique' et des

estimations indirectes de la qualité sismique du bâtiment, ainsi que de ses parties structurales et non structurales.

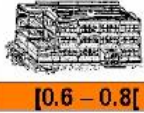
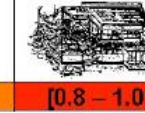
Tableau 30: Forme d'enquête de l'indice de vulnérabilité (source : Benedetti, Benzoni, et Parisi 1988)

Éléments	Classes				Facteurs de pondération	Poids du paramètre
	A	B	C	D		
1.Connexion de murs	0	5	25	45	1	.....
2.Type de murs	0	5	25	45	0.25	.....
3.Conditions du sol	0	5	25	45	0.75	.....
4.Résistance total au cisaillement	0	5	25	45	1.5	.....
5.Régularité en plan	0	5	25	45	0.5	.....
6.Régularité en élévation	0	5	25	45	(*)	.....
7.Plancher	0	15	25	45	(*)	.....
8.Toiture	0	5	25	45	(*)	.....
9.Détails	0	0	25	45	0,25	.....
10.Conditions de maintenance général	0	5	25	45	1	.....
Paramètre global						.....

5.4.1.4. La méthode retenue pour l'évaluation de la vulnérabilité du bâti en Algérie et notre cas d'étude la basse Casbah de Dellys

En Algérie, suite à un séisme, une mission d'expertise et d'évaluation technique des constructions est toujours menée par les autorités nationales ou régionales. A cet effet, une fiche d'évaluation des dommages post-sismiques est utilisée depuis le séisme d'El Asnam (Chlef) de 1980. Cette fiche (Annexe 5) a été développée après le séisme de 1980. Elle regroupe des informations sur chaque construction expertisée à partir de l'inspection visuelle des éléments structuraux (fondations, poutres, poteaux, murs, planchers, etc.) ainsi que les éléments non structuraux (escaliers, cloisons, balcons, cheminées, etc.). Elle permet de consigner l'état de dommages correspondant à chaque construction expertisée, selon une classification à 5 degrés de dommages proche de celle utilisée par la commission européenne de sismologie dans le rapport « Echelle Macrosismique Européenne, EMS 98 » (figure 129).

Figure 129: échelle EMS 98 (source : Grünthal 1998)

Echelle EMS98	1	2	3	4	5
Structure en maçonnerie					
Structure en béton armé					
Damage moyen	[0.0 – 0.2[	[0.2 – 0.4[	[0.4 – 0.6[	[0.6 – 0.8[	[0.8 – 1.0[

Étant donné que l'Algérie recèle un riche patrimoine urbain construit en maçonnerie, d'après Boukri et Bensaïbi (2006), la méthode de l'indice de vulnérabilité (Iv) a été appliquée à plusieurs sites urbains (Alger, Boumerdes, Constantine, Skikda). Les mêmes paramètres d'évaluation, proposés par Benedetti, Benzoni, et Parisi (1988) ont été testés, à l'exception d'un nouveau paramètre « modification » qui a été introduit dans ces études. C'est un paramètre qui a été déduit à partir d'observations sur le terrain. En effet, il tient

compte, dans la mesure du possible, des anomalies au niveau des constructions, que nous observons dans notre société (tableau 31). Parmi ces anomalies, on peut citer les ajouts et les suppressions qui ont pour effet d'engendrer une modification des forces appliquées à la structure, ce qui provoque un changement dans le centre de masse qui se traduit par une altération dans la réponse de la structure (Boukri et Bensaïbi, 2006). C'est cette méthode que nous avons appliquée sur l'ensemble des bâtiments résidentiels occupés se trouvant dans la Basse Casbah de Dellys.

Tableau 31: Forme d'étude de l'index de vulnérabilité pour le bâti à Dellys (source:(Benedetti, Benzoni, et Parisi 1988) (Boukri et Bensaïbi 2006)

Réf carte		Éléments	Classes				Facteurs de pondération
			A	B	C	D	
1	A	Résistance total au cisaillement	0	5	25	45	1,5
2	B	Régularité en plan	0	5	25	45	0,5
3	C	Régularité en élévation	0	5	25	45	0,5
4	D	Connexion de murs	0	5	25	45	1
5	E	Type de murs	0	5	25	45	0,25
6	F	Plancher	0	5	25	45	0,25
7	G	Toiture	0	15	25	45	0,25
8		Conditions du sol ⁴⁴	0	5	25	45	0,75
9	H	Détails	0	0	25	45	0,25
10	I	Maintenance	0	5	25	45	1
11	J	Modifications	0	5	25	45	0,5
						Iv	.....

a.Exemple de validation

Afin d'évaluer la vulnérabilité physique des bâtiments résidentiels occupés, nous avons calculé l'index de vulnérabilité (Iv) pour l'ensemble de ces bâtiments, puis nous avons classé nos bâtiments en fonction de leur Iv. Nous présentons un exemple de validation, Il s'agit d'un bâtiment situé sur la ruelle Sidi El Harfi (figure 130), comprenant un rez-de-chaussée et un étage , sa surface en plan est de 137.70 m²

Les dimensions de ce bâtiment ainsi que ses caractéristiques sont comme suit :

Dimensions du bâtiment

- Hauteur du bâtiment H = 9.00 m.
- Hauteur d'étage h_{inter} = 3.00 m.

Caractéristiques du bâtiment

Date approximative de la construction : XI^{ème} siècle.

Régularité en élévation : Faiblement régulier.

Nature et état des murs extérieur : Les murs porteurs sont en maçonnerie de pierre, dans certains murs, des pierres de plus petite dimension et plutôt plate sont placées en oblique

⁴⁴ Comme la nature du site de la vieille ville est rocheux selon la carte de micro-zonation sismique CSG, les conditions du site ont obtenus des valeurs nul donc nous les avons annulés dans les corrélations.

(épis). Dans certains endroits protégés (à l'abri des pluies) le revêtement en mortier peut faire défaut et laisser la place à un badigeon de chaux.

Nature et état des planchers : Planchers en bois disjoints (dégâts sévères) ;

Nature et état de la couverture : toiture en zinc (dégâts sévères) ;

Etat des éléments secondaires : dégâts importants ;

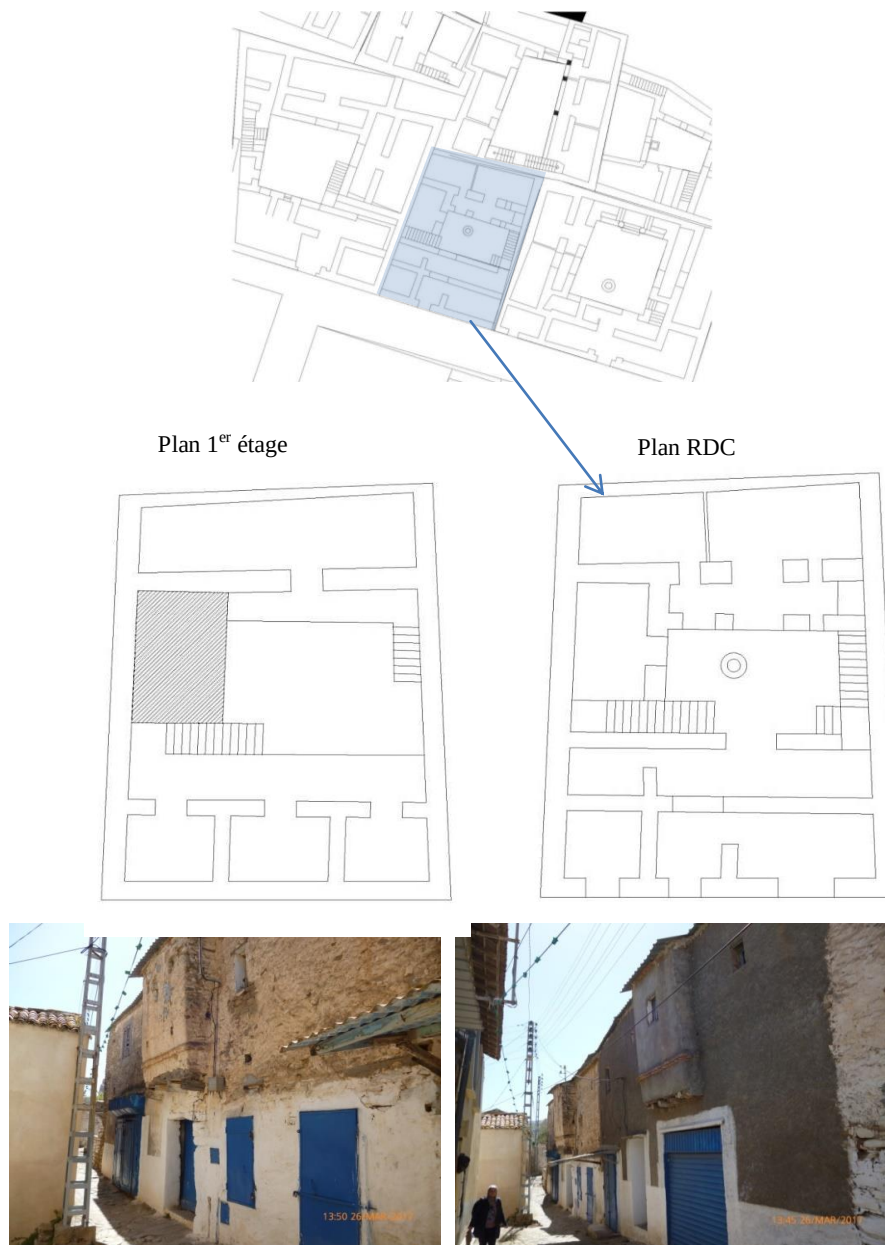
Nature d'entretien : Mauvaise ;

Vidange : Tout à l'égout ;

Principales dispositions anormales : des baies insuffisantes ;

Des éléments secondaires : dégâts importants.

Figure 130: l'état de la bâtisse située à la basse Casbah (source : Bet Akretche modifiée par Sehili ,2021)



5.4.1.5. Les résultats

a. La corrélation des 10 variables

La matrice des corrélations joue un rôle dans l'évaluation des interdépendances et des relations entre les variables, allant d'une forte corrélation à une faible corrélation, voir même à l'inexistence de corrélations entre ces facteurs. Le degré d'importance de la relation est estimé, selon le coefficient de corrélation, comme suit : entre 0 et 0,25 : relation très faible, entre 0,26 et 0,49 : relation faible, entre 0,5 et 0,69 : relation moyenne, entre 0,7 et 0,89 : relation forte, entre 0,9 et 1 : relation très forte. Le coefficient de corrélation est, soit, positif, soit, négatif ; la corrélation positive indique que toute augmentation d'une variable implique l'augmentation de l'autre, et la corrélation négative indique le contraire, c'est-à-dire que l'augmentation d'une variable implique la réduction de l'autre (Bendjmila 2018). La corrélation statistiquement significative veut dire qu'il existe une relation linéaire entre les deux variables, tandis que la corrélation statistiquement non significative stipule que les deux variables ne sont pas corrélées. Les résultats obtenus sont les suivants :

1. Le paramètre entretien (10), joue un rôle très important dans cette matrice, et il influence directement les autres facteurs. Comme le bâti que nous avons étudié est ancien et à haute valeur historique, sa maintenance jouera un rôle très important dans sa préservation contre les aléas humains et naturels.
2. Les paramètres toiture et plancher (6 et 7) sont très liés, ce qui fait que leur vulnérabilité augmente réciproquement (les travaux de mesures d'urgence, comme la pose d'une tôle en zinc sur la toiture, ont contribué à augmenter la vulnérabilité de ce paramètre).
3. Par contre, pour les paramètres modification et détails, la corrélation est négative : quand les modifications augmentent les détails diminuent, et vice versa (tableau 32).

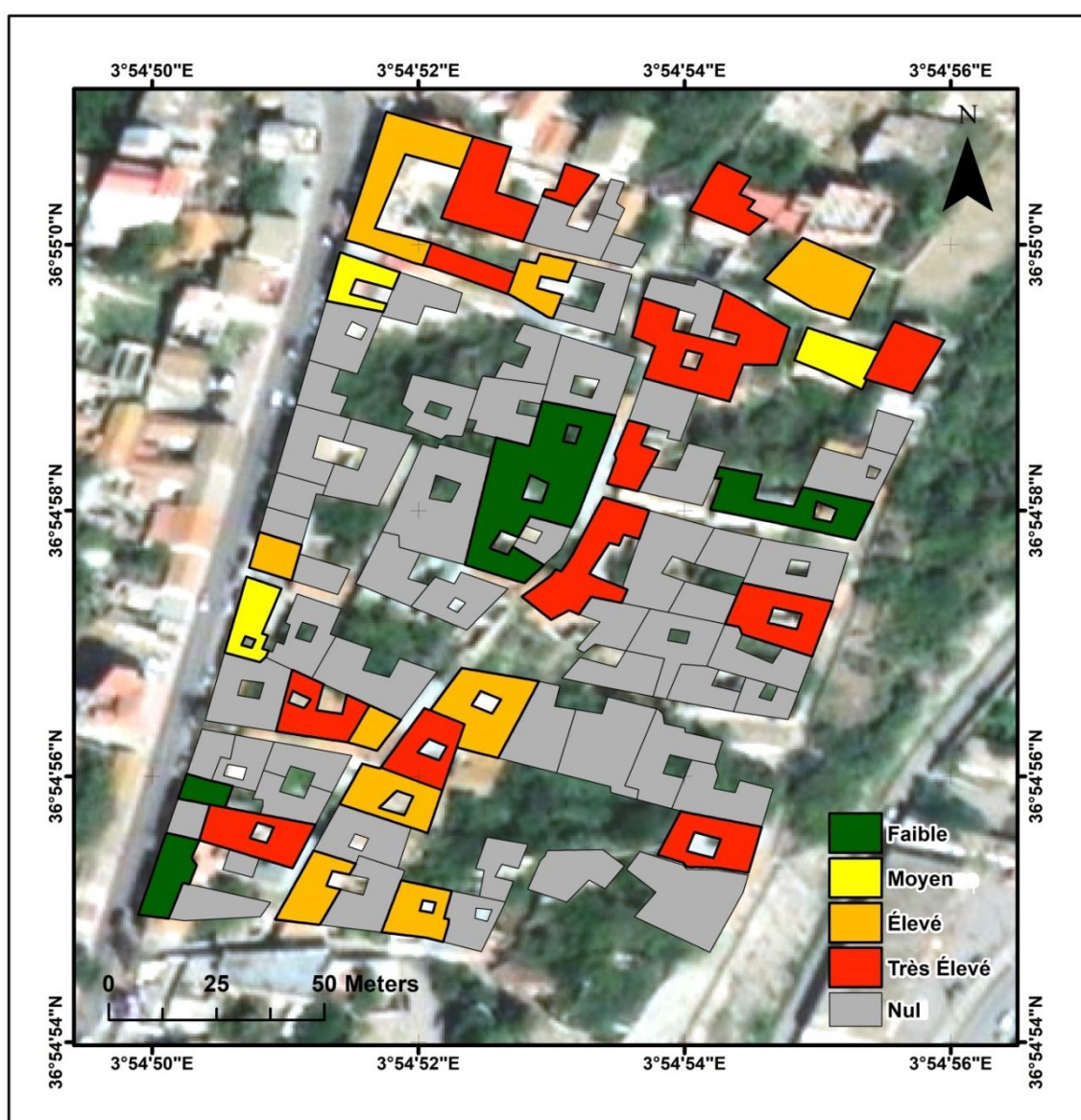
Tableau 32 : la corrélation des paramètres de l'Iv à la basse Casbah , les coefficients de corrélation significatif sont supérieurs au seuil de 1% (source : Sehili, 2021)

	Résistance total cisaillement	Régularité plan	Régularité élévation	Connexion murs	Type murs	Plancher	Toiture	Détails	Maintenance	Modification
Résistance total cisaillement	1	0,325	0,605	0,828	0,726	0,779	0,686	0,175	0,827	-0,252
Régularité plan		1	0,804	0,522	0,306	0,347	0,203	-0,017	0,58	0,438
Régularité élévation			1	0,72	0,413	0,42	0,308	-0,117	0,777	0,3
Connexion murs				1	0,649	0,656	0,624	0,09	0,815	-0,023
Type murs					1	0,899	0,851	-0,033	0,501	-0,053
Plancher						1	0,93	-0,09	0,516	-0,049
Toiture							1	-0,118	0,359	-0,192
Détails								1	0,13	-0,537
Maintenance									1	0,1
Modification										1

b. la spatialisation des résultats

Après l'estimation des Iv pour chaque paramètre, et l'addition de tous les paramètres, afin d'obtenir un Iv global (voir annexe 3), les bâtiments résidentiels occupés ont été spatialisé par degré de vulnérabilité, du très faible au très élevé (figure 131). Sur les 42 bâtiments résidentiels occupés, 15 sont classés dans la catégorie de vulnérabilité physique très élevée. L'indice de vulnérabilité est très variable d'un bâti à l'autre, donc on signale l'importance de l'échelle locale et spécifique dans l'évaluation de la vulnérabilité et aussi la difficulté pour assurer une évaluation continue dans le temps de cet indice et spécifiquement pour ce type de patrimoine immobilier.

Figure 131: les degrés de vulnérabilité des bâtiments résidentiels occupés à la basse Casbah(source :Sehili , 2021)



5.4.2. La vulnérabilité structurelles des voies

Dans le cas des réseaux de communications, on trouve deux principaux modes d'endommagement, impliquant d'une part les infrastructures, et d'autre part les usages, c'est-à-dire matériels et fonctionnels. Tout réseau de déplacement peut être appréhendé, d'une part, du point de vue de sa matérialité, d'autre part, du point de vue de son rôle fonctionnel (Gleyze et Reghezza, 2007). Dans le cas de la vieille ville, les réseaux de déplacement (routes, ruelles et impasses) ont été identifiés par la Protection civile et l'Armée nationale populaire, comme l'un des principaux facteurs de l'augmentation de la vulnérabilité. Ainsi, l'AFPS (2003) note que «Les secours ont eu beaucoup de mal à atteindre les victimes, car les accès sont étroits et, en cas de réplique, les risques sont très élevés ». Donc les facteurs internes à cet enjeu ont conduit à une fragilité généralisée de ce patrimoine.

5.4.2.1. Déterminer et identifier les voies exposés

Il s'agit des éléments du patrimoine susceptibles d'être endommagés. Nous avons déjà évalué la vulnérabilité du bâti résidentiel, qui a très peu résisté, durant le séisme du 21 mai 2003. Actuellement, la majorité de ces bâtiments a toujours une vulnérabilité très élevée. Durant la catastrophe de 2003, les routes, les ruelles et les impasses ont été fragilisés par les dommages engendrés par le bâti résidentiel (figure 132). Il convient donc de distinguer l'endommagement fonctionnel et l'endommagement matériel. Dans de nombreux cas, les deux sont liés. Ainsi, la destruction de l'infrastructure matérielle d'un réseau perturbe le service rendu, qui n'est plus assuré ou assuré en mode dégradé, ce qui impose des détours pour les usagers (Gleyze et Reghezza, 2007). Mais, dans notre cas, ces détours sont très difficiles, la ville arabe ou la Casbah de Dellys est entourée de limites naturelles ; la mer au nord, la montagne au sud. Cette situation montre à quel point les réseaux occupent une place importante, au point d'être, désormais, considérés comme des infrastructures «critiques ». Le tracé du réseau de communication, constitué de différents types de voies piétonnes, reste à ce jour patrimonial (figures 133 et 134).

Figure 132: l'état des accès après le séisme du 21 mai 2003 (source : (AFPS 2003)



Figure 133: situation des différentes rues étudiées la basse Casbah de Dellys (source : Sehili , 2021)

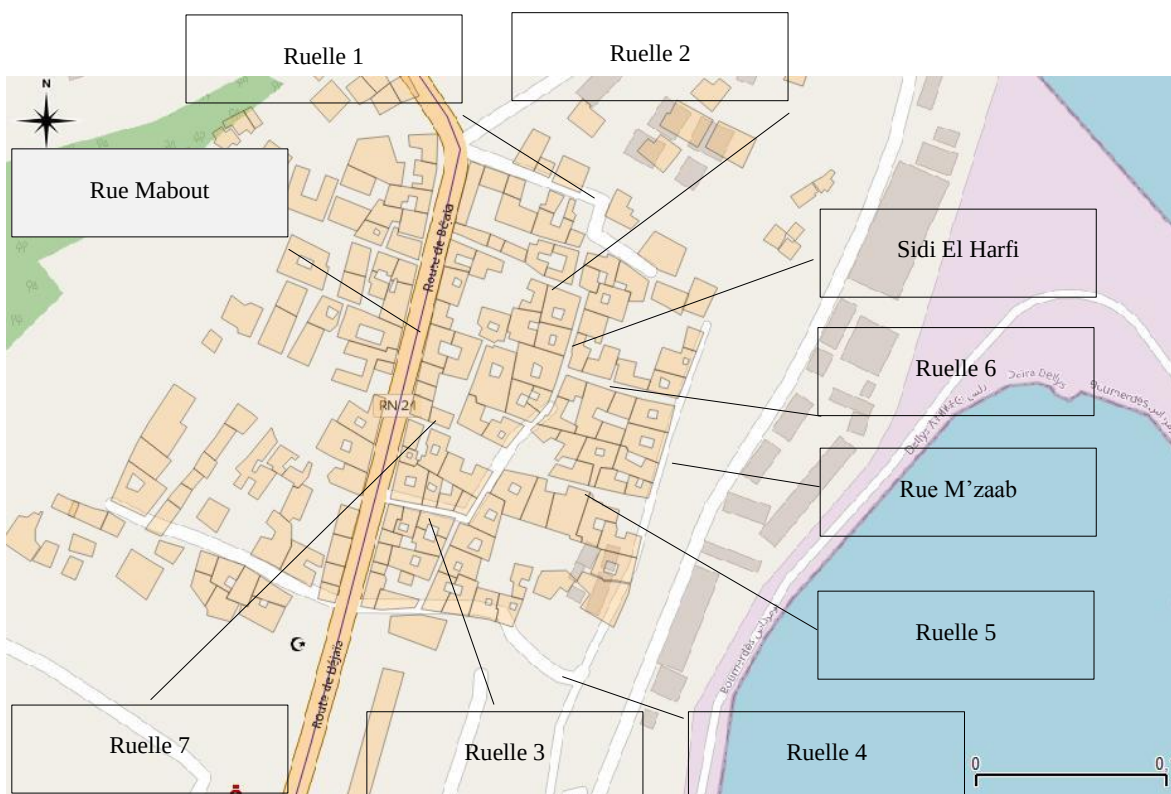


Figure 134: typologie des rues (source : Sehili , 2021)

Typologie des rues			
Rue Mabout (route nationale n° 24), rue mécanique et piétonne			
Largueur / longueur : 10*430			
			
Ruelle 04	Sidi El Harfi	Sidi El Boukhari	Ruelle 03
3.50*110 (piétonne)	3.2*150 (piétonne)	3.2*109 (piétonne)	2.5*33 (piétonne)
			
			
Ruelle 2: 2.5m*57m (piétonne)	Ruelle 6: 3.2*47 (piétonne)	Ruelle 5: 4.2*62 (piétonne)	Ruelle 7 : 3.65*68 (piétonne)
			
Ruelle M'Zaab : 5.5m*162m (piétonne)			

5.4.2.2. Les critères retenus et leurs normalisation

Les critères retenus pour évaluer la vulnérabilité structurelle de la basse Casbah sont comme suit (tableau 33 et figure 135) :

Tableau 33: les paramètres de la vulnérabilité structurelle de la basse Casbah de Dellys (source : Sehili, 2022)

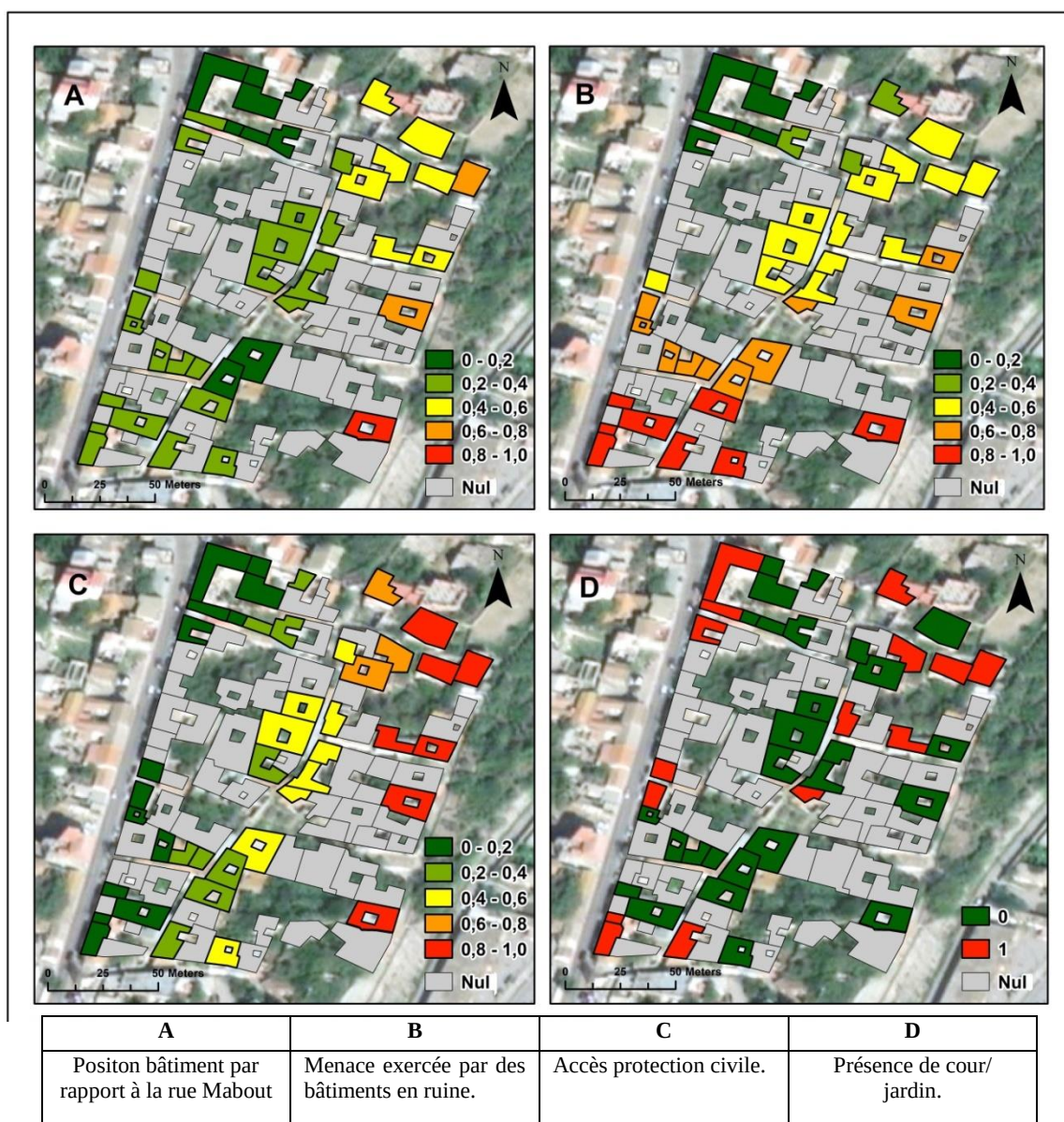
Objectifs	Caractéristiques	Variables
Réduire la vulnérabilité structurelle et Améliorer l'accès des secours et aux lieux de refuges	Paramètres endogènes aux réseaux de communication	Typologie des accès (Rue : mécanique Ruelles-impasse : piéton) Largeur et longueur des accès ; Pentes.
	Paramètres exogènes aux réseaux et aux habitants influençant les fonctions de secours.	Position bâtiment par rapport à la rue Mabout ; Menace exercée par des bâtiments en ruine ; Accès protection civile ; Présence de cour/ jardin.

1. Morphologie des accès, la largeur des accès était un obstacle pour l'accès des secours ;
2. La typologie des accès, comme expliquée dans la partie précédente, la rue Mabout est le seul axe mécanique utilisé par les camions de la protection civile pour accéder aux lieux sinistrés de la basse Casbah, le reste c'est des accès piétons.
3. La position des bâtisses par rapport aux différents types d'accès ;
4. Position des bâtisses par-apport à la rue mécanique Mabout ;
5. La position des bâtiments menaçant ruine constitue un danger quotidien pour les habitants, les riverains et les secours;
6. L'unité de la protection civile a était délocalisée vers le quartier Sidi El Medjni à l'ouest de la ville de Dellys.
7. D'après les habitants enquêtés durant notre enquête à la vieille ville le mois de mars 2017, Les cours intérieurs des maisons et les jardins ont joués un rôle très important. C'étaient des lieux de refuge durant la nuit suivant le séisme du 21 mai 2003 qu'a frappé à 19h45.

Ces critères ont été normalisés, et convertis de l'état classique à en utilisant la formule suivante :

$$Indice\ fx = X - Xmin / (Xmax - Xmin)$$

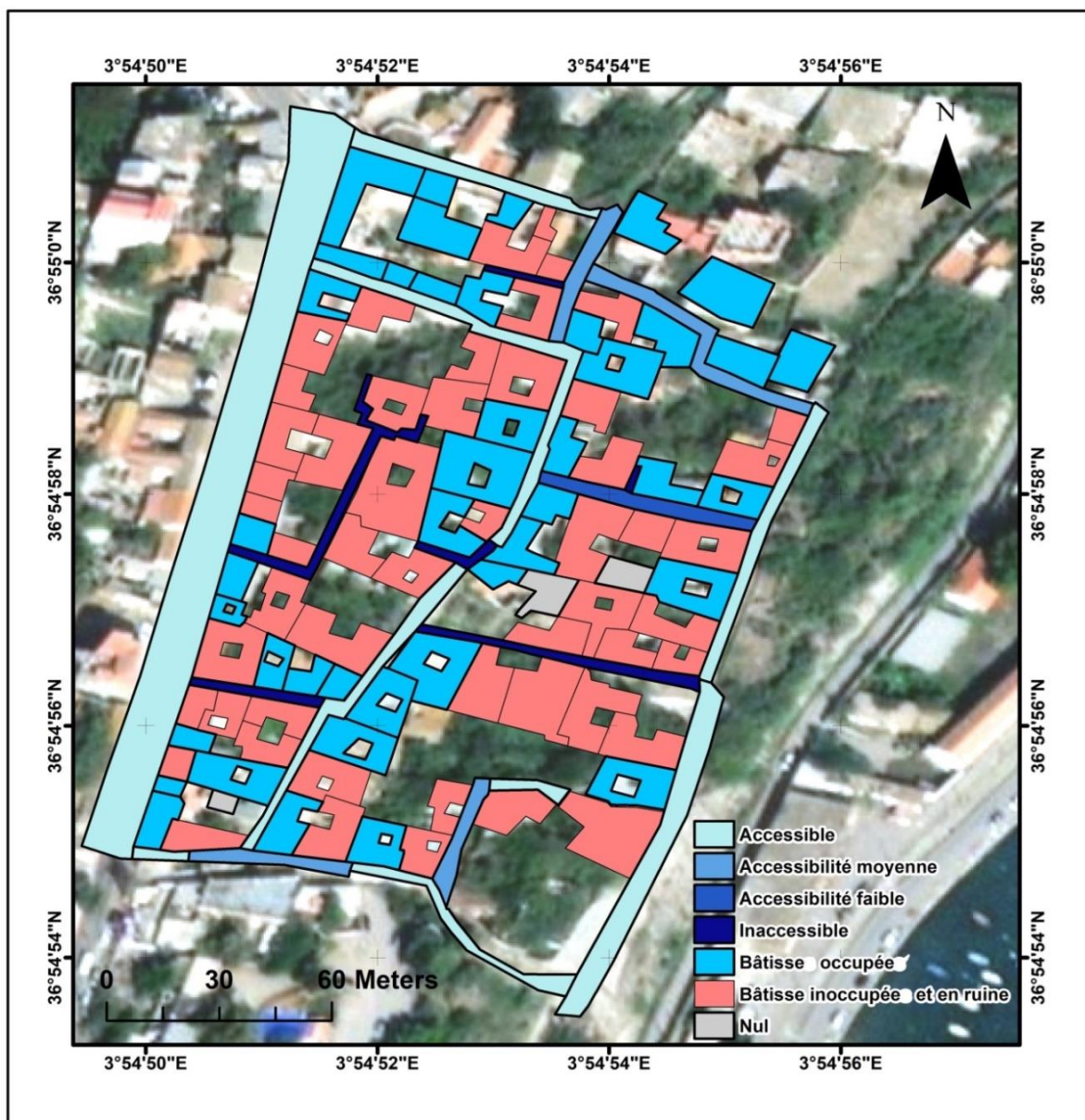
Figure 135: les indices de vulnérabilité structurelle selon les différents paramètres (source : Sehili (2022))



5.4.2.4. Les résultats

Les ruelles adjacentes aux bâtisses menaçants ruines sont inaccessible en cas de séisme (figure 136).

Figure 136: degrés de vulnérabilités des rues à la basse Casbah (source : Sehili,2021)



a. La vulnérabilité structurelle globale

Pour obtenir l'indice de vulnérabilité totale de chaque bâtiment, nous avons pondéré l'ensemble des paramètres (tableau 34), puis la somme total selon la formule suivante :

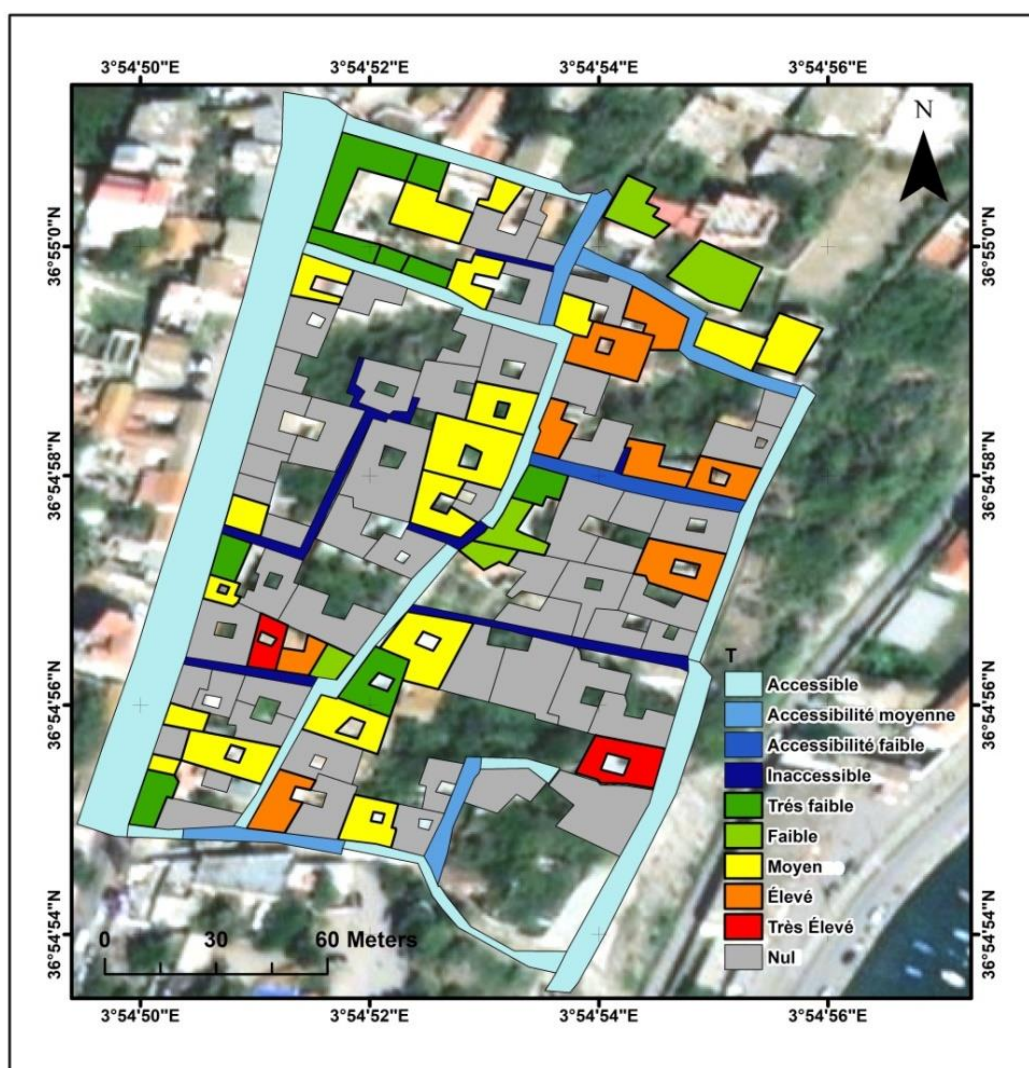
$$\text{Indice Vul socio \& hum} = A * Pa + B * Pb + C * Pc + D * Pd + E * Pe + F * Pf$$

Tableau 34 : pondération des variables (source : Sehili, 2021)

Variable		Priorité	classement	(+)	(-)
Pente	A	16.1%	3	2.7%	2.7%
Proct _civile	B	4.1%	5	1.1%	1.1%
Posi_rue	C	7.1%	4	2.8%	2.8%
Pres_cou_jard	D	2.9%	6	0.9%	0.9%
Bati_ruin	E	28.5%	2	7.5%	7.5%
Accès_bâti	F	41.3%	1	11.0%	11.0%

La vulnérabilité globale de la dimension structurelle est moyenne, et on trouve deux bâtiments classés très vulnérable. Pour les réseaux de communication et d'accessibilité, la plus part sont faible ou inaccessible (figure 137).

Figure 137: indice de vulnérabilité structurelle de la basse casbah de Dellys (source : Sehili, 2021)



5.4.3. La vulnérabilité socio-humaine et le choix des facteurs

En Algérie, si on porte une grande attention à l'aléa et aux composantes de la vulnérabilité physique et de l'environnement bâti, on en sait moins sur les aspects sociaux de la vulnérabilité de la population algérienne et, spécifiquement, dans les régions de Boumerdes et de Dellys. Les vulnérabilités créées socialement sont, en grande partie ignorées, principalement, en raison de la difficulté à les quantifier, ce qui explique, également, pourquoi les pertes sociales sont normalement absentes des rapports d'estimation des coûts/pertes après les différentes catastrophes qui ont touché les différentes régions d'Algérie. La littérature sur la vulnérabilité sociale a clairement établi que ce concept est multidimensionnel (Yoon 2012). Elle peut refléter la pauvreté (Fothergill, Maestas, et Darlington 1999 ; Long 2007) la race , le genre (Enarson, Fothergill, et Peek 2007) et l'âge (Anderson 2005 ; Phillips et Hewett Jr 2005 ; Smith et al. 2009) et les conditions de vie. Elle inclut, également, les inégalités de lieux, ces caractéristiques de la société et de son environnement bâti, tels que le niveau d'urbanisation, le taux de croissance et la vitalité économique, qui contribuent au développement social (Chardon 1996 ; Metzger et D'Ercole 2011). Notre étude de cas porte sur un espace urbain à caractère patrimonial, elle a été élaborée à partir de notre enquête exhaustive, menée en 2017, et de l'exploitation des différents documents portant sur le retour d'expérience de la catastrophe sismique de 2003 qu'a connue Boumerdes (AFPS, 2003 ; Bechtoula et Ousalem, 2003 ; Japan Association of Earthquake Engineering (JAEE) et al., 2004). Nous avons construit une liste des variables à évaluer, dans le but de réduire la vulnérabilité humaine et sociale de la Basse Casbah de Dellys (tableau 35).

Tableau 35: Les critères de la vulnérabilité sociale et humaine retenus pour évaluer la vulnérabilité de Basse Casbah de Dellys (source : Sehili , 2021)

Objectifs	Caractéristiques	Variables
Vulnérabilité humaine	Paramètres endogènes Population et structure : La faiblesse physique des personnes les rend plus susceptibles d'être soumis aux dangers.	Nombre de personnes par ménage ; Présence des enfants ; présence des femmes ; Situation maritale ; Présence de personnes handicapées Présence de personnes âgées (65 ans et plus) .
Vulnérabilité sociale	Paramètres exogènes au bâti et influençant son état	Locataire de logement ; Inactive ; Sans instruction ; Type de bâti.

Pour ce qui est des indicateurs « nombre de personnes par foyer », « présence de femmes et d'enfants » ils révèlent que lors du séisme qui a frappé Dellys en 2003, le taux de pertes humaines a été très important, pour ces trois catégories de paramètres (figures 138 et 139).

Figure 138: répartition des décès par genre après le séisme, Dellys 2003 (source : EPS et Sehili , 2021)

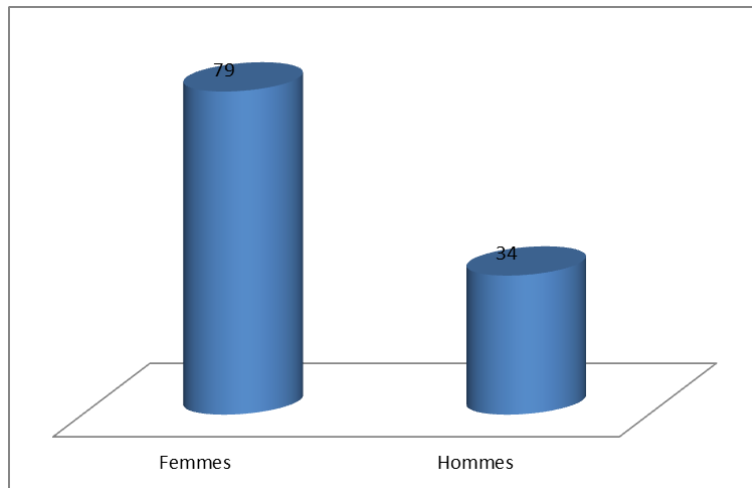
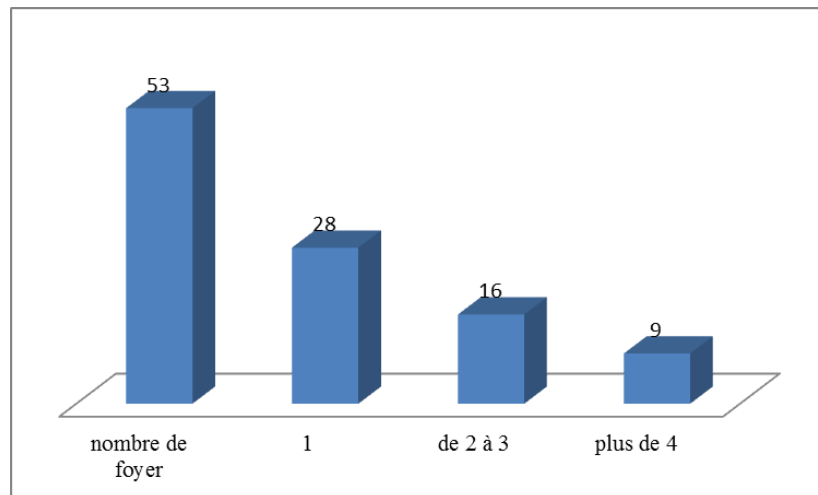


Figure 139: répartition du nombre de personnes décédées par ménage après le séisme, Dellys 2003 (source : EPS et Sehili 2021)



Quant aux autres paramètres, nous avons justifié ces choix dans le chapitre 2 (page 94) . En ce qui concerne les critères de vulnérabilité sociale, nous avons retenu ceux d'entre eux qui ont un effet direct sur le bâti et la population locale, nous avons adapté les paramètres selon les données disponibles et des particularités de la basse Casbah de Dellys. Le principe d'évaluation consiste à établir les extrêmes à partir d'exemples représentatifs à l'échelon local (note 3, pour les cas de plus grande vulnérabilité connue, note 0, pour les cas les plus résistants connus). Ces valeurs sont exprimées dans des unités homogènes, elles peuvent, donc, faire l'objet d'un calcul (figure 140).

Figure 140: l'architecture des variables (source : Lutoff, Gueguen, et Davoine 2007)

Critères « pères » vulnérabilité humaine et sociale	Critères « fils » sous critères de vulnérabilité	Source d'information	Évaluation de vulnérabilité	Indice synthétique	AHP
Vulnérabilité humaine	Nombre de personnes par ménage ; Présence des enfants ; Genre (présence des femmes) ; Situation maritale ; Présence personnes handicapées Présence personnes âgées (65 ans et plus) ;	Enquête sur site 2017	0 → 1 → 2 → 3 → 4 → 5	Moyenne des indices De tous les critères humains	Des coefficients de pondération sont estimés pour chaque variable puis on calcule l'indice de vulnérabilité de la dimension. $I_{vhumaine} = I_{vi1} * W_i + I_{vi2} * W_{i2} + \dots$
Vulnérabilité sociale	Locataire de logement Inactive Sans instruction Type de bâti.			Moyenne des indices de tous les critères sociaux	

5.4.3.1. Les résultats

La corrélation des variables sociales

La matrice des corrélations des interdépendances et des relations entre les variables sociales a donné les résultats suivants (figure 141) :

- La corrélation est forte à très forte entre les variables 'nombre de personnes par foyer' et 'présence d'enfants et de femmes'. Cette relation a été vérifiée après le séisme de 2003, lors duquel les membres d'une même famille, composée de plus de 4 personnes, ont subi beaucoup de pertes humaines, les femmes et les enfants ayant été les plus touchés. Cela explique que toute augmentation d'une variable implique l'augmentation de l'autre. La corrélation entre les variables 'personnes âgées' et 'personnes handicapées' est, elle aussi, très forte.

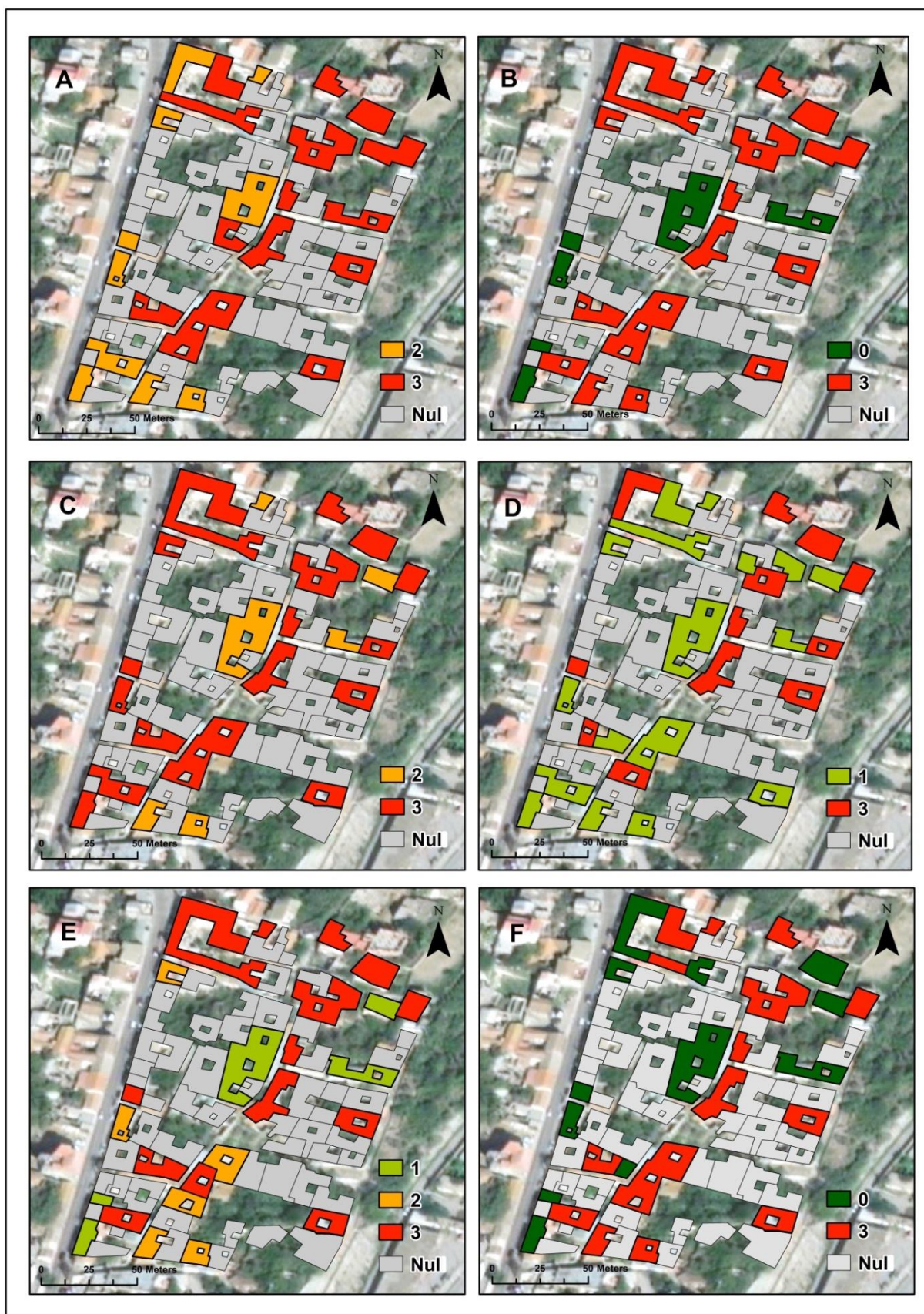
- Les corrélations négatives indiquent au contraire que l'augmentation d'une variable implique la réduction de l'autre. À l'exemple des variables 'présence de personnes handicapées', 'présence de personnes âgées', 'locataires de logements résidentiels' 'sans instruction' avec celles 'bâti résidentiel', 'présence de femmes', 'nombre de personnes par foyer' et 'présence d'enfants' ces variables diminuent avec l'augmentation des premiers.

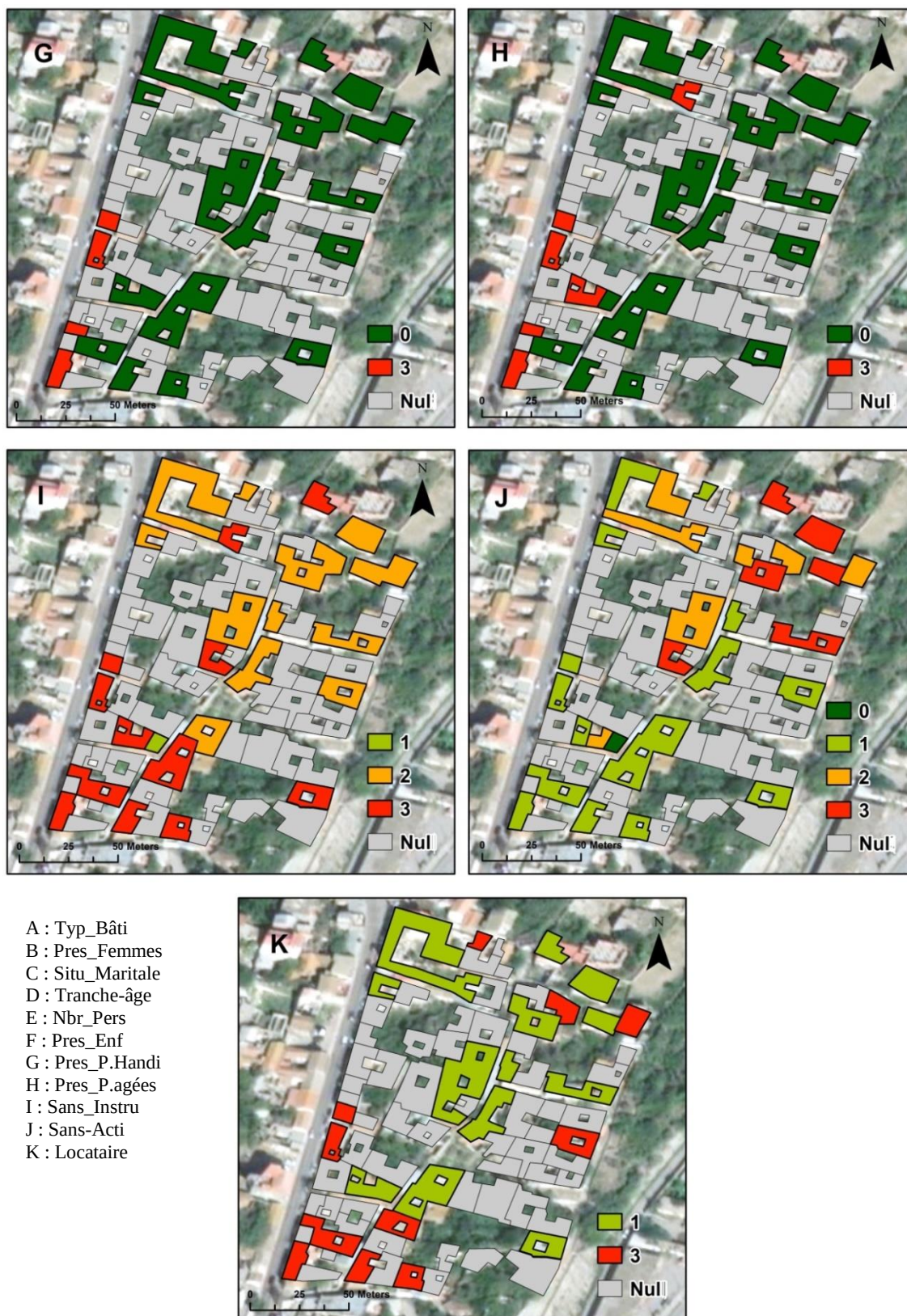
La vulnérabilité des femmes à la basse casbah est très forte (figure 142), de même pour le nombre de personnes par foyer (figure 142e). Pour le type de bâti, les bâtiments résidentiels sont plus vulnérables que les bâtisses à activité commerciale (figure 142a).

Figure 141: Corrélations entre les variables socio-humaines de la basse Casbah de Dellys (source : Sehili, 2022)

	Type bati	Prés Femmes	Situ Maritale	Nombres de personnes	Prés Enf	Prés handicapés	Pres-P-Agées	Niveau Instruction	Action emploi	Nat juridique
Type bati	1	,538 ^{**}	,331 [*]	,439 ^{**}	,392 [*]	-,610 ^{**}	-,529 ^{**}	-,358 [*]	,375 [*]	-,576 ^{**}
Prés Femmes		1	0,263	,743 ^{**}	,722 ^{**}	-,685 ^{**}	-,481 ^{**}	-0,257	-0,1	-0,234
Situ Maritale			1	,524 ^{**}	0,218	0,198	0,253	0,027	-0,249	-0,018
Nombres de personnes				1	,623 ^{**}	-,358 [*]	-0,173	-0,189	-0,168	-0,165
Prés Enf					1	-,495 ^{**}	-0,279	-0,011	-0,177	0,007
Prés handicapés						1	,782 ^{**}	,452 ^{**}	-,308 [*]	,548 ^{**}
Pres Agées							1	,471 ^{**}	-,321 [*]	,458 ^{**}
Niveau Instruction								1	-0,175	,456 ^{**}
Active-emploi									1	-,437 ^{**}
Nat juridique										1

Figure 142 : la spatialisation des paramètres de la vulnérabilité socio-humaine (source : Sehili , 2021)





Pondération finale des critères et la spatialisation de la vulnérabilité humaine et sociale

La pondération des sous-critères sociaux nous a permis de classer tous les paramètres par degré d'importance (tableau 36), afin d'estimer un indice de vulnérabilité socio-humaine totale de la basse Casbah de Dellys.

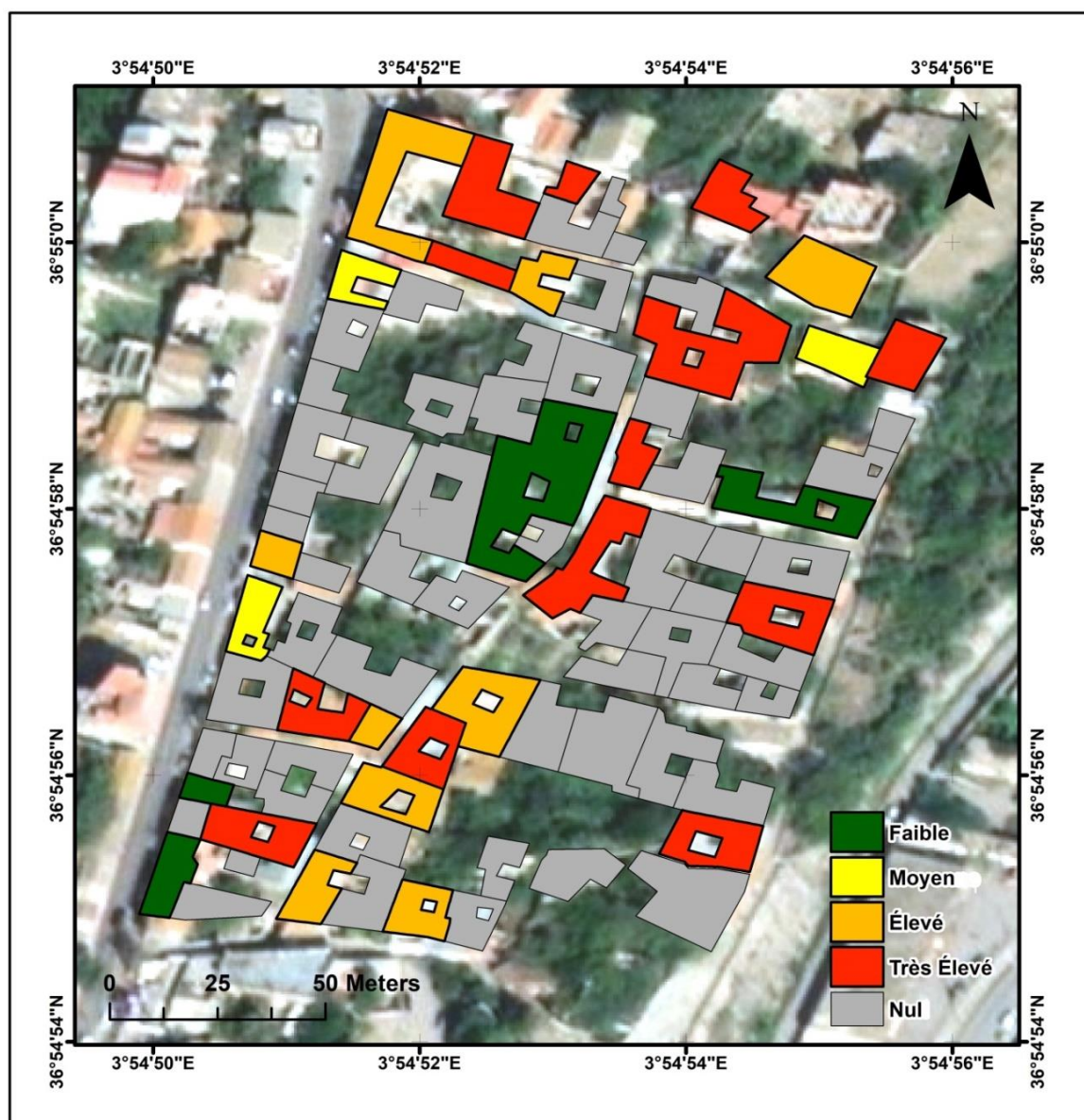
Tableau 36: pondération des 11 variables socio-humain de la basse Casbah (source : Sehili,2021)

Variable		Priorité	classement	(+)	(-)
Typ_Bati	A	1.6%	11	0.7%	0.7%
Pres_Femmes	B	20.8%	2	5.5%	5.5%
Situ_Maritale	C	9.7%	4	2.6%	2.6%
Tranche-âge	D	6.4%	6	1.7%	1.7%
Nbr_Pers	E	29.3%	1	11.4%	11.4%
Pres_Enf	F	12.7%	3	3.1%	3.1%
Pres_P.Handi	G	4.2%	7	1.0%	1.0%
Pres_P agée	H	4.2%	7	1.0%	1.0%
Sans_Instru	I	2.6%	9	0.7%	0.7%
Sans-Acti	J	6.6%	5	1.2%	1.2%
Locataire	K	1.8%	10	0.6%	0.6%

5.4.3.2. L'indice total de la vulnérabilité socio-humaine

L'indice total de la vulnérabilité socio-humaine à la basse Casbah de Dellys est très élevée (figure 143) pour la majorité de population et des familles habitants cette ville, donc, prioritaires lors de la mise en place d'un plan de prévention pour réduire les vulnérabilités avant tout évènement sismique.

Figure 143: les degrés de vulnérabilité socio-humaine de la population habitants la basse Casbah (source : Sehili ,2021)



5.4.4. La vulnérabilité globale de la basse Casbah de Dellys

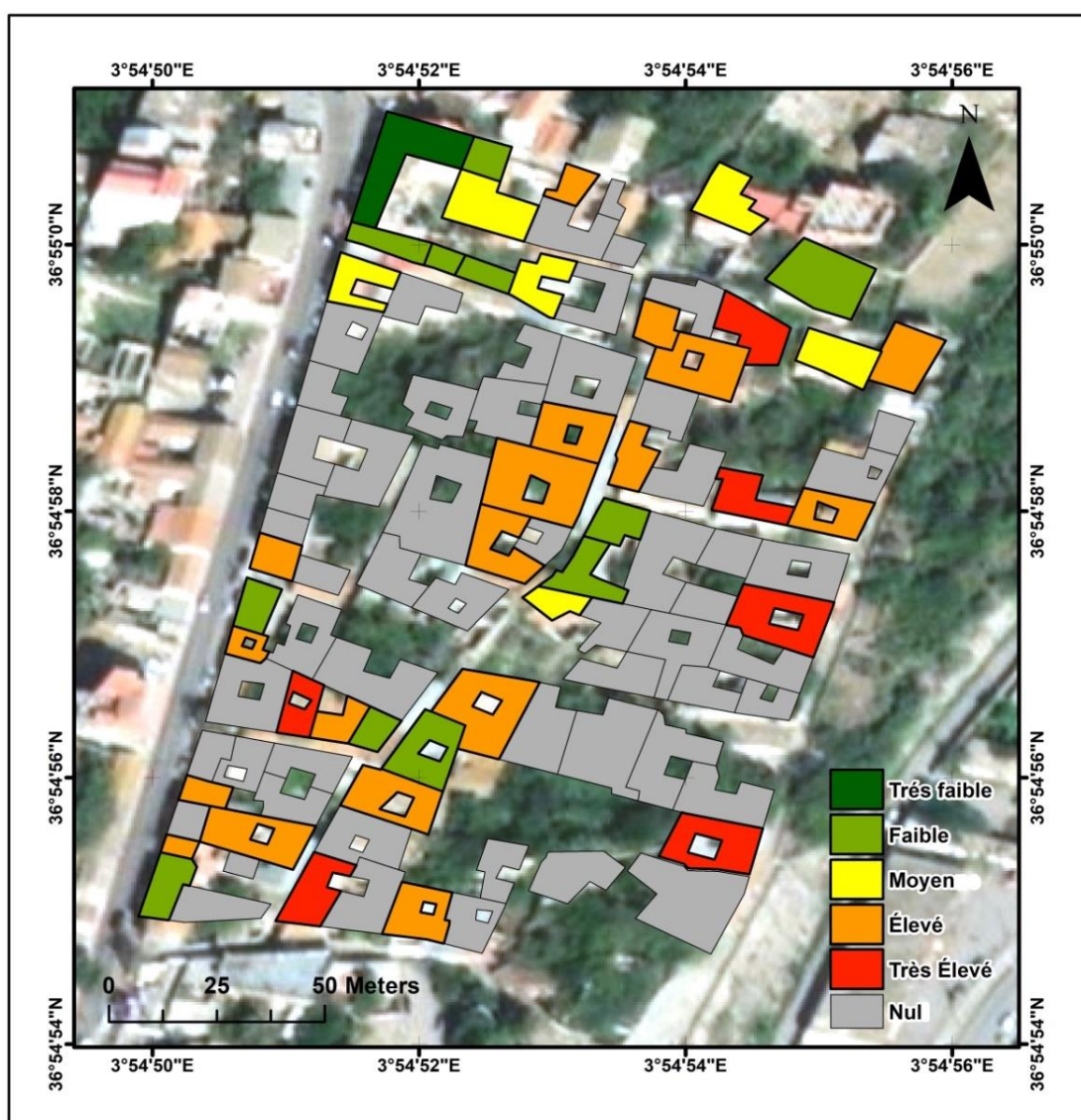
Après la pondération des trois vulnérabilités, socio-humaine, physique et fonctionnelle, nous avons calculé selon la formule ci-dessous la vulnérabilité globale de la basse Casbah (tableau 37). Sur les 42 bâtisses occupées, seulement 06 ont obtenu un indice de vulnérabilité très élevée (figure 144).

Tableau 37: pondération des trois vulnérabilités (source : Sehili,2021)

Variable		Priorité	classement	(+)	(-)
Vuln phys	A	23.10%	2	0.0%	0.0%
Vuln socio-hum	B	7.7%	3	0.0%	0.0%
Vuln struct	C	69.20%	1	0.0%	0.0%

$$\text{Indice de Vuln glob} = \text{Iv.Vuln pyhy} * \text{P1} + \text{Iv.Vuln sociohum} * \text{P2} + \text{Iv.Vuln struct} * \text{P3} = \dots$$

Figure 144: Indices de vulnérabilité globale de la basse Casbah de Dellys (source Sehili,2022, 2022)



5.5. Le risque sismique à la vieille ville et la ville de Dellys

Le risque sismique à Dellys est probable, l'étude de microzonage sismique a couvert l'ensemble du territoire urbain de la ville sur une échelle de 1/5000. Cela ne correspond pas à l'échelle urbaine de notre cas d'étude. Un microzonage sismique, spécifique au site de la vieille ville, demande des moyens énormes pour l'établir. Et selon la carte de microzonage sismique, établie par le CGS en 2014, le séisme à Dellys est causé par les mouvements violents du sol, dans ce cas, le séisme est significatif. Et comme le paramètre «nature du sol » dans la dimension de la vulnérabilité physique a obtenu des valeurs nulles, et le sol est rocheux selon la carte des sols (figure 3). De ce fait, nous posons comme résultat que l'aléa sismique n'est pas significatif, et que, donc, le risque dépend de la vulnérabilité totale des enjeux humains et matériels. Dans ce cas, c'est la vulnérabilité globale qui va nous permettre d'estimer le risque.

5.5.1. Croissement de la vulnérabilité globale et de l'aléa sismique à l'échelle des quartiers de la ville

Afin de vérifier les paramètres de vulnérabilité testés sur la basse Casbah de Dellys et croiser la carte de l'aléa sismique du territoire urbain de la ville de Dellys avec celle de la vulnérabilité total de la ville. Nous avons évalué les vulnérabilités socio-humaine et biophysique à travers quelques paramètres appliqués à l'échelle de la basse Casbah, tout en exploitant les données des 27 districts de l'RGPH de l'année 2008, établit cinq années après le séisme. Pour obtenir un scénario de vulnérabilité pour les différents quartiers de la ville. La corrélation entre les différents variables a donné des résultats très significatifs entre les variables (tableau 38).

Les paramètres de la vulnérabilité sociale et physique des différents quartiers sont classés dans les tableaux 39 et 40, puis ils ont été normalisés pour estimer leurs vulnérabilités avant de les pondérés.

Tableau 38: la corrélation entre les variables de la vulnérabilité physique des quartiers de la ville de Dellys (source : Sehili, 2021)

	surface	Tot logt	N logt Hab	Elec	Gaz	Egout	Aep	Densité Hab	Locataire
surface	1	,925**	,854**	,885**	,751**	,907**	,830**	,949**	,739**
Tot logt		1	,950**	,945**	,914**	,969**	,919**	,975**	,763**
N logt Hab			1	,976**	,930**	,955**	,950**	,941**	,768**
Elec				1	,916**	,968**	,957**	,955**	,827**
Gaz					1	,925**	,941**	,891**	,778**
Egout						1	,964**	,960**	,789**
Aep							1	,918**	,779**
Densité Hab								1	,781**
Locataire									1

Tableau 39: les paramètres de la vulnérabilité sociale des 27 districts (source : RGPH 2008 , modifiés par Sehili,2021)

DISTRICT	NOMBRE_MENAGES	POPULATION	PRES_FEMMES	PRES_ENFANTS	RET_PENSION	POP_INACT	SANS INSTRUCTION
23	94,00	472,00	226,56	84,96	108,56	203,44	217,12
36	99,00	522,24	250,68	94,00	120,12	207,80	240,23
34	113,00	540,00	259,20	97,20	124,20	230,08	248,40
26	143,00	580,00	278,40	104,40	133,40	247,34	266,80
24	119,00	642,00	308,16	115,56	147,66	253,60	295,32
37	116,00	688,95	330,69	124,01	158,46	269,64	316,92
27	123,00	694,00	333,12	124,92	159,62	272,66	319,24
25	142,00	732,00	351,36	131,76	168,36	292,38	336,72
35	134,00	736,74	353,64	132,61	169,45	294,92	338,90
28	140,00	795,85	382,01	143,25	183,04	294,96	366,09
29	142,00	805,01	386,40	144,90	185,15	296,16	370,30
21	158,00	813,60	390,53	146,45	187,13	304,19	374,25
30	179,00	814,63	391,02	146,63	187,37	310,19	374,73
42	164,00	817,05	392,18	147,07	187,92	326,18	375,84
39	195,00	817,30	392,30	147,11	187,98	329,19	375,96
43	166,00	847,33	406,72	152,52	194,89	334,80	389,77
45	173,00	867,31	416,31	156,12	199,48	335,03	398,96
40	207,00	885,17	424,88	159,33	203,59	348,05	407,18
44	185,00	898,16	431,12	161,67	206,58	356,43	413,15
41	172,00	921,90	442,51	165,94	212,04	357,66	424,07
33	174,00	939,00	450,72	169,02	215,97	384,76	431,94
22	192,00	972,31	466,71	175,02	223,63	393,87	447,26
38	204,00	982,33	471,52	176,82	225,93	417,66	451,87
32	189,00	994,29	477,26	178,97	228,69	423,83	457,37
31	189,00	1 075,38	516,18	193,57	247,34	434,58	494,68
20	220,00	1 078,00	517,44	194,04	247,94	438,07	495,88
19	232,00	1 080,05	518,43	194,41	248,41	549,06	496,82

Tableau 40: les paramètres de la vulnérabilité physiques des 27 districts (source : RGPH 2008 , modifiés par Sehili,2021)

ID_DISTRICT	SURFACE (ha)	TOT_LOGT	N_LOGT_HAB	ELEC	GAZ	EGOUT	AEP	DENSITE_HAB	PROPRIETE	COPROPRIETE	LOCATAIRE
23	5	131,00	94,00	94,00	1,27	67,02	5,94	9,76	65,50	18,80	12,22
36	6	133,00	98,00	96,99	5,94	80,94	92,99	10,95	66,50	19,60	12,61
34	6	142,00	111,00	106,02	9,83	91,39	94,97	11,04	71,00	22,20	14,16
26	7	145,00	114,00	108,94	13,06	94,00	103,67	12,11	72,50	22,80	13,78
24	7	149,00	115,00	115,00	21,16	94,00	111,74	20,28	74,50	23,00	14,95
37	7	151,00	116,00	116,00	56,64	102,00	112,91	25,33	75,50	23,20	15,08
27	8	152,00	118,00	117,00	57,06	104,00	116,00	25,56	76,00	23,60	15,21
25	8	158,00	127,00	125,96	71,00	115,00	118,00	27,43	79,00	25,40	16,37
35	8	167,00	133,00	129,98	72,96	120,75	123,90	35,55	83,50	26,60	16,90
28	12	168,00	136,00	134,91	81,00	121,43	130,98	50,13	84,00	27,20	17,54
29	13	169,00	138,00	138,00	82,00	127,96	136,00	50,97	84,50	27,60	17,94
21	13	170,00	157,00	155,76	88,17	138,00	136,97	56,20	85,00	31,40	20,41
30	14	170,00	163,00	157,00	90,97	139,82	155,87	61,00	85,00	32,60	21,05
42	14	173,00	164,00	160,25	109,77	142,56	157,00	62,27	86,50	32,80	21,09
39	16	173,00	165,00	161,93	114,86	152,42	163,00	66,80	86,50	33,00	20,83
43	16	178,00	166,00	162,24	118,55	153,49	164,00	67,32	89,00	33,20	21,27
45	17	184,00	167,00	163,63	126,83	157,00	165,79	69,38	92,00	33,40	21,71
40	21	185,00	168,00	166,70	129,88	160,25	166,00	74,79	92,50	33,60	21,67
44	23	195,00	169,00	167,00	131,41	160,51	168,00	77,00	97,50	33,80	21,83
41	25	199,00	170,00	167,93	137,81	164,81	168,43	81,21	99,50	34,00	22,10
33	25	201,00	171,00	169,99	138,14	166,85	169,92	88,87	100,50	34,20	22,10
22	32	203,00	177,00	170,00	138,73	168,00	177,00	102,09	101,50	35,40	20,25
38	45	219,00	180,00	178,99	144,38	174,94	178,96	105,67	109,50	36,00	23,27
32	48	221,00	182,00	179,81	151,80	177,00	180,90	120,98	110,50	36,40	23,37
31	53	228,00	189,00	189,00	155,73	184,98	186,98	139,79	114,00	37,80	24,57
20	74	234,00	219,00	217,73	155,97	219,00	211,65	143,62	117,00	43,80	28,30
19	82	239,00	232,00	232,00	157,31	232,00	215,14	176,11	119,50	46,40	30,16

Les quartiers de la vieille ville, les jardins et une partie du quartier de la nouvelle ville ont obtenus des indices de vulnérabilité physique très élevés (figure 145). De même pour la vulnérabilité sociale de la ville de Dellys on trouve les mêmes quartiers sauf pour quartier Sidi el Medjeni (figure 146).

Figure 145 : indices de vulnérabilité physique des quartiers de la ville de Dellys (source : Sehili , 2021)

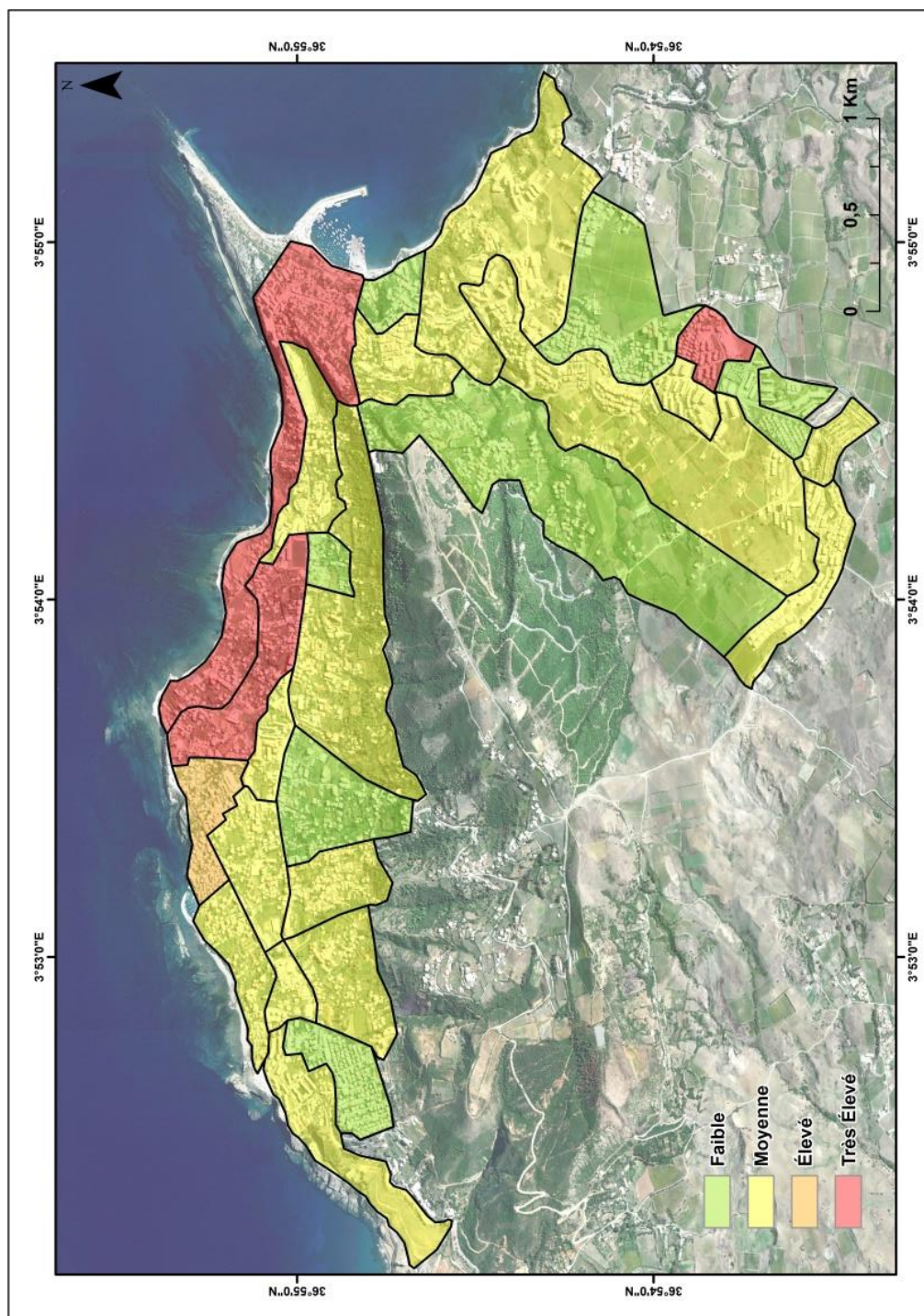
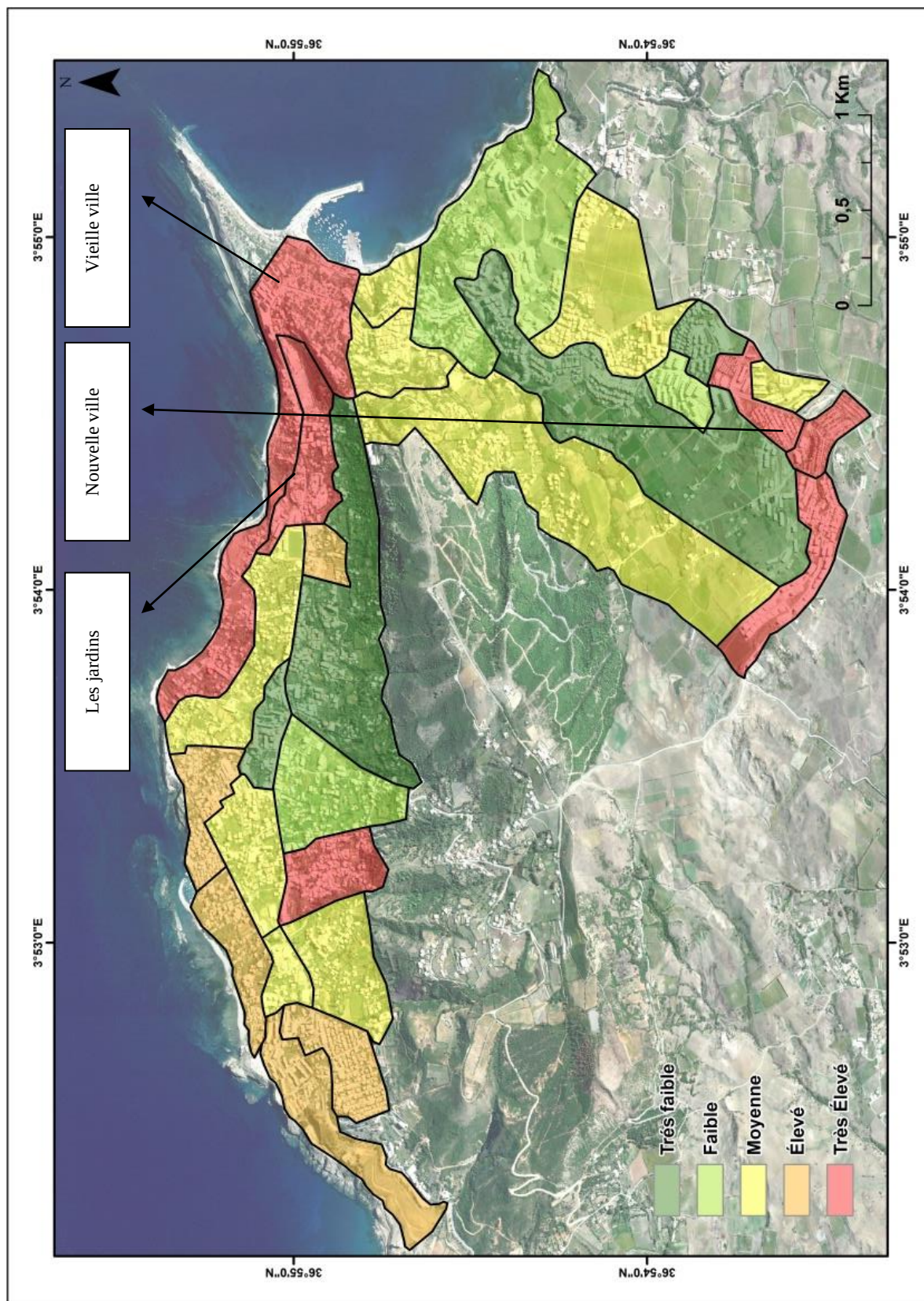


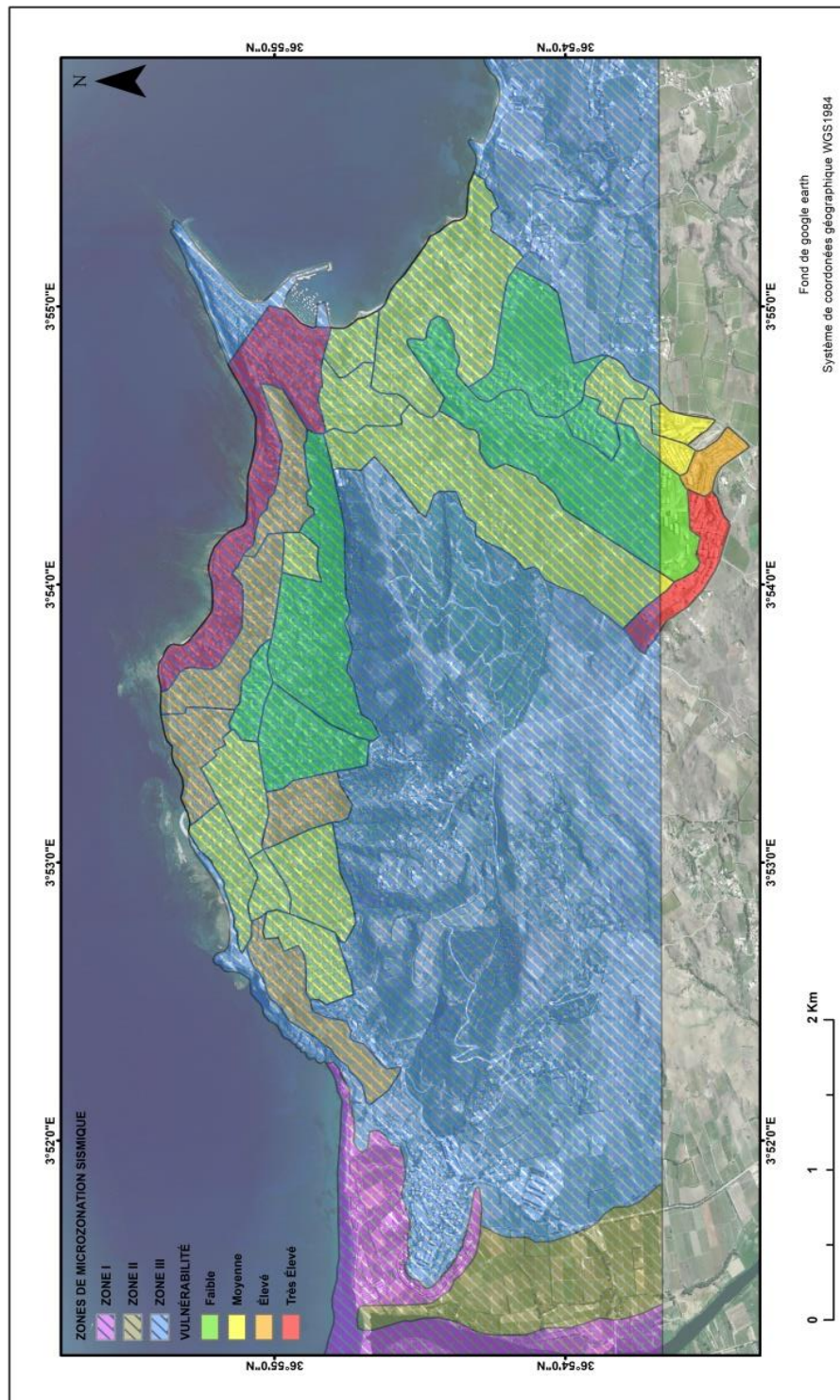
Figure 146: indices de vulnérabilité sociale des quartiers de la ville de Dellys (source : Sehili, 2021)



5.6. Le risque à Dellys

Pour estimer le risque sismique à Dellys, nous avons croisé la vulnérabilité totale de la ville avec celle de la carte de micro-zonage sismique établi par le CGS, les résultats démontrés sur la figure 147 montre un aléa uniforme et du même degré par contre la vulnérabilité totale n'est pas la même pour l'ensemble des quartiers composants la ville de Dellys. Donc, les quartiers à risque sont les quartiers de la vieille ville, la nouvelle ville, et les jardins.

Figure 147: le risque sismique à Dellys (source : Sehili,2021)



Comme, la nature du sol (l'effet du site) est une des causes principales du séisme de 2003, nous avons verifier cette hypothèse à travers le croisement de la carte de la nature des sols établi dans le cadre de l'étude de microzonage sismique de la ville de Dellys (CGS 2014) avec celle de la vulnérabilité totale des quartiers de la ville de Dellys. Les résultats obtenus sont comme suit : les quartiers situés sur des site meubles le risque sismique est élevé. Et nous avons confirmé ces résultats à travers la carte des sites touchés après le séisme de 2003 prise c'est les mêmes les bâtiments ont été durement endommagés en 2003 (figures 148-149).

Figure 148: la nature du sol et la vulnérabilité à Dellys (source : Sehili, 2022)

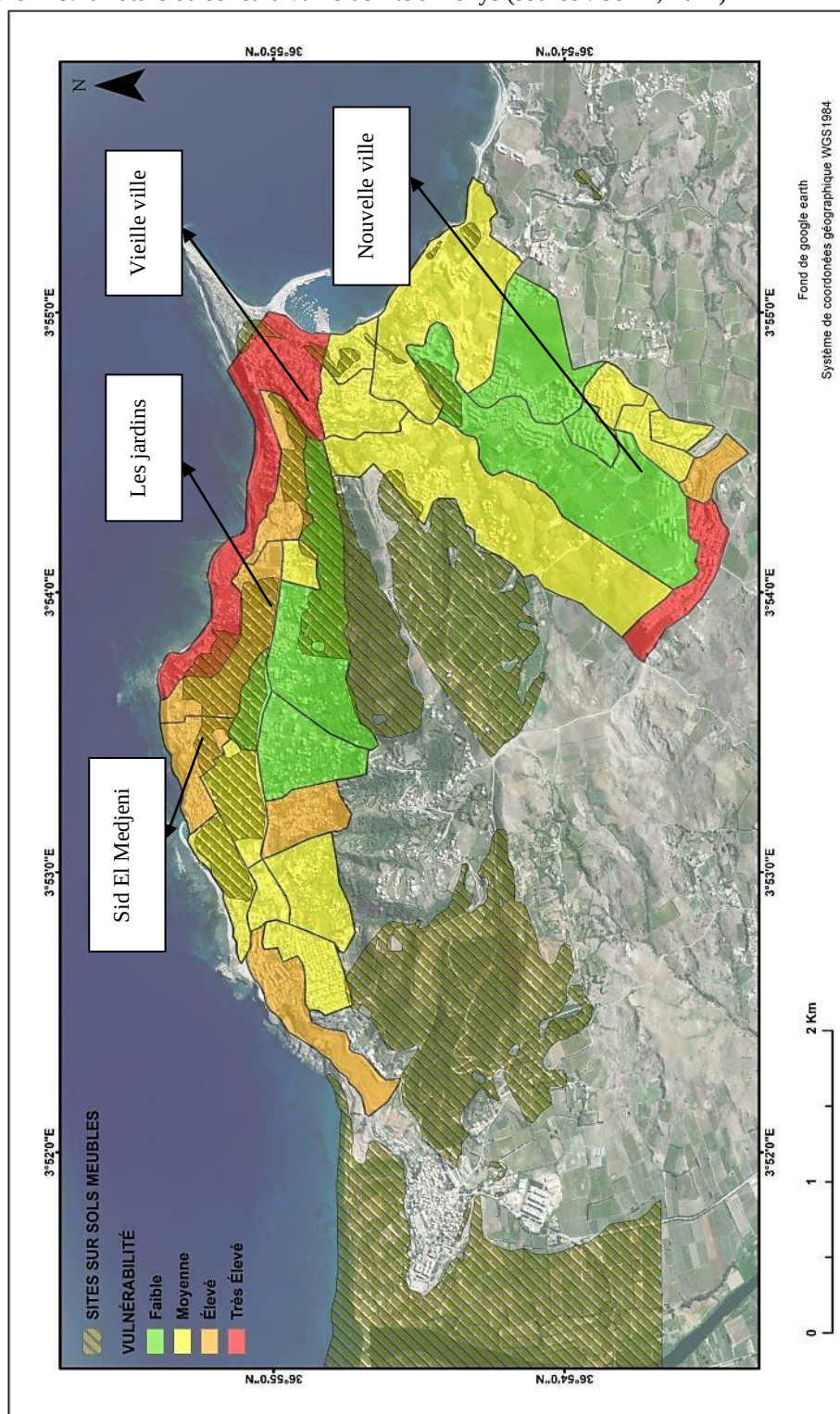
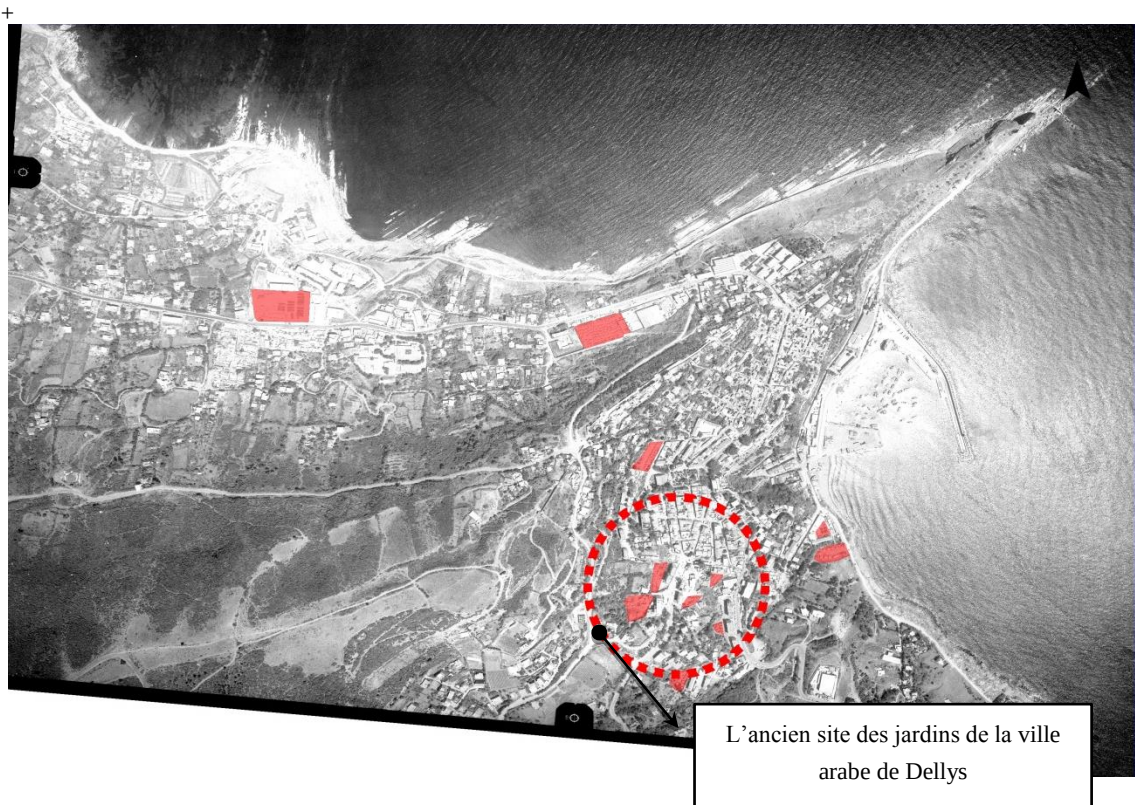


Figure 149 : Les sites les plus touchés après le séisme de 2003 (source : INCT, modifiée par Sehili,2021)



Conclusion

A cette étape de la recherche nous confirmons que la vulnérabilité constitue un véritable outil pour évaluer le risque à Boumerdes et à Dellys. Les différents quartiers de la ville de Dellys sont vulnérables à différents degrés, l'aléa y est présent sous différentes natures : glissements de terrain et sol meuble, la vulnérabilité totale est accentuée par ces phénomènes naturels. Une politique de réduction des risques de catastrophe peut être construite à partir de la vulnérabilité totale des différents quartiers. C'est outil de prévention contre les risques naturels à Dellys.

Conclusion de la partie II

Après avoir diagnostiqué l'état des lieux de la vieille ville de Dellys, nous avons retenu un ensemble d'enjeux prioritaires pour la ville et ses habitants. L'aléa sismique est omniprésent à Dellys, il ne constituerait pas un risque en tant que tel. Il ne le deviendrait que dans l'hypothèse où il frapperait une population, un territoire ou des constructions vulnérables. Lutter contre les risques naturels nous oblige donc à envisager tous les types de vulnérabilité pour proposer des politiques de prévention et des réponses les plus adaptées à notre société.

Les conséquences dévastatrices du séisme de 2003 ont fait la démonstration magistrale de ce qu'est la vulnérabilité, de l'importance de la vulnérabilité dans les risques naturels en Algérie, et le rôle de la dimension socio-humaine dans cette vulnérabilité. Après avoir évalué la sensibilité des enjeux humains et matériels à travers un ensemble de facteurs

physiques, socio-humains et structurels afin d'apprécier leurs vulnérabilité totale, nous avons confirmé que la vulnérabilité est une composante clé et structurante des risques et des catastrophes naturelles à Dellys, Cette recherche a confirmé la forte vulnérabilité du bâti et des ménages de plusieurs quartiers à Dellys à l'exemple de la vieille ville, la nouvelle ville et les jardins. Cette étude a montré la résilience des habitants et du bâti de la basse Casbah, malgré le manque de maintenance des bâtiments et le danger que constitue le nombre important des bâtiments patrimoniaux menaçants ruinent. Une autre confirmation vient renforcer l'importance de la transition interscallaire de la macro au micro de la vulnérabilité cette approche appliquée à l'échelle de la basse Casbah de Dellys a affirmé que la vulnérabilité est locale et spécifique à chaque, elle est directement liée aux facteurs exogènes et endogènes qui influencent ces degrés de menace. Mais le risque de catastrophe naturelle dépend d'autres facteurs comme les politiques de gestion et de prévention des catastrophes, la représentation ou la culture du risque des populations et à la fin les capacités à faire face.

PARTIE III

La trajectoire globale du risque naturel de la ville de Dellys



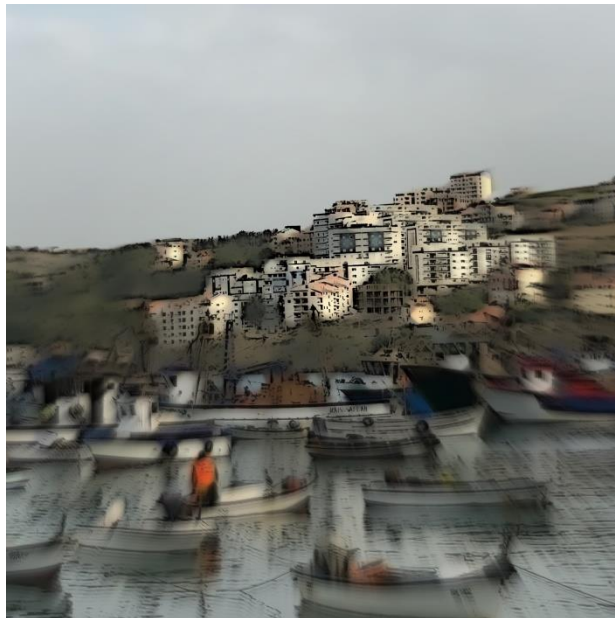
Le risque est un construit local ou les habitants et les acteurs participent dans sa fabrication, il est immatériel (ruelle de la basse Casbah, source : Sehili 2022)

Introduction de la partie III

A cette étape de la recherche, nous avons démontré comment les différentes dimensions du risque de catastrophe sont complexes en Algérie et à Boumerdes. L'autre démonstration, c'est l'imbrication intime des catastrophes et de la gestion, cette dernière évolue et progresse avec les événements subits ou réellement constatés sur le terrain. La vulnérabilité globale de Dellys a été construite dans le temps et l'espace par l'urbanisation et la modification des fonctions des espaces à risque. Après le séisme, entre 2010 et 2014, Dellys a connu un développement pour répondre aux différents besoins sociaux et économiques des populations locale et couvrir les insuffisances d'avant la catastrophe de 2003. La vulnérabilité des territoires urbains aux aléas est le fruit d'une évolution, tant de la société que du contexte naturel modifié par les hommes (Blaikie 1994). Dans cet objectif, nous avons évalué la vulnérabilité globale des différents quartiers de la ville de Dellys à travers les enjeux qui structure ces sites urbains, le quartier de la basse Casbah de Dellys un site à caractère patrimonial est vulnérable à différents degrés selon sa structure sociale, humaine et l'état du bâti, nous avons confirmé l'hypothèse selon laquelle le risque est construit à différents pas de temps et aux échelles spatiales les plus fines. Cette approche systémique va nous conduire à évaluer les capacités à faire face en cas d'un potentiel événement sismique, à travers la lecture des politiques locales de prévention et de gestion des risques naturels et la préservation du patrimoine urbain à Dellys, puis l'évaluation de la connaissance et de la préparation de la population locale. Cette approche dynamique de la notion de trajectoire de vulnérabilité globale à Dellys est confirmée pas à pas. Donc, les gestionnaires locaux disposer d'éléments concrets pour mettre en œuvre des politiques de réduction des risques liés à l'homme et non à la nature et préserver un patrimoine culturel unique et spéciale.

Chapitre 6

Les politiques publiques de gestion des risques naturels et de préservation du patrimoine urbain à Dellys



Vue sur le « quartier Sikha » POS 09 (source : Sehili , 2022)

Introduction

L'UNISDR a déclaré, en 2015 : « Si un pays ignore les risques de catastrophe et les laisse s'accumuler, il compromet, en fait, son propre potentiel de développement social et économique. En revanche, si un pays investit dans la réduction des risques de catastrophe, au fil du temps, il peut réduire les pertes potentielles auxquelles il est confronté, libérant ainsi des ressources essentielles pour le développement. » Les facteurs institutionnels et politico-administratifs, méconnus et difficiles à appréhender, concernent l'appareil législatif et réglementaire, ainsi que les rouages administratifs de prévention et de gestion des risques. Ils englobent donc les choix politiques de planification préventive (occupation et utilisation du sol, protection technologique, formation et éducation, politiques de relogement), les opérations de protection civile (plans d'intervention en cas d'alerte et d'urgence, mesures d'aide humanitaire) et enfin la gestion de l'après-crise, c'est-à-dire la phase d'adaptation de la population sinistrée et de réhabilitation des biens endommagés (Thouret et D'Ercole, 1996). La qualité des facteurs institutionnels peut être évaluée de deux manières : directement, par l'analyse des textes légiférant en matière de risque en milieu urbain ; indirectement, par l'impact des textes réglementaires au niveau local, en situation de crise latente et au moment de l'urgence et de la catastrophe. Il s'agira de savoir comment l'information préventive et le message d'alerte sont transmis entre les décideurs, les relais administratifs régionaux et locaux et les citoyens menacés.

6.1. Les orientations des instruments d'urbanismes et les risques naturels à Dellys (la gestion urbaine des risques naturels)

D'après Léone, Meschinet de Richemond, et Vinet (2010), la gestion des risques c'est l'ensemble des moyens (techniques, financiers, juridiques) mis en œuvre pour prévenir et réduire les conséquences potentielles des catastrophes naturelles. Donc elle repose sur la prévention avant la catastrophe qui comprend, à la fois, la mitigation des aléas, l'information des populations (lois sur l'information préventive), le contrôle de l'implantation dans les espaces à risque (zonages réglementaires), le renforcement de la résistance du bâti existant, ainsi que d'autres aspects. Ce volet vise à empêcher l'aléa de s'actualiser et, à défaut, cherche à en minimiser les conséquences par des actions conjointes sur l'exposition et la vulnérabilité (Reghezza, 2016). En Algérie, conscients qu'il n'existe aucune protection absolue, les pouvoirs publics ont décidé d'agir pour limiter l'occupation de espaces à risque, à travers les plans directeurs d'aménagement et d'urbanisme, et les plans d'occupation des sols, qui délimitent les zones de servitudes et les zones à risque, comme des moyens de prévention.

6.1.1. Les différents plans directeurs d'aménagement et d'urbanisme

PDAU à Dellys

La ville de Dellys a vu la mise en place de plusieurs instruments d'urbanisme. Le premier plan directeur de la ville date de 1959, il a aménagé la ville selon six zones avec des affectations spéciales et selon une certaine rigueur dans la planification et l'aménagement de ce territoire urbain. Pour minimiser sa vulnérabilité à travers des prescriptions spéciales aux secteurs exposés à des risques naturels. Depuis lors, au moins trois autres plans directeurs ont été initiés, sans que l'on puisse y trouver une référence au facteur « risque naturel ». De toute façon, la dynamique urbaine, presque spontanée, a toujours dépassé les intentions des décideurs et des planificateurs. Le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (PDAU) de 1998 présente, dans sa partie règlement des orientations, un petit passage concernant les servitudes des zones inondables et des zones de glissement : « Les autorisations de construction dans ce genre de terrain peuvent être refusé par l'administration compétente, sauf si elles sont subordonnées à des dispositions particulières ». Après le séisme de 2003, le PDAU de 1998 a été révisé, et approuvé en 2013 (figure 150), il a limité les zones de servitudes. Mais le plan des zones à risque sismique, édicté dans la loi n°04-05⁴⁵, relative à l'aménagement et l'urbanisme, et les cartes exigeait, dans ses décrets exécutifs, à savoir l'identification et le classement des zones sismiques, selon leur degré de vulnérabilité et la carte délimitant « les zones exposées aux risques naturels et technologiques, accompagnée des rapports techniques, ainsi que les risques majeurs découlant du plan général de prévention ». Ces cartes n'ont pas été établis, par manque de connaissance ou de moyens des bureaux d'étude chargés d'établir les études ou le manque de connaissance des gestionnaires administratifs du contenu de ces instruments. La délimitation des zones et des terrains exposés aux risques naturels est effectuée conformément aux moyens alloués aux études géotechniques et de micro zonage sismique⁴⁶.

A l'échelle des documents des POS on trouve des recommandations particulières pour chaque zone, à savoir :

Toute construction doit respecter les règles du RPA 99, modifié en 2003 ;

Le respect des servitudes des cours d'eau ;

L'aménagement des zones de servitudes en espaces verts.

Ni les autorités ni les professionnels, n'ont jamais pu imposer ces règles de prévention dans les constructions, ni faire respecter les plans d'affectation.

⁴⁵ Journal officiel de la république algérienne n° 51 3 du 15 août 2004 , loi n° 04-05 du 27 du 14 août 2004 modifiant et complétant la loi n° 90-29 du 1er décembre 1990 relative à l'aménagement et l'urbanisme.

⁴⁶ L'étude de micro-zonation des 10 sites urbains de la wilaya de Boumerdes, menée par le CGS a duré 8 ans.

Figure 150: le ruptur entre le cadre réglementaire et les instruments d'urbanisme et la prévention des risques à Dellys (source : Sehili ,2022)

Période	Cadre national Et réglementaire	Cadre local
1990	La loi n° 89-26 du 31 décembre 1990, portant loi de finance pour 1990 à mis en place le Fonds de calamités naturelles et des risques technologiques majeurs. La loi n° 90-29 du 1er décembre 1990 relative à l'aménagement et l'urbanisme et ses décrets exécutifs Décret exécutif n°91-175 du 28 mai 1991 définissant les règles générales d'aménagement d'urbanisme et de construction ; Décret exécutif n°91-176 du 28 mai 1991 fixant les modalités d'instruction et de délivrance du certificat d'urbanisme, du permis de lotir, du certificat de morcellement, du permis de construire, du certificat de conformité et du permis de démolir ; Décret exécutif n° 91-177 fixant les procédures d'élaboration et d'approbation du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme et le contenu des documents y afférents ; Décret exécutif n° 91-177 fixant les procédures d'élaboration et d'approbation du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme et le contenu des documents y afférents.	PUD 1986 PDAU 1998
2001-2003	La loi n°01-20 du 12 décembre 2001 relative à l'aménagement et au développement durable du territoire ; La loi n°03-10 du 13 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable ; Le règlement parasismique Algérien 99 révisé en 2003 .	
2004 2005	La loi n° 05/04 du 14/08/2004 relative à l'aménagement et l'urbanisme; La loi 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 ; Décret exécutif n° 05-317 du 10 septembre 2005, fixant les procédures d'élaboration et d'approbation du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme ; Décret exécutif n° 05-318 du 10 septembre 2005, fixant les procédures d'élaboration et d'approbation du plan d'occupation des sols ainsi que le contenu des documents y afférents.	Révision du PDAU 1998 et approuvé en 2013 ; Carte micro zonation sismique de la ville de Dellys 1/5000 ; PPSMVSS (2007) ; ZET

6.1.2. Les POS(s).

Le plan directeur d'aménagement et d'urbanisme (PDAU 1998) a divisé le territoire de la ville de Dellys en 11 plans d'occupation des sols (tableau 41), parmi lesquels de nouveaux sites ont été proposé, pour répondre aux besoins des populations, en termes de logements et d'équipements (une nouvelle zone d'activité, une zone d'expansion touristique(ZET) et une nouvelle ZHUN). Cette nouvelle zone d'habitat est située au sud de la ville sur un site à caractère agricole. À cette époque aucune étude géotechnique n'avait été réalisée pour connaître la nature de ces nouveaux sites. Même le plan d'occupation des sols n° 01, couvrant le site de la vieille ville et le quartier européen, a délimité seulement des recommandations pour la prise en charge du bâti par des opérations

de rénovation et de réhabilitation vu l'état dégradé du bâti à cette époque. Il avait fixé une zone non constructible, située à l'entrée est de la ville (le quartier Sikha). Après révision du PDAU, le POS 09, situé à l'entrée est de la ville, désigné comme une zone non aedificandi en 1998, a changé de destination et devenu un POS à urbanisation future (figures 151 et 152).

Tableau 41 : Les 11 POS de la ville de Dellys en 1998. (Source PDAU, 1998, modifié par Sehili, 2021)

Dénomination du POS	Situation	Superficie (HA)	Recommandations
01	La vieille ville (la casbah et l'ex quartier européen)	52.200	Rénovation et réhabilitation
02	Partie nord-est de la cité des jardins	63.42	Densification et restructuration, aménagement des poches vides, création des voies secondaires et amélioration du réseau d'assainissement ; aménagement protection de la plage.
03	Partie sud du POS02	55.32	Densification et restructuration ainsi que la rénovation de la cité de recasement.
04	Partie nord- ouest de la cité des jardins	62.12	Densification et restructuration, aménagement de la plage.
05	Partie sud de la route nationale N°24	56.87	Densification et restructuration
06	Village Takdempt	80.30	Restructuration du village et régularisation des constructions illicites.
07	La partie intermédiaire entre la vieille ville et la nouvelle ZHUN	56..25	Restructuration et densification
08	Lotissement Oued Tiza et la nouvelle ZHUN	110	Zone d'habitat à dynamiser par l'apport d'équipements.
09	Partie nord-est de la ville de Dellys	82.30	Zone non aedificandi
10	La Zone d'activité prévue par le PUD	41.00	Unité de petite et moyenne industrie
11	Partie ouest du POS 08	94.00	Extension futur de la ville

Figure 151 : Les différents secteurs d'urbanisation du PDAU 1998. (Source : PDAU, modifié par Sehili 2022)

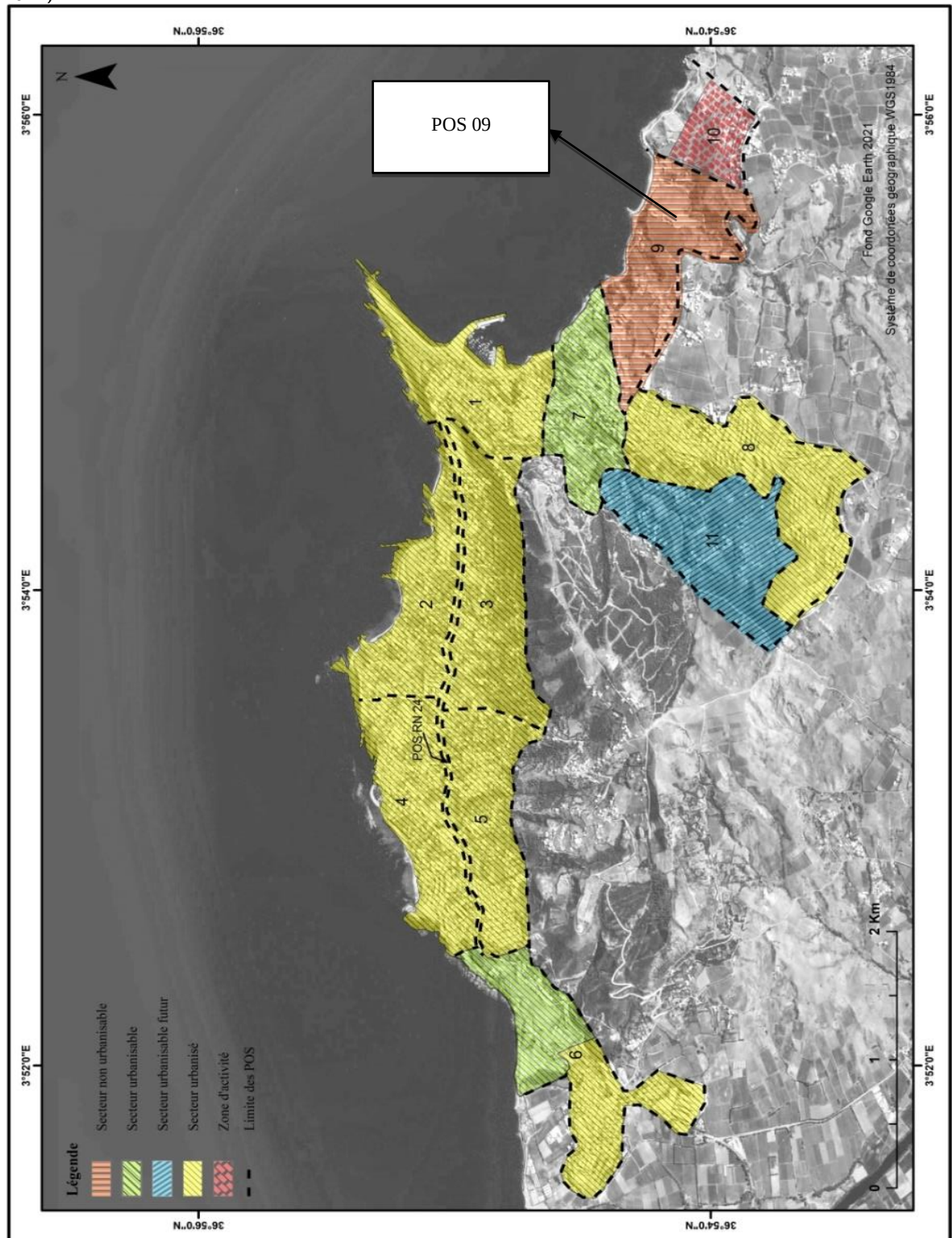
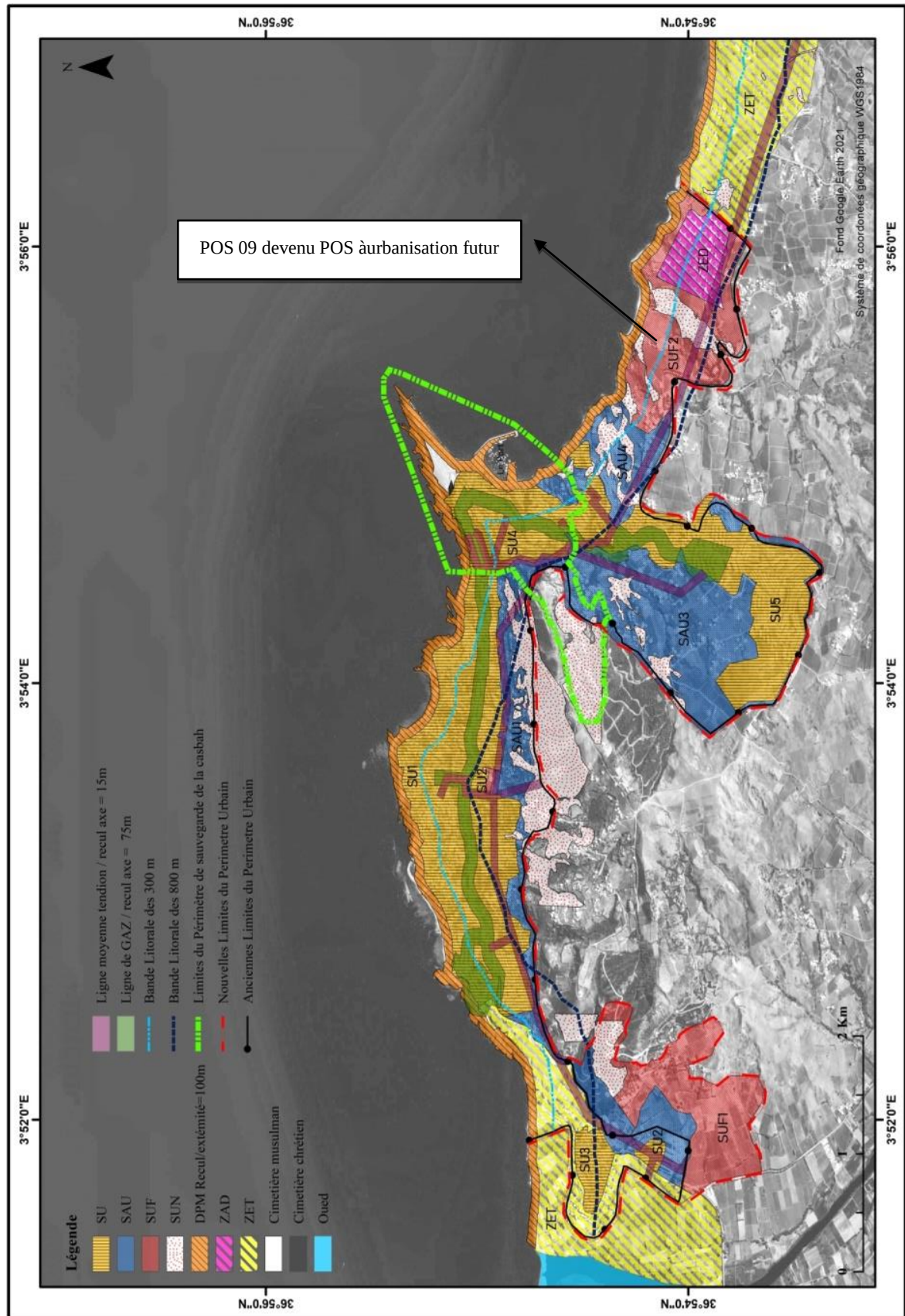


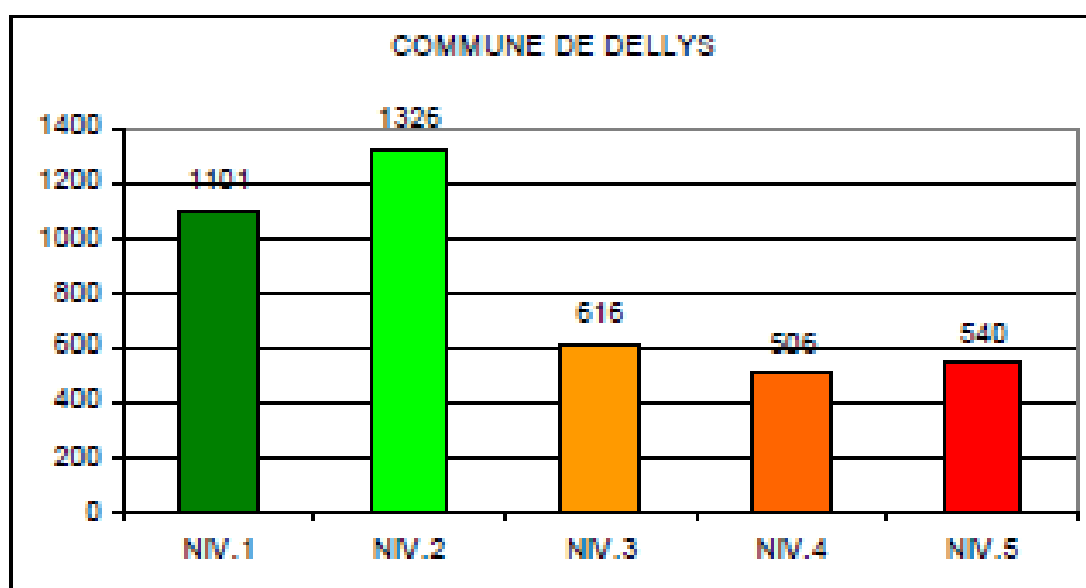
Figure 152: Carte des servitudes et affectation des secteurs urbains de Dellys. (Source : PDAU, 2013, modifié par Sehili, 2021)



6.2. La prévention : les mesures de réparation du bâti et de relogement, après le séisme de 2003

Avant le séisme de 2003, la wilaya de Boumerdes comptait 112643 logements pour 710.024 habitants⁴⁷. Le 31 décembre 2003, on a dénombré 102130 unités, soit une perte de 10513 logements. Les pertes humaines ont, également, été considérables. Parmi les 10513 unités perdues, 3191 étaient des logements collectifs, et 7322 des logements individuels. A Dellys, la situation, après le séisme, n'a pas été différente de celle des autres villes de la wilaya. Sur les 5884 logements recensés en 2002, 1037 logements ont été perdus, et 4089 endommagés à différents niveaux (figure 153).

Figure 153: Les niveaux de dommages par catégories voir page 78 de la partie I (source CGS 2004)



Face cette situation alarmante, un dispositif réglementaire a été mis en place, pour prendre en charge cet enjeu primordial pour la ville et ses sinistrés. Trois décrets exécutifs ont été promulgués, pour réhabiliter les habitations endommagées par le séisme, et prendre en charge les sinistrés et les familles des victimes, par l'octroi d'aides. Le premier est le décret exécutif n° 03-227 du 22 juin 2003 fixant les conditions et les modalités d'octroi des aides pour la réhabilitation des habitations endommagées suite au séisme du 21 mai 2003. Le deuxième. Vu le décret exécutif n° 03-284 du 25 août 2003 fixant les conditions et les modalités d'octroi d'aides au profit des familles des victimes et aux sinistrés du séisme du 21 mai 2003. Et le dernier c'est décret exécutif n° 03-314 du 16 septembre 2003 fixant les conditions et les modalités d'octroi des aides pour la reconstruction des habitations effondrées ou déclarées irrécupérables suite au séisme du 21 mai 2003.

⁴⁷ Données du 31/12/2002, rapport de la protection civile de la wilaya de Boumerdes.

6.2.1. Les effets négatifs des opérations de relogement sur le bâti et sur la vieille ville de Dellys après 2003.

Avant le séisme de 2003, la vieille ville a connu un exode massif de personnes défavorisées, venant des villages se situant aux alentours de la ville de Dellys (Afir, Sidi Daoud et Ben Choud), et qui recherchaient la sécurité et un travail durant la décennie que l'on a qualifiée de « noire ». Fin janvier 2001⁴⁸ la vieille ville comptait 1899 habitants, repartis en 346 ménages, avec un taux d'occupation par logement de 5P/L. Le niveau de revenu différait d'une famille à l'autre, mais on notait cependant un taux important de ménages à faible revenu (tableau 42). Cela explique une vulnérabilité socio-économique des familles à cette époque.

Tableau 42: Composition et revenu des ménages de la vieille ville de Dellys avant 2003. (Source : enquête de Hamada, janvier 2002)

Foyers Revenu	Nombre	proportion (%)
Moins de 10000 da	912	48.02
Entre 11000-20000da	683	35.93
Entre 21000-30000da	265	13.95
Plus de 31000da	40	2.10
Total	1899	100

Cette enquête a aussi révélé que 97.33% des habitants occupaient les logements de façon permanente et 2.67% n'y venaient que durant les weekends. Les prix des locations variaient, selon les habitations entre la somme symbolique de 100DA, et 10000DA par mois, pour une maison, et 4000DA, pour une pièce. Dans le but de bénéficier d'un nouveau logement social. 67% des occupants demandaient un nouveau logement, et 33% d'entre eux souhaitaient la réhabilitation de leur maison. Avant le séisme de 2003, la situation socio-économique des occupants de la vieille ville était vulnérable. « Le rétablissement de la vie économique et sociale implique, donc, le recours à une aide extérieure, d'abord pour faire face, puis pour être en mesure de se relever. Face à cette nécessité, les territoires, groupes sociaux et individus sont inégaux. Pour les plus marginalisés et démunis, le seuil d'autonomie est bas, et rapidement dépassé dans la

⁴⁸ Enquête sur terrain réalisée par Hammada H. et Hamid R, mémoire de fin d'études en géographie et aménagement du territoire, USTHB, le 22 juin 2002.

mesure où ils vivent dans des situations quotidiennes de crise » (Moatty, Gaillard, et Vinet 2017). A Dellys, un large éventail d'aides a permis la prise en charge totale de tous les aspects des séquelles, laissées par le séisme, et a par là même mobilisé de suite d'énormes ressources financières, qui se sont réparties comme suit :

Droit au relogement provisoire ;
 Aides pour la location d'habitations ;
 Aides pour la réhabilitation des habitations endommagés ;
 Aides pour la reconstruction ;
 Aides pour l'acquisition de logements ;
 Droit au relogement définitif ;
 Indemnisation des familles des victimes.

La gestion de la crise a eu des effets sur l'espace urbain de la ville. Durant la phase de relogement d'urgence des sinistrés, plusieurs sites ont été choisis pour recevoir les tentes (tableau 43). Puis est venue la phase de relogement provisoire par l'installation de chalets de type trois pièces sur plusieurs sites (tableau 44). Cette phase a concerné les habitants occupant le site de la vieille ville. Ce relogement provisoire a duré 17 années.

Tableau 43: Relogement provisoire des sinistrés dans les tentes. (Source : Protection civile, 2004)

N°	Commune	Site	Sup(Ha)	Nombre
01	Dellys	Sud Est 2	03,20	140
02		EM AC	01,40	87
03		CASDEP	01,40	57
04		Saline	09,50	285
05		Takdempt	04,25	104
06		ZHUN	04,18	153
07		Centre Ville	01	60
08			02	100

Tableau 44 : Relogement provisoire des sinistrés dans les chalets. (Source : Protection civile, 2004)

Communes	Tentes installées	Sites	Population	Tentes Installées	
				Urbain	Éparse
Dellys	1640	CAS DEP	188	17	0
		TAKDEMPT	246	15	0
		92 LOGTS	220	20	0
		STADE COMMUNAL	541	30	0
		LOT 3	380	19	0
		EMAC	46	7	0
		STADE CHERGUI	540	27	0
		STADE KALOTA	589	65	0
		EDIMCO	240	17	0
		PORT MARINE	53	10	0
		LOT ZOUAOUI	671	28	0
		BASE VIE ETB	1684	168	0
		ZE	18911	0	1117
		12	24309	423	1117

Cette opération de relogement a été réalisée suite aux orientations de l'AFPS (2003) : « le système constructif des bâtisses est particulièrement fragile et ne devrait pas être destiné à des logements d'habitation dans une zone de sismicité 2 ou 3. Bien que cette Casbah représente un témoignage historique important, la vulnérabilité de ce quartier est très "élevée » et il devrait être évacué de tout logement d'habitation. Malgré les nombreux effondrements et les répliques fréquentes, certains propriétaires occupent encore les lieux ». Cette opération a eu un effet négatif sur la vieille ville. La plupart de ces habitants ont quitté la ville pour de nouveaux logements ou chalets, cela a créé un dépeuplement de la ville arabe ou les bâtisses inoccupées et en ruines une menace pour les occupants actuels qui sont en nombre de 47 dans la basse Casbah (voir chapitre 4).

6.2.2. Des exemples de réparation du bâti, après la catastrophe de 2003 (entre bonne et mauvaise)

Après la phase de relogement provisoire, l'étape suivante, dans la gestion de la catastrophe, a été la phase de reconstruction. A Dellys, les habitants, qui avaient opté pour la réhabilitation de leur habitation, résidaient dans la partie haute de la vieille ville (Haute Casbah), le vieux quartier européen et le quartier Ledjenna. Inconscients des risques et dans l'urgence, ils ont réhabilité les bâtisses, sans aucun respect des normes parasismiques (figures de 154 à 162). Par contre, la reconstruction des maisons complètement détruites s'est faite en respectant les normes parasismiques (figures 162 et 164).

Figure 154: Réhabilitation d'une ancienne bâtisse située à la Haute Casbah. (Source : Sehili,2022)



Figure 155 : Nouvelles constructions situées dans la Haute Casbah, dans le quartier Bab Essour. (Source : Sehili,2022)



Figure 156: La réhabilitation d'une ancienne bâtisse, située dans la Haute Casbah. (Source : Sehili,2022)



Figure 157: La réhabilitation d'une ancienne bâtisse, située dans la Haute Casbah, (Source : Sehili,2022)



Figure 158: La réhabilitation d'une ancienne bâtisse, située dans la Haute Casbah. (Source : Sehili,2022)



Figure 159: Reconstruction d'une ancienne bâtisse située dans la Haute Casbah. (Source : Sehili,2022)

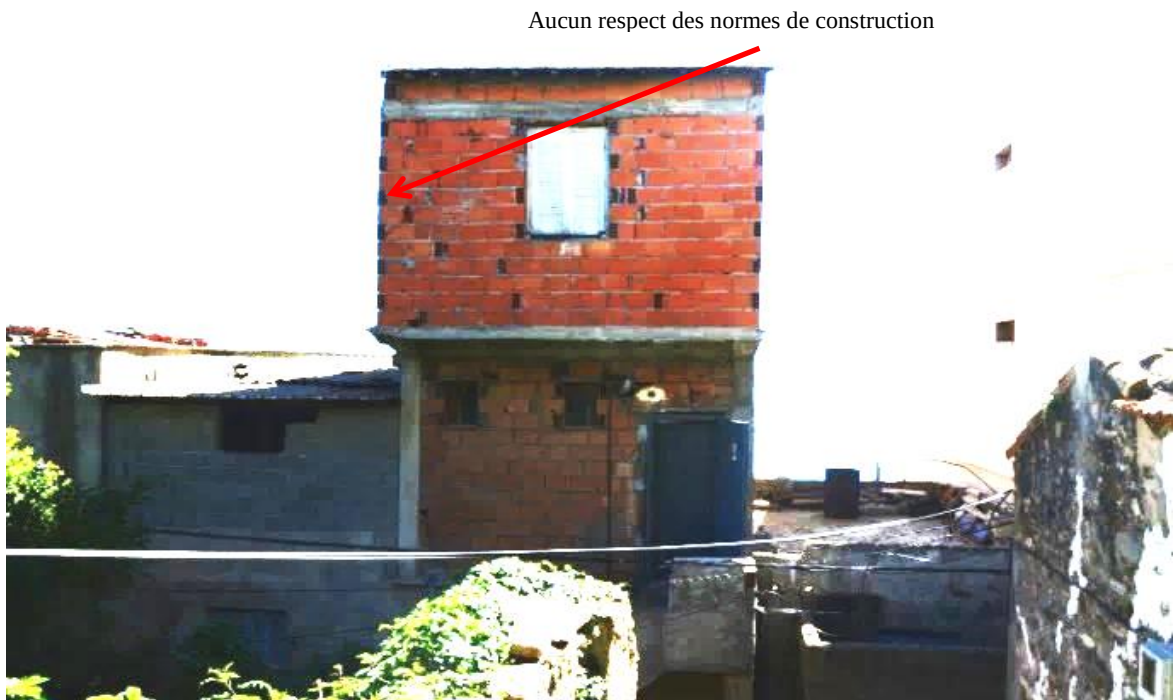


Figure 160: Utilisation des matériaux de remplissage dans une ancienne bâtisse située dans la Haute Casbah. (Source : Sehili,2022)



Figure 161: Le non-respect des normes parasismique dans une nouvelle bâtisse, située dans le quartier européen. (Source : Sehili,2021)



Figure 162: Le non-respect des normes parasismiques : ferrailage des poteaux d'une nouvelle bâtisse, située dans le quartier européen. (Source : Sehili,2021)

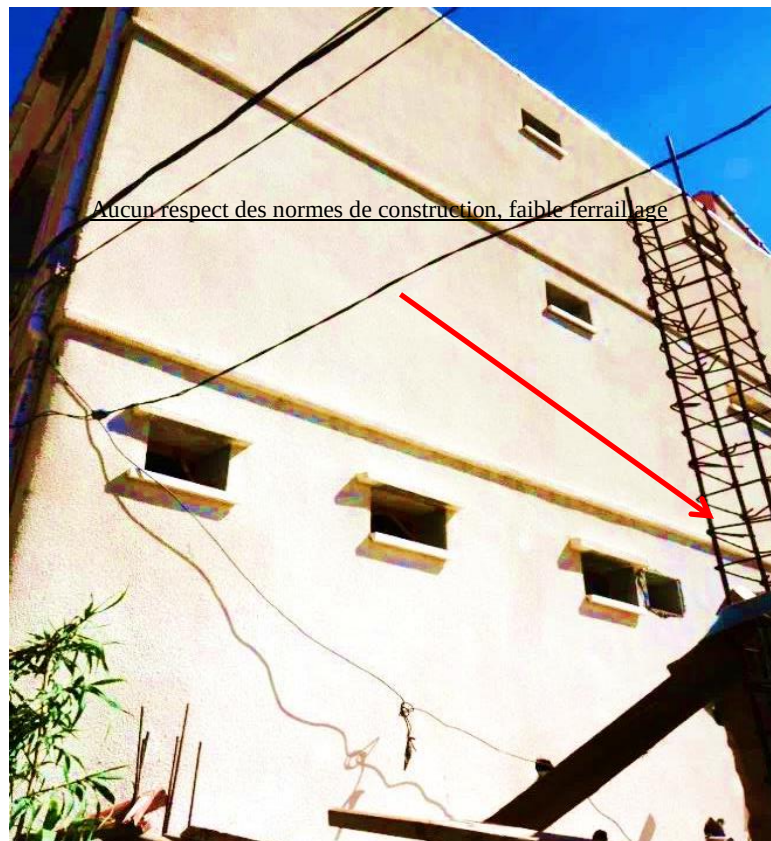


Figure 163: Le respect des normes parasismiques dans une nouvelle bâtisse située dans le quartier européen.
(Source : Sehili,2021)



Figure 164: Le respect des normes parasismiques (voiles) dans une nouvelle bâtisse située dans le quartier européen. (Source : Sehili,2021)



6.3. Les effets positifs de la catastrophe sismique de 2003 sur la vieille ville de Dellys

Parler des effets positifs de la catastrophe, c'est discuter du lien qui lie la catastrophe et le développement. Ils sont aujourd'hui largement reconnus dans la littérature scientifique (Middleton et O'Keefe, 1998 ; Lewis, 1999 ; Pelling, 2003 ; Bankoff et al. 2004). Pourtant, l'augmentation des catastrophes peut être lue comme un échec des politiques de développement (Alexander, 2000). La période post-catastrophe met en place des conditions favorables au décloisonnement des modes de gouvernance en rassemblant les acteurs des échelles nationales et locales, autour d'un objectif commun : reconstruire le territoire. Ce décloisonnement est double, puisqu'il est, à la fois, géographique, car il dépasse les limites administratives des territoires, et, sectoriel, dans la mesure où il transgresse les divisions des compétences de l'aménagement culturel des territoires attribuées à des gestionnaires différents (Chance et Chotard 2013). Dans le contexte algérien cette situation n'est pas différente. D'après le GAR (2013), la stratégie de reconstruction doit être intégrée dans les programmes existants, pour maintenir une continuité avec les autres processus de prévention et de développement, dont une partie de ses fonds sont issus. Le Bilan mondial sur la réduction du risque de catastrophe reprend les propos du gouvernement du Costa Rica (frappé par un séisme en janvier 2009) qui stipule que « les ressources affectées à la réhabilitation et la reconstruction des infrastructures endommagées auraient pu servir à la construction de nouvelles routes, écoles et infrastructures médicales, et à renforcer la compétitivité de l'économie du Costa Rica ». Ce constat illustre le fait que les fonds utilisés pour la reconstruction ont été détournés de leurs fins premières, à savoir le développement du pays, modifiant, ainsi, la trajectoire de développement par la réaffectation des ressources.

6.3.1. La préservation du patrimoine : la création du secteur sauvegardé et la mise en place d'un plan permanent de sauvegarde et de mise en valeur du secteur sauvegardé (PPSMVSS) en 2007

La perte progressive des biens patrimoniaux, suite à des aléas naturels, a incité l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO) à éditer un manuel afin de gérer les risques de catastrophes pour le patrimoine mondial, qui enregistre des pertes, particulièrement énormes, lors de séismes. Face à cette situation, et ayant constaté que les gestionnaires et les décideurs du patrimoine ne perçoivent pas la vulnérabilité de ces biens, comme priorité, jusqu'à l'avènement de la catastrophe, cette organisation mondiale a proposé de mettre en place un plan de réduction des risques liés aux catastrophes naturelles (UNESCO 2010). En Algérie, après la promulgation de la loi 98-04 du 15 juin 1998, relative à la protection du patrimoine culturel, des mesures de protection, de sauvegarde et de mise en valeur ont été mises en place. C'est après 2003, que les décrets exécutifs de cette loi ont été promulgués. Des secteurs sauvegardés, à

l'instar des villes d'Alger, Ghardaïa, Constantine, Tlemcen, et Dellys, ont été créés. Le secteur sauvegardé a été une aubaine pour la ville de Dellys, car, comme on le sait, un site classé patrimoine national, draine des financements publics, et il y a aussi plus de facilité à l'inscription de projets notamment ceux liés à la réhabilitation et à la restauration. Un ensemble de mesures ont été mises en œuvre pour la récupération, la revalorisation et la protection du patrimoine de la ville, aussi bien culturel, que naturel. Ainsi, le séisme du 21 mai 2003, a eu sur la Casbah de Dellys un double effet, à la fois, néfaste et bénéfique. Néfaste, parce qu'il a donné le coup de grâce aux nombreuses habitations traditionnelles, déjà fragilisées par l'abandon et le manque d'entretien, mais, aussi, bénéfique, car cela a servi de déclic afin que sa valeur soit reconnue et classée patrimoine national, lui évitant ainsi une destruction certaine, et lui offrant l'opportunité d'être réhabilitée. Le secteur sauvegardé de la vieille ville de Dellys a été créé par le décret n°07-276 du 18 septembre 2007. Il s'étend sur un territoire, relativement important, de 171,16 ha, et il est composé d'entités diversifiées (voir figure 96). La prise en charge de ce secteur sauvegardé est entendue comme un ensemble d'actions cohérentes et unitaires, visant à garantir la réalisation des conditions de vie urbaines de qualité moderne, tout en respectant, au mieux, toutes les valeurs architecturales, urbaines, socioculturelles et économiques caractérisant l'héritage historique de la localité. Après la catastrophe de 2003, un arsenal législatif a été créé, tandis que d'autres textes ont été adoptés, pour prendre en charge ce phénomène naturel. On trouve plusieurs dispositions relatives à la prévention des risques majeurs, à différentes échelle territoriales et urbaines, parmi lesquelles constate un décalage entre celles prises pour protéger le patrimoine culturel immobilier, et celle destinées à la prévention des risques majeurs (figure 165).

Figure 165: Décalage entre la protection du patrimoine et la prévention des risques majeurs. (Source : Sehili, 2022)

La loi n°05-04, relative à l'aménagement et l'urbanisme, à travers ses décrets exécutifs,

Enjeux	Domaines			
	Date clé	Conservation du patrimoine culturel	Date clé	La prévention des risques majeurs
Racine Concept Démarche et Outil	1962	La loi n° 62-157 relative à la protection des sites et monuments historiques et naturels et l'ordonnance 281 du 20/12/1967 relative aux fouilles archéologiques et à la protection des sites et monuments historiques et naturels.	1989	la loi n° 89-26 du 31 décembre 1990, portant loi de finance pour 1990 à mis en place le Fonds de calamités naturelles et des risques technologiques majeurs. La loi n°01-20 du 12 décembre 2001 relative à l'aménagement et au développement durable du territoire. La loi n°03-10 du 13 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable La loi n° 05/04 du 14/08/2004 relative à l'aménagement et l'urbanisme.
	1967		2001	
	1998	La loi n° 98 – 04 15 juin 1998 relative a la protection du patrimoine culturel.	2003	La loi 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. Le règlement parasismique Algérien 99 révisé en 2003. Décret exécutif n° 05-317 du 10 septembre 2005, fixant les procédures d'élaboration et d'approbation du plan directeur d'aménagement et d'urbanisme. Et le décret exécutif n° 05-318 du 10 septembre 2005, fixant les procédures d'élaboration et d'approbation du plan d'occupation des sols ainsi que le contenu des documents y afférents.
	2003	Le décret n°03-324 du 5 octobre 2003 portant modalités d'établissement du plan permanent de sauvegarde et de mise en valeur des secteurs sauvegardés(PPSMVSS).	2004	
			2005	

exige, dans l'élaboration des instruments, d'identifier et de classer les zones sismiques selon leur degré de vulnérabilité et d'établir une carte délimitant :

Les zones exposées aux risques naturels et technologiques, accompagnées de rapports techniques, ainsi que les risques majeurs découlant du plan général de prévention.

La délimitation des zones et des terrains exposés aux risques naturels est effectuée conformément aux moyens d'études géotechniques et de micro zonage sismique, à l'échelle du plan d'occupation des sols. « Les zones et les terrains exposés aux risques naturels et/ou technologiques, classés selon leur degré de vulnérabilité, sont transcrits sur le plan d'occupation des sols sur proposition des services chargés de l'urbanisme, territorialement compétents, dans les mêmes formes qui ont prévalu à l'approbation du plan »⁴⁹. Suite à la promulgation des articles relatifs à l'élaboration du plan d'occupation des sols⁵⁰, après le séisme de 2003, la carte de délimitation des zones exposées aux risques naturels est exigée. Étant donné que le PPSMVSS fait référence, dans son contenu, au plan d'occupation des

⁴⁹ L'article. 03 du décret exécutif n° 05-317 du 10 septembre 2005, modifiant et complétant, le décret exécutif n° 91-177 du 28 mai 1991, fixant les procédures d'élaboration et d'approbation du plan directeur d'aménagement. Art. 18 du décret exécutif n° 05-318 du 10 septembre 2005, modifiant et complétant, le décret exécutif n° 91-178 du 28 mai 1991, fixant les procédures d'élaboration et d'approbation du plan d'occupation des sols.

⁵⁰ Idem 4

sols et au plan directeur d'aménagement et d'urbanisme⁵¹. Qu'en est-il des PPSMVSS de la ville de Dellys?

Après classement de la vieille ville en secteur sauvegardé, un plan permanent de sauvegarde et de mise en valeur (PPSMVSS), a été lancé et approuvé par arrêté interministériel le 16 mars 2016. Dans l'article 04 de cet arrêté interministériel, il est stipulé que les documents écrits et graphiques⁵² composant le plan permanent de sauvegarde et de mise en valeur du secteur sauvegardé de la vieille ville de Dellys sont consultables au niveau de la commune de Dellys. Mais, durant notre enquête en 2017, les documents du PPSMVSS n'étaient pas disponibles et tous les actes d'urbanisme, dans ce secteur, étaient gelés. Nous avons contacté le maître d'œuvre, chargé de l'élaboration du PPSMVSS, Mr Akreche, pour consulter ses documents. Le PPSMVSS est établi selon trois phases :

La phase 1 est celle du diagnostic et du projet des mesures d'urgences. Ce diagnostic est établi in-situ, il met en évidence l'état de conservation du bâti et des différents réseaux, détermine les pathologies. A l'issue de cette phase, un projet des mesures d'urgence est proposé.

La phase 2 consiste en l'analyse historique et typologique et à l'élaboration de l'avant-projet du PPSMVSS. Parallèlement au volet diagnostic et mesures d'urgence, le plan permanent de sauvegarde fixe un certain nombre de règles d'occupation des sols, de servitudes à respecter et de mesures particulières de protection. Il fixe, également, les conditions architecturales, selon lesquelles est assurée la conservation du cadre bâti de tout le secteur sauvegardé. L'analyse typo-morphologique du tissu urbain s'adapte particulièrement bien à ce type d'étude. Elle se base sur une lecture approfondie des tissus du secteur sauvegardé visé dans ses composantes historiques, typologiques, architecturales et constructives. Outre les études historiques et typo-morphologique du secteur sauvegardé, les différents aspects du secteur sont développés comme suit :

Étude physique et géotechnique ;

Étude démographique et socioéconomique ;

Étude environnementale ;

Étude des réseaux divers.

⁵¹ Idem4

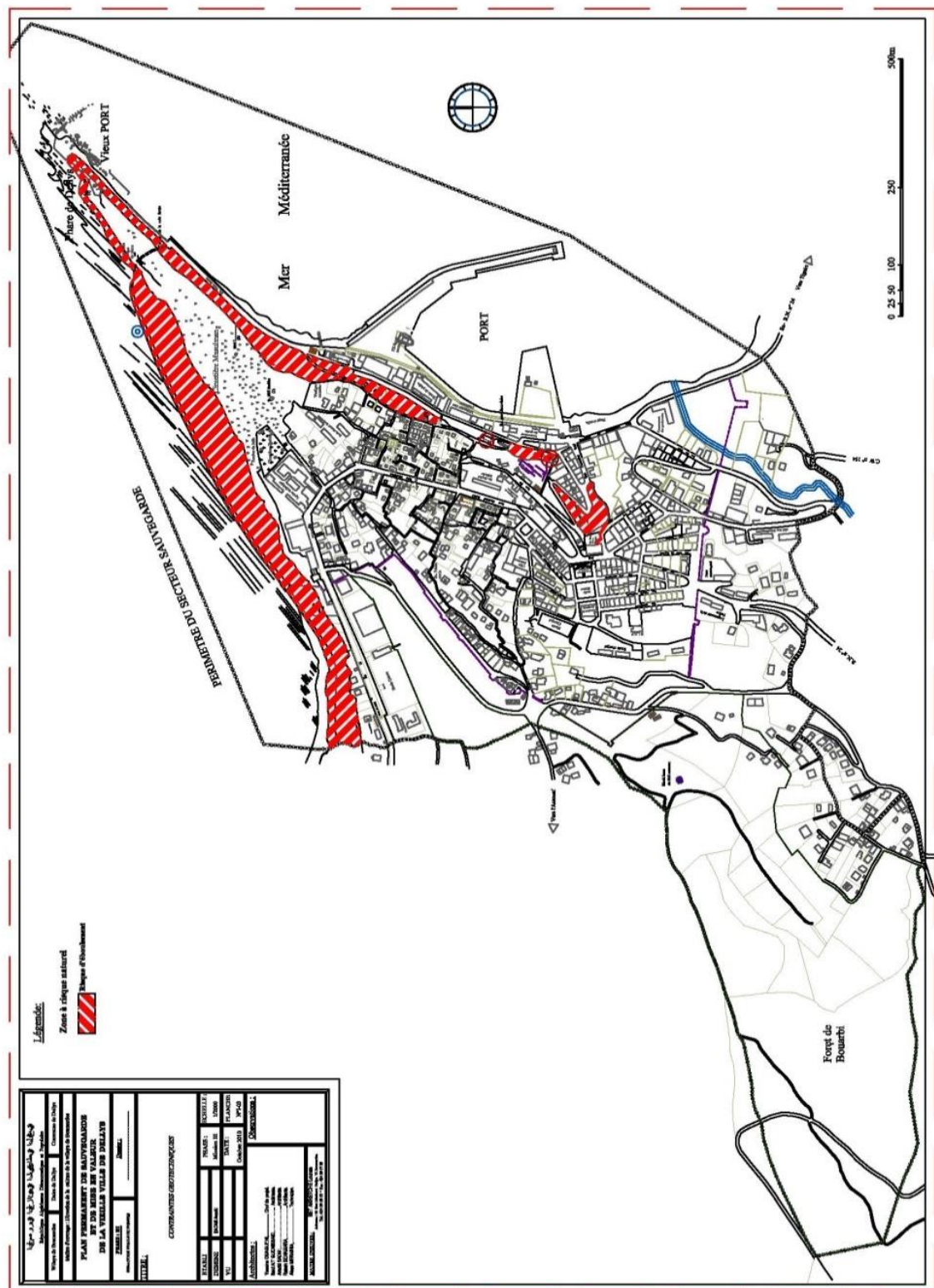
⁵² Le rapport de présentation ; le règlement ; les annexes ci-après : plan de situation.; levé topographique ; plan des contraintes géotechniques ; plan des servitudes; état de conservation précisant le degré, la nature et la cause d'altération du bâti et des zones non bâties; tracé et état de conservation des réseaux de voirie, d'assainissement, d'eau potable, d'irrigation, d'énergie et de téléphonie; mode d'évacuation et d'élimination des déchets solides; hauteur des constructions; identification et localisation des activités commerciales, artisanales et industrielles; identification, localisation et capacité des Équipements publics; nature juridique des propriétés; analyse démographique et socio-économique des occupants ;circulation et transport; localisation des biens archéologiques apparents et enfouis identifiés et potentiels ;Étude historique ; analyse typologique accompagnée d'un manuel devant servir de guide aux différents travaux de conservation et de restauration.

Une synthèse de ces études analytiques permet la mise en évidence les interactions existantes entre elles. Suite à quoi, des dispositions règlementaires, ainsi que des orientations d'aménagement, sont arrêtées, dans le but d'une conservation intégrée et d'une mise en valeur cohérente des richesses que renferme ce secteur.

La phase 3, c'est la rédaction finale du PPSMVSS. Une fois la deuxième phase approuvée suite à une concertation avec les différents acteurs intervenants dans la gestion de ce plan, la rédaction finale du Plan permanent de sauvegarde et de mise en valeur du secteur sauvegardé est élaborée en conformité avec le contenu du décret exécutif N°03-324 du 5 octobre 2003 portant modalités d'établissement du PPSMVSS. Les cartes géotechniques, les servitudes (figure 166) et l'état de conservation du cadre bâti figure 102 sont les seules qui abordent , l'aléa naturel à la vieille ville de Dellys, la vulnérabilité physique du bâti et les servitudes naturels et technologiques. Par contre la carte d'identification et de classement des zones sismiques, selon le degré de vulnérabilité du secteur sauvegardé, n'est pas établie⁵³.

⁵³ Carte édictée par l'Art. 18 du décret exécutif n° 05-318 du 10 septembre 2005, modifiant et complétant, le décret exécutif n° 91-178 du 28 mai 1991, fixant les procédures d'élaboration et d'approbation du plan d'occupation des sols.

Figure 166: La carte des servitudes. du PPSMVSS vieille ville de Dellys (Source : BET Akretache, 2017)



6.3.2. Les mesures d'urgence du PPSMVSS (2009) et ses effets sur le bâti de la vieille ville de Dellys.

La ville de Dellys, et, plus précisément, son centre historique, est depuis plusieurs dizaines d'années soumise à un processus de marginalisation, qui résulte de différentes dynamiques locales. Mais, paradoxalement, le séisme de 2003 qui l'a profondément affecté, a, aussi, servi de déclencheur chez les responsables qui ont pris conscience de la nécessité de prendre en charge ce bâti ancien. En 2007, a été créé le secteur sauvegardé de la vieille ville de Dellys, ce qui constitue une première initiative, visant à impulser et à encadrer la réhabilitation du cadre bâti par la création du PPSMVSS qui définit les opérations à entreprendre dans le périmètre ciblé (mesures d'urgence, restauration, réaménagement) et la promotion du patrimoine immatériel. Dans sa phase une, et après un diagnostic, basé sur une enquête exhaustive sur le terrain, un plan fixant les mesures d'urgence a été élaboré. Ces travaux d'urgences étaient destinés à stabiliser le bâti menaçant ruine, d'une part, et, d'autre part, à répondre aux inquiétudes des occupants de ces biens caractérisés par une extrême dégradation, mettant en danger leur vie. En 2014, le rapport de synthèse du PPSMVSS a fixé un ensemble d'actions⁵⁴ prioritaires. Une série de mesures d'urgence en direction des immeubles à usage d'habitation, des locaux à usage commercial, professionnel et artisanal a été prise. Elle a été suivie le développement d'une stratégie opérationnelle pour la mise en œuvre du plan. Cette stratégie se heurte à des contraintes potentielles malgré la disponibilité des crédits alloués par l'État.

⁵⁴ À la suite des projets déjà inscrits, dont la réalisation a été déjà lancée, tels : la mosquée El Islah (maître d'ouvrage : DCW-direction de la culture); l'école coranique Sidi Amar (maître d'ouvrage : DCW-direction de la culture); le mausolée de Sidi El-Harfi (maître d'ouvrage : DCW-direction de la culture), ou encore, dont l'étude est en cours, tels : le Lycée Technique (maître d'ouvrage : DLEP-Direction du logement et des équipements publics); le confortement du mur de soutènement du C.EM Mohammed LOUNIS (DLEP-Direction du logement et des équipements publics); ou bien achevée, telle :- la rénovation du réseau d'assainissement (maître d'ouvrage : APC de Dellys); il nous paraît opportun de programmer d'autres projets qui seront échelonnés en fonction des priorités et des financements. Il s'agit de :

1. La requalification de l'aire de l'ex Génie militaire en un complexe culturel : Vaste terrain d'une superficie de 7 029,00 M² contenant les bâtiments de l'ancien Hôpital militaire dont les plus importants sont à l'état d'abandon. Un édifice oblong se développant sur deux niveaux, de facture moderne et servait autrefois de salles de classe, sans grand intérêt architectural particulier, est utilisé à l'étage par des squatters vivant dans des conditions précaires.

Il serait judicieux, après avoir vérifié la nature juridique des différents immeubles situés dans la zone en objet et après avoir procédé à sa concession (au profit de la commune ?) de convertir les édifices de l'ancien Hôpital militaire en un musée de la ville doté de différentes activités d'accompagnement au profit de la population locale et aux touristes. Cette heureuse initiative s'inscrit dans la mise en valeur de la vieille ville de Dellys. Étant un secteur sauvegardé, la ville doit disposer d'un moyen de communication permanent qui soit à la hauteur des valeurs à préserver et à mettre en valeur conformément aux objectifs du PPSMVSS. Cependant, sachant que ce site abritait l'ancienne mosquée de Dellys avant sa démolition et sa reconstruction en marge de la Casbah pendant les premières années de la colonisation, il est fort probable que l'on se trouve dans un endroit occupé depuis l'Antiquité en raison de la morphologie du terrain et du tracé de l'ancienne muraille. Il convient donc d'inscrire une opération de fouilles archéologiques. Les résultats fourniront les indications attendues pour déterminer le parti d'aménagement le plus favorable à une meilleure mise en valeur. Donc, il s'agira de : a) Délimiter la zone devant faire l'objet de réaménagement et identifier le statut des propriétés des immeubles la composant ; b) Lancer une opération d'urgence pour la récupération des bâtiments de l'administration de l'ancien Hôpital militaire et le préparer afin de recevoir provisoirement les équipes d'archéologues et d'architectes qui seront chargés des fouilles ; c) Lancer une campagne de fouilles archéologiques afin de mettre à la lumière du jour les vestiges susceptibles d'être intégrés dans le futur projet de réaménagement ; d) Démolir les salles de l'ancienne école après avoir relogé les familles occupant l'étage et les dépendances. Puis, étudier la possibilité de réintégrer ces derniers ou les démolir) Établir un programme, puis produire un cahier des charges pour le lancement d'un concours d'idées pour l'aménagement de la zone en musée de la vieille ville de Dellys;

d) Exécuter l'idée d'aménagement retenue à la suite des indications fournies par la fouille ; puis concevoir le projet d'ensemble définitif.

Conclusion

En Algérie, on relève un hiatus entre la réglementation législative, résultant des politiques de prévention mises en place à travers les plans et les instruments d'urbanisme, et son application réelle sur le terrain. Cette contradiction est constatée, aussi, dans les études de protection du patrimoine immobilier. Le patrimoine architectural de la casbah de Dellys est actuellement dans un état de conservation critique. Les mesures d'urgence réalisées dans le cadre des orientations de la phase 1 ont, paradoxalement, accentué sa fragilité. Face à une telle situation, et, sachant que la survenue d'un autre événement est toujours probable, la question se pose de savoir si la population de Dellys possède une culture du risque.

Chapitre 7

Culture et représentation des risques dans la population de la vieille ville de Dellys

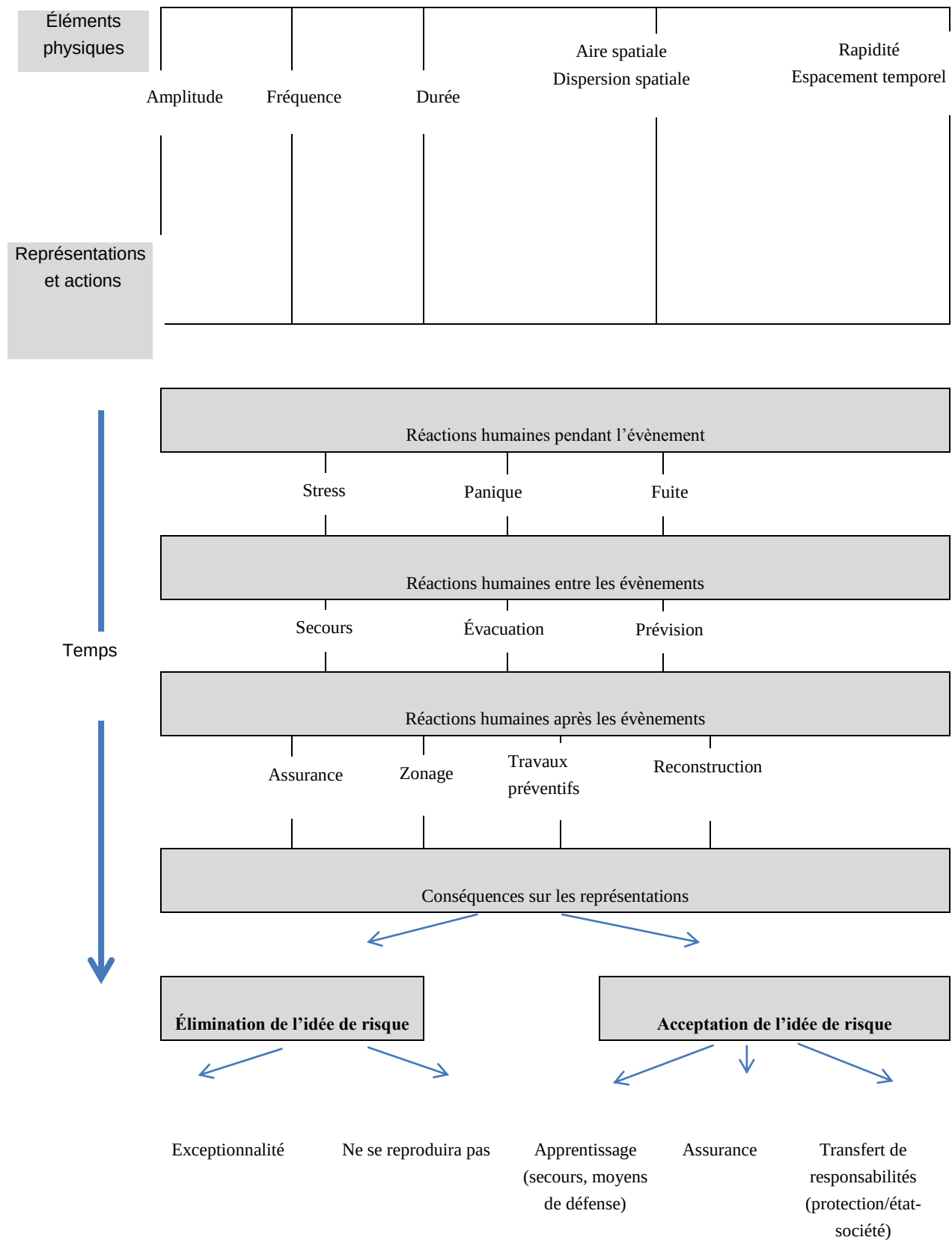
Introduction

À cette étape de la recherche, la vulnérabilité sismique est déterminée par l'état des bâtiments et la préparation de la population. L'application locale des techniques parasismiques dans la construction est davantage dépendante des choix des habitants, et, non, du corpus réglementaire national. Ces choix dépendent des moyens économiques des habitants mais aussi beaucoup de la culture du risque. La préparation d'une population au risque sismique dépend de sa connaissance du phénomène, de sa perception du danger et de l'identification de ressources (Blaikie et al. 1994). Les études de la connaissance et des comportements sismiques autour de la Méditerranée sont nombreuses (Lutoff 2000 ; Colbeau-Justin 2004 ; Bertran Rojo 2014). D'après D'Ercole (1996) ce sont « les hommes qui alimentent la mémoire culturelle » ; celle-ci varie, selon les lieux et leurs habitants, elle est rarement rationnelle en raison de nombreux processus médiateurs (intérêts, préjugés, expériences, préoccupation du moment). Ce chapitre s'inscrit dans cet objectif. Nous avons pour cela élaboré un questionnaire (annexe 6), que nous avons soumis aux habitants de ville de Dellys. Notre but est de tenter de comprendre, quel rapport, les occupants d'un territoire soumis à des processus physiques intenses et récurrents ont à leurs expériences, à leur mémoire des catastrophes, à la conscience, la perception et la connaissance des mesures, qui sont supposées être nées, après la catastrophe du 21 mai 2003. Ces observations vont nous permettre d'évaluer la culture des risques des habitants, afin de mettre en place des stratégies préventives des populations, en cas de crise.

7.1. La connaissance et la représentation des risques (la culture du risque)

La représentation du risque est un comportement face à une situation d'insécurité, sentiment ressenti par celui qui se sent menacé par le risque, qui souhaite prendre des garanties, des mesures de prévention contre un phénomène naturel latent (Bailly, 1996). C'est une des composantes de la vulnérabilité ; intervenir et connaître cette dimension, c'est rendre la société invulnérable. Pourquoi l'homme choisit-il de rester dans des zones à risque ? Pourquoi oublie-t-il rapidement les risques auxquels il est exposé ? Pourquoi ne prend –t-il pas des mesures de prévention ? d'après Bailly (1996), c'est l'aspect psychologique qui guide les comportements et les réponses des hommes face aux éléments physiques (figure 167).

Figure 167: Risques naturels, représentations et actions. (Source :Bailly, 1996)



L'étude des attitudes et des comportements face aux dangers naturels a été fortement marquée par les géographes américains, en particulier, par l'approche classique de Burton. Ces chercheurs ont classé les différents types d'attitudes caractéristiques, face au danger, en fonction de trois seuils de prise de conscience, d'action et d'intolérance (Burton, Kates, et White, 1993). Actuellement on utilise l'expression « culture du risque », pour exprimer l'ensemble des connaissances sur l'aléa, l'exposition, le niveau de risque, les conduites à tenir, qui permettent aux individus de faire face à un événement potentiellement dommageable (Benitez, Reghezza-Zitt, et Meschinet de Richemond, 2020).

La culture du risque est un construit social dynamique, qui s'appuie sur les mémoires individuelles et collectives, les expériences individuelles, l'information préventive, l'éducation aux risques, les exercices de simulation, etc. Le sens de cette expression varie, en fonction des disciplines et de l'échelle considérée (individus, groupe, communautés, territoire) « the ability of groups or communities to cope with external stresses and disturbances » (Adger, 2000). Les facteurs de vulnérabilité face aux risques naturels à Dellys sont nombreux, et, parmi eux, le développement urbain, plus ou moins adéquat, face aux aléas naturels. Mais on en trouve d'autres, participant pleinement à l'accroissement de la vulnérabilité ; ce sont la méconnaissance des dangers et la sous-évaluation du risque, la perte de la mémoire des événements, l'ignorance des mesures de sauvegarde (Fabiani et Theys 1987 ; D'Ercole et al. 1994). À l'inverse, l'information préventive, l'apprentissage et la préparation sont présentés comme des leviers importants pour améliorer la résilience des populations, habitant des territoires à risque (Weichselgartner et al. 2016). Qu'en est-il de notre cas d'étude, la population de la vieille ville de Dellys est-elle préparée à un futur séisme ? La psychologie sociale définit les représentations comme des ensembles sociocognitifs, organisés de façon spécifique et régis par des règles de fonctionnement qui leur sont propres. La représentation est un processus et le produit d'une reconstruction du réel par une société ou un individu confronté à un événement dommageable, c'est l'attribution d'un sens à cet événement. De ce fait, les représentations jouent souvent un rôle plus important que les caractéristiques objectives d'une situation, dans les comportements adoptés par les individus ou les groupes. Les représentations sont conditionnées par des facteurs culturels (croyances, religion), par le niveau d'éducation, par le vécu et, surtout, l'expérience. Elles vont influencer les comportements, face à la crise ou au danger (exposition) et peuvent faire échouer des stratégies de prévention, si elles ne sont pas prises en compte en amont (donc évaluées). D'après Léone, Meschinet de Richemond, et Vinet (2010), différencier représentation de perception qui fait appel aux sens: vue, ouïe, goût...

7.2. Enquêter la culture du risque naturel (la représentation du risque sismique) à Dellys

Les résultats présentés dans ce chapitre s'appuient sur des enquêtes de terrain réalisées durant les mois de mars et avril 2017, plusieurs années après le séisme du 21 mai 2003. Il

s'agit ici de restituer la mémoire de cette catastrophe, et la synthèse des résultats des enquêtes sur la perception du risque à Dellys. Les résultats tentent de cerner la représentation des différents risques naturels, de la connaissance, par habitants, du phénomène sismique, de leurs mémoire et expériences des tremblements de terre, de leurs représentations du risque sismique, des modes de communication et de formation, de leur confiance dans les lieux d'habitat, des stratégies de protection, leur comportement et l'information après cette catastrophe et d'autres séismes, vécus précédemment; confiance selon les sources d'information et les institutions informations officielles des institutions politiques; informations informelles des familles et du voisinage. L'échantillon des personnes sondées est composé de 100 habitants de la vieille ville de Dellys. Pour diversifier sa composition, le protocole a imposé des types différents de bâtisses, des bâtiments anciens, datant d'avant 1962, et des constructions édifiées après l'indépendance, des bâtisses de faible hauteur, et des maisons à plusieurs niveaux. Dans notre enquête, nous nous sommes limitée à une seule personne volontaire par bâtisse, et les sondés pouvaient répondre, aussi bien en arabe, qu'en français. Le corpus, constitué des 100 questionnaires recueillis, offre un relatif équilibre du point de vue de la répartition, par sexe, des personnes interrogées, 42 % de femmes et 58% d'hommes (figure 168), et une diversité en ce qui concerne leur niveau d'instruction (figure 169). Cet échantillon nous semble représentatif de la population moyenne de la commune de Dellys, telle qu'elle a été représentée par le dernier recensement de la population (RGPH, 2008), données que nous avons déjà citées dans le chapitre 3. Toutefois pour la profession et le revenu des enquêtés, et, surtout, l'impossibilité de comparer avec le recensement inexistant. L'enquête se focalise sur le quartier le plus touché de la vieille ville de Dellys.

Figure 168: Représentation de la répartition hommes / femmes dans la vieille ville de Dellys.
(Source : Enquête de 2017, Sehili,202)

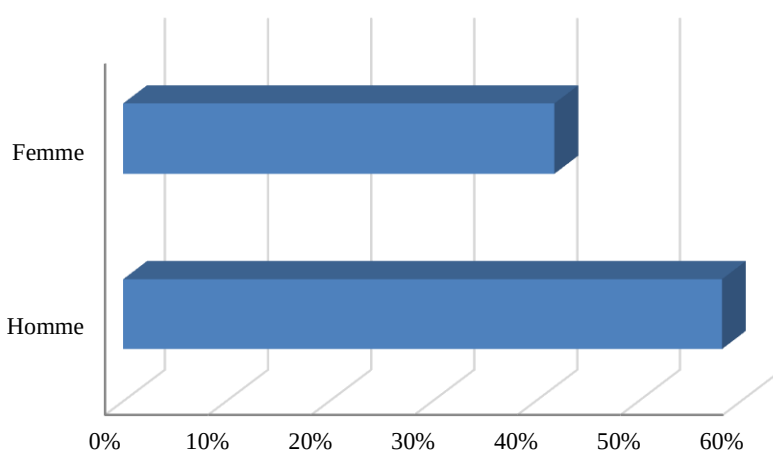
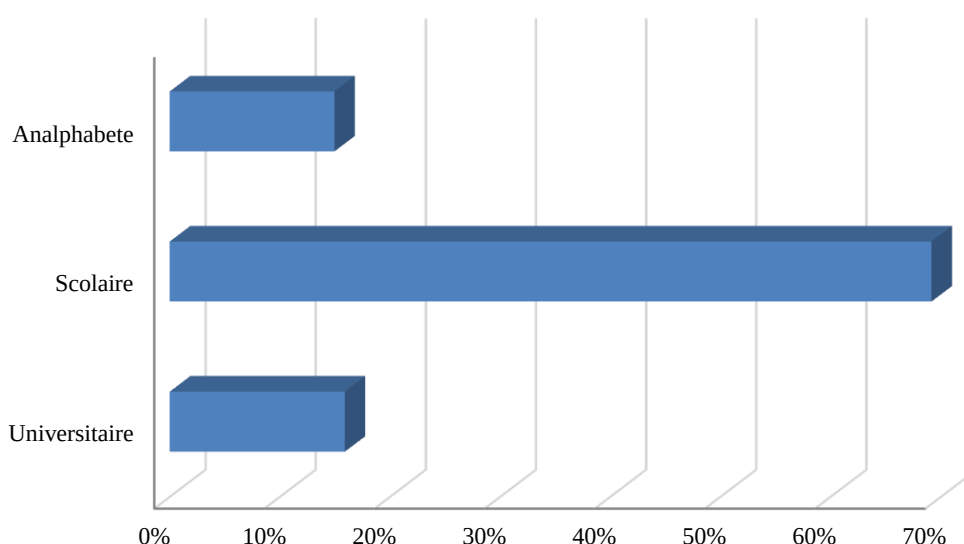


Figure 169: Représentation du niveau d'instruction dans la vieille ville de Dellys. (Source : Enquête de 2017, Sehili 2022)



7.2.1. Cohabiter avec le danger, la perception du risque à Dellys

En matière de perception du risque sismique par les habitants, la durée de résidence dans l'immeuble détermine l'expérience sismique. Notre enquête a fait ressortir une stabilité résidentielle certaine, puisque les personnes occupant leur domicile depuis plus de 20 ans représentent 91 % des sondés, contre 8 % (figure 170) qui y habitent depuis moins de 17 ans. Ceci témoigne d'une stabilité résidentielle, qui est renforcée, d'autre part, par la propriété familiale des logements puisque 74% des enquêtés sont propriétaires, et 26 % locataires (figure 171). De plus, les habitants du quartier ont une bonne connaissance de l'immeuble et sont bien intégrés dans le quartier, ils disent en outre avoir une forte connaissance du tremblement de terre à Dellys. Ainsi, 86% d'entre eux ont vécu le séisme de 2003 (figure 172), et 71 % l'ont ressenti comme un phénomène de forte intensité. La magnitude estimée par le GRAAC à 7.6, et V en intensité, cela confirme ce ressenti. Parmi les personnes sondées, 18% se sentent très exposées au tremblement de terre dans

leur vie quotidienne, et 60 %, s'estiment peu exposées (figure 173), pour cette catégorie de population les problèmes de la vie quotidienne sont plus importants. Parmi l'échantillon, 84% des personnes résidaient depuis plus de 18 ans dans leur logement ces derniers connaissent la région. 71% des sondés se sentent concernés par le tremblement de terre de 2003 (figure 174).

Figure 170 : âge des résidents. (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022)

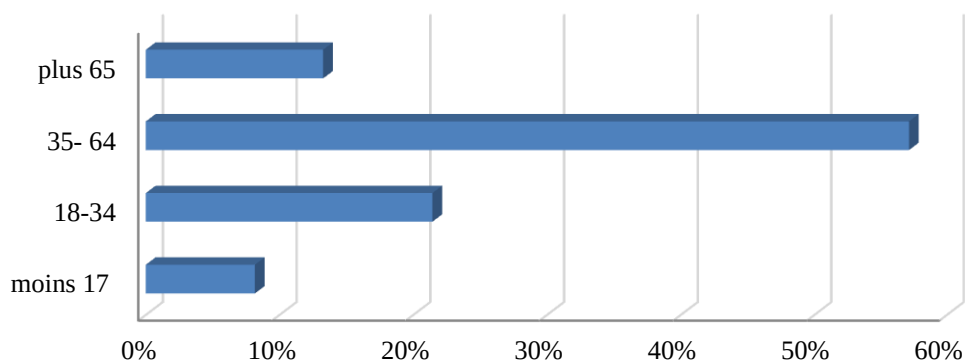


Figure 171: Statut juridique des occupants. (Source : enquête de 2017, Sehili,2022)

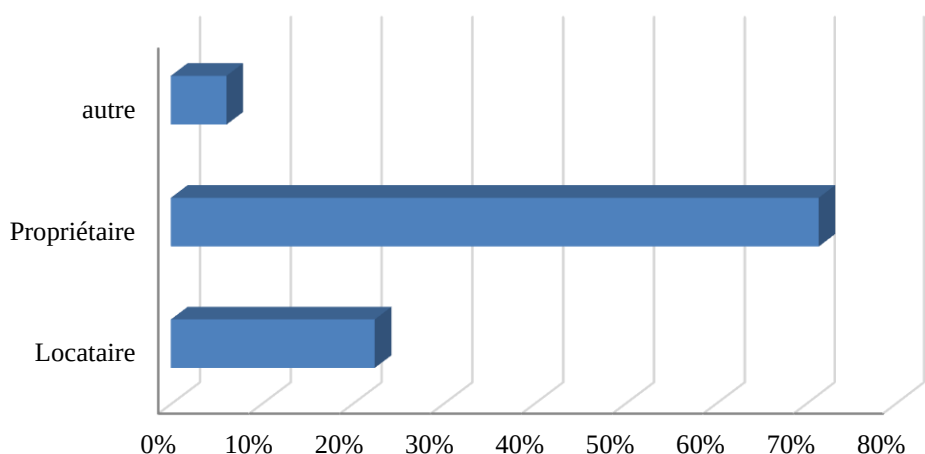


Figure 172: Ont vécu le séisme de 2003. (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022)

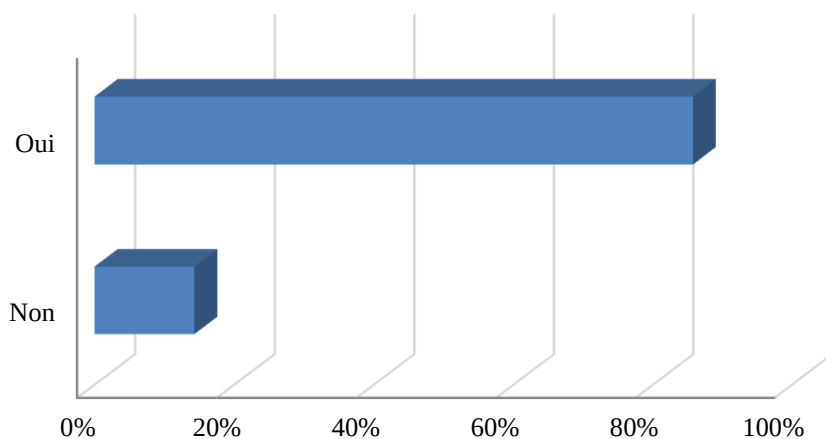


Figure 173: Sentiment d'exposition au tremblement de terre (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022)

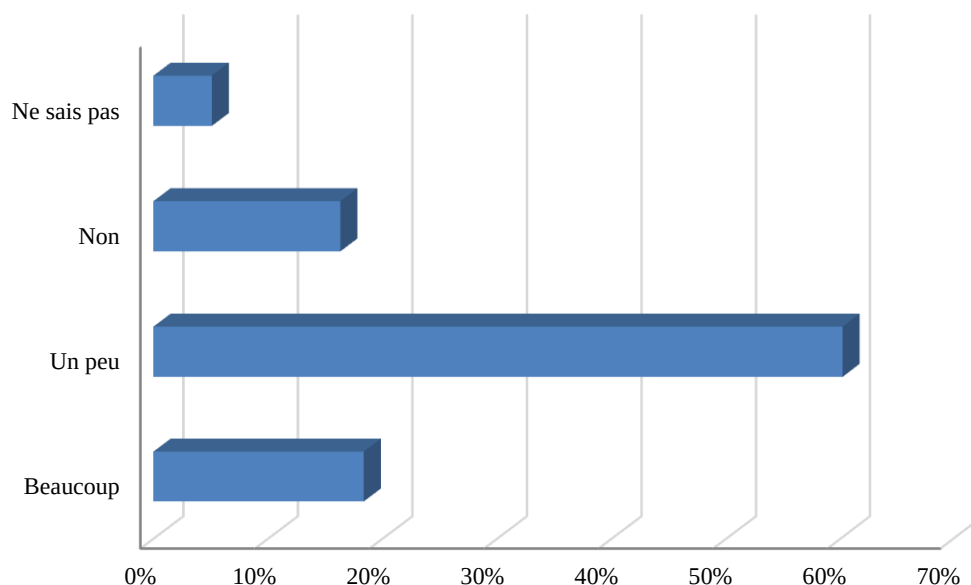
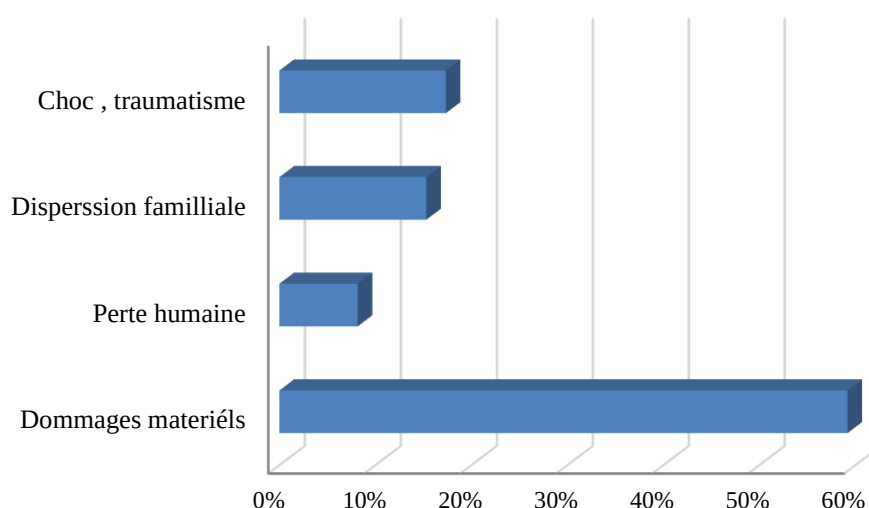


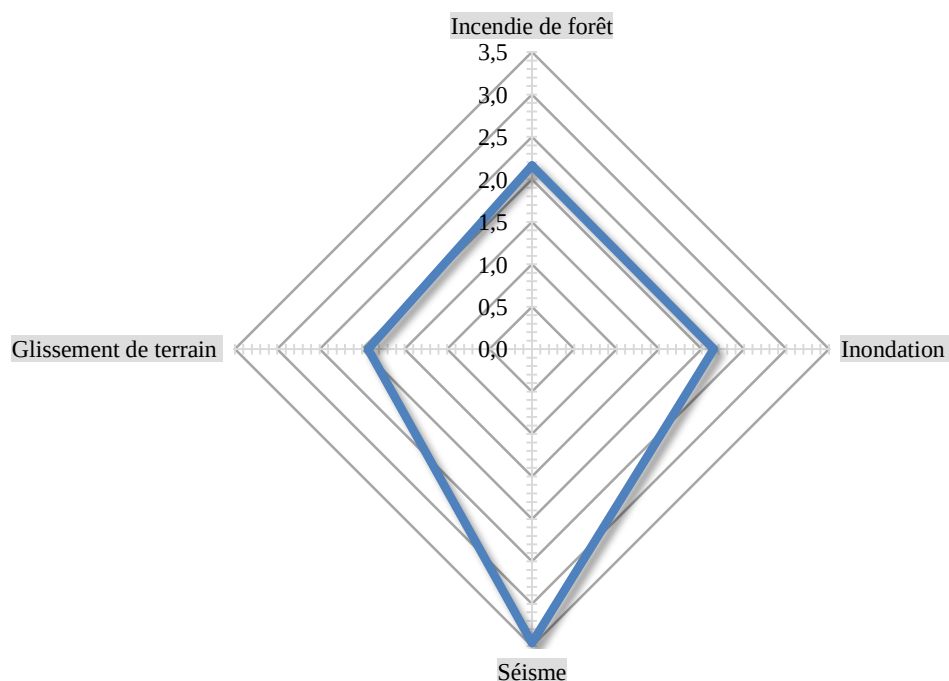
Figure 174 : Les conséquences d'un tremblement de terre de 2003 (Source : Enquête de 2017, Sehili, 2022)



De manière globale, le sentiment d'exposition au séisme est donc bien présent, parmi la population. Par contre, en ce qui concerne le sentiment d'exposition individuelle aux autres risques naturels, nous avons constaté que le phénomène sismique a obtenu un score moyen de 3.5, les sondés placent, en deuxième position, les feux de forêts avec un score moyen de 2.2, puis les inondations, avec un score de 2.1 et, enfin, les glissements de terrain, avec un score de 1.9. Ceci s'explique par le fait, que la le traumatisme du tremblement de terre en 2003 est encore bien présent dans la mémoire de la population, parmi laquelle il a fait, à Dellys, 113 victimes, sur un nombre total de 2110. En ce qui concerne les feux de forêts, rappelons que la ville est entourée des montagnes et végétation dense, et les feux y sont saisonniers, ils se déclarent généralement en été.

Du point de vue de l'exposition aux risques d'inondations, rappelons la ville est traversée par plusieurs oueds, dont l'un, oued Tiza, déborde régulièrement ; et la population a encore présentes à l'esprit les inondations de 2007 (figure 175).

Figure 175: Classement sur une échelle de 1 à 4 des phénomènes naturels, d'après les sondés (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022)



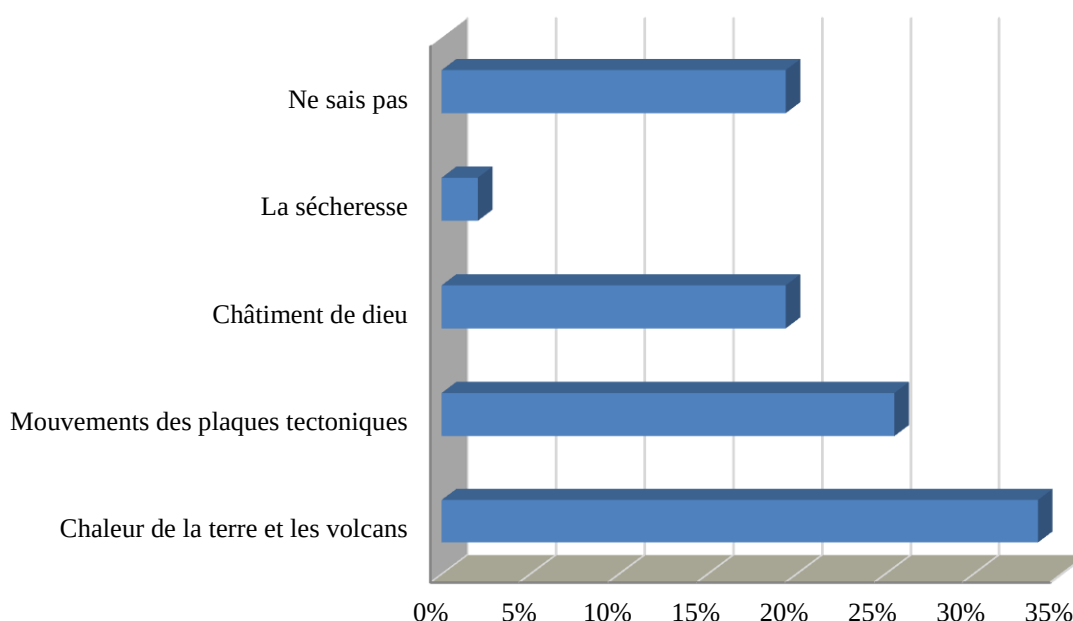
7.2.2. La connaissance du phénomène, c'est apprendre le danger

Évoquer l'origine et les causes la catastrophe naturelle de 2003 avec les personnes interrogées, aide à considérer la possibilité d'un séisme futur et de vivre avec cet aléa. Les questions posées permettent d'observer si les individus surestiment ou sous-estiment le niveau de ce phénomène naturel, et comment ils reconnaissent celui-ci lorsqu'il se produit, ce qui permet, alors, d'appliquer plus facilement et plus rapidement les bonnes consignes.

7.2.2.1. Causes d'un séisme

À Dellys, l'interprétation de l'origine des séismes oriente la projection à propos de ce type de catastrophe, et des autres séismes vécus après 2003, comme ceux de 2010 à Brouira, et 2014 à Alger. Parmi les enquêtés, 26 % évoquent une origine tectonique, 34 % évoquent les volcans et la chaleur de la terre, 19%, y voient une origine divine (châtiment de dieu) cela amoindrit la considération pour la possibilité d'une secousse, d'autres l'expliquent par la sécheresse et les changements climatiques. Donc la connaissance du site et les études géotechniques sont ignorés par les sondés, ils méconnaissent l'existence d'une étude de micro zonage sismique (figure 176), cette étude est difficilement accessible.

Figure 176: Quelles sont les causes possibles d'un séisme. (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022)

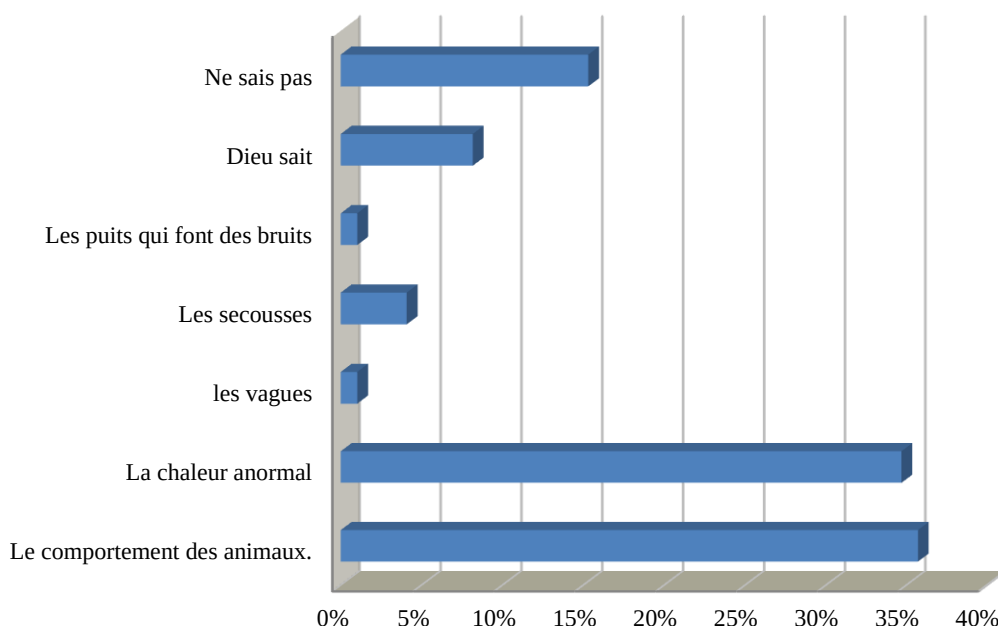


7.2.2.2. Reconnaître un séisme

Lors de notre enquête, nous avons proposé aux personnes interrogées de choisir, parmi une liste, les phénomènes, qui selon eux, sont susceptibles d'annoncer l'imminence d'un séisme. Parmi les signes avant-coureurs, 36% des personnes interrogées disent les détecter dans le comportement des animaux et 35% dans une chaleur anormale. Le reste des signes évoqués est réparti entre les bruits des puits, nombreux dans la vieille ville, et les vagues anormales, évoquées à 32% par les plus de 65ans, et qui peuvent être le signe de petits tsunamis. Signalons, à ce propos, qu'en général, dans cette région, l'épicentre des séismes est situé en mer (figure 177). Les manifestations parasismiques ont été très étudiées, en particulier en Asie. Ainsi, la montée des eaux au fond des puits et le comportement des animaux étaient considérés comme des indicateurs sérieux⁵⁵ (Dauphiné et Provitolo 2013). Cette approche qui applique des méthodes déterministes et des observations empiriques de terrain est testée aux États-Unis. C'est une nouvelle piste de recherche en Algérie.

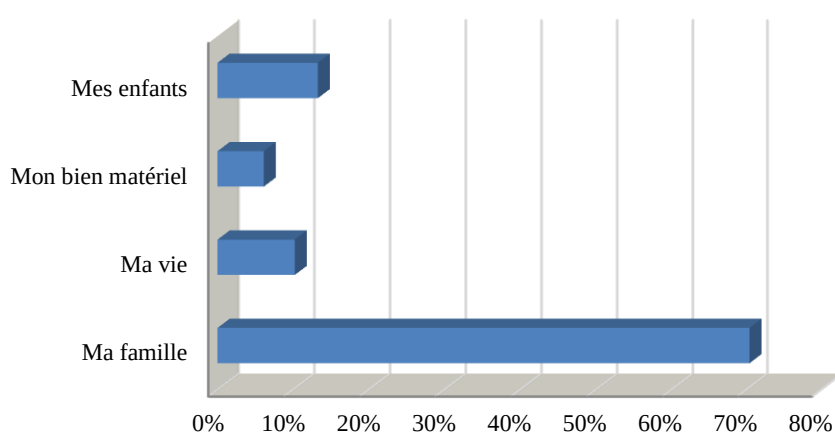
⁵⁵ En février et en mars 1783, les hurlements des chiens étaient si forts et si lugubres, qu'on ordonna de les tuer. Le même fait a été observé en Algérie pendant les tremblements de terre de 1856; à Philippeville(Skikda) surtout, dès les premières secousses, les chiens se mirent à hurler d'une manière effrayante; et à Bougie, l'on remarqua non seulement l'effroi subit des oiseaux, mais aussi l'impression durable que fit le fléau sur les rossignols et les autres oiseaux chanteurs dont sont peuplés les ombreux jardins de cette ville. Pendant plus d'une semaine, en effet, ils restèrent silencieux et comme frappés de stupeur; le tremblement de terre avait eu lieu le 21 août, et ce ne fut que dans la soirée du 29 que leurs chants retentirent de nouveau (Boscowitz 1885).

Figure 177: Reconnaître un tremblement de terre (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022)



Nous avons, aussi, à travers notre sondage, cherché à établir une échelle de danger physique que peuvent s'imaginer les individus face à un séisme. Ainsi, 70% des personnes interrogées ont déclaré avoir peur de perdre leur famille, et 13% de perdre leurs enfants (figure 178).

Figure 178: Ce que l'on a le plus peur de perdre si un séisme se produisait à Dellys. (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022)



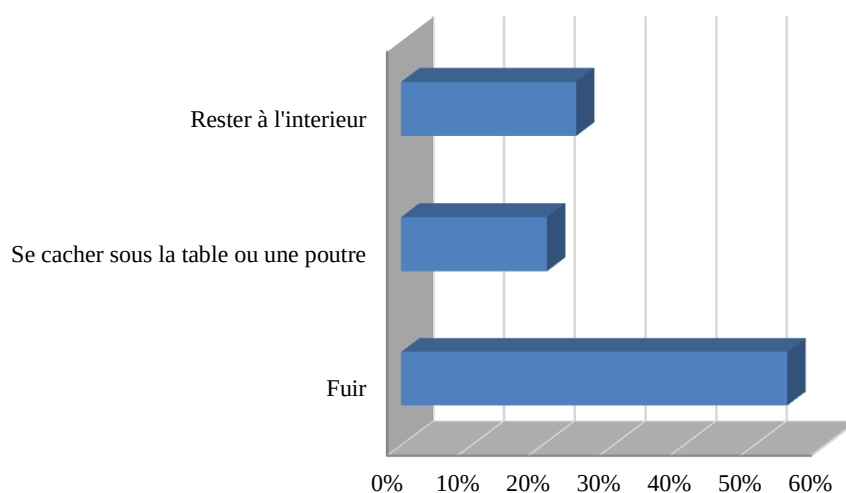
7.2.3. Comportements face à un séisme

Les comportements à avoir en cas de séisme ont été évalués par le biais de 3 questions qui mettent la personne enquêtée en situation de séisme, pendant ou après la secousse.

7.2.3.1. Les attitudes à adopter pendant la secousse

Pendant la secousse, 21% des enquêtés adopteraient le bon comportement en se protégeant sous un meuble ou se plaçant dans l'encadrement d'une porte. Le reste de l'échantillon donne des réponses que l'on peut traduire comme un comportement inadapté, le premier réflexe après un choc pour 55% des personnes interrogées, étant de fuir, et pour 25%, de rester au milieu de la pièce ou à l'intérieur de l'habitation (figure 179).

Figure 179: Les attitudes à adopter en cas de séisme. (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022)



7.2.3.2. Attitudes en cas d'évacuation et les lieux de refuges

Après une première secousse, la plupart des enquêtées (77%) adopterait un comportement approprié, en se dirigeant à pied vers un espace dégagé à l'extérieur, comme les jardins ou les cours des maisons. Ce comportement adéquat facilite l'intervention des secours, et 80 % des personnes enquêtées connaissent bien les lieux de refuge (figure 180), parmi eux le stade Kalota, et les lieux où avaient été installés les camps de relogement provisoires, après les précédentes catastrophes (figures 181 et 182).

Figure 180 : Connaissance des lieux de refuge après les secousses. (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022)

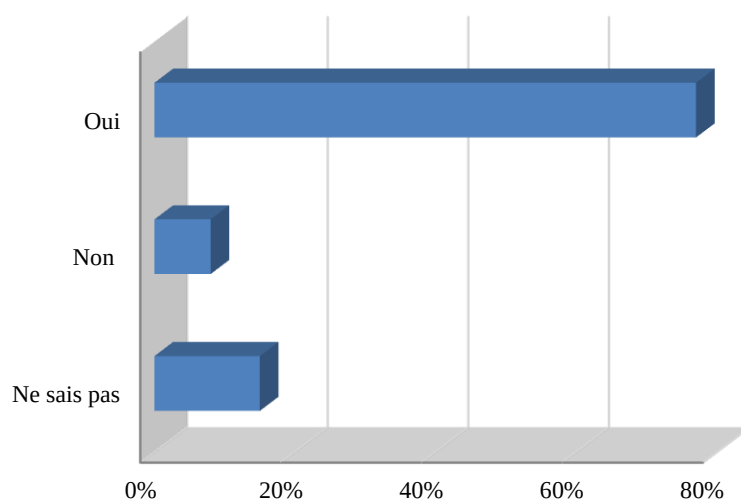


Figure 181: Le stade Kalota, lieu de refuge en 2003 (source : Sehili,2022)



Figure 182: Les enfants et les adultes pratiquent le sport sur ce terrain. (Source : Sehili,2022)

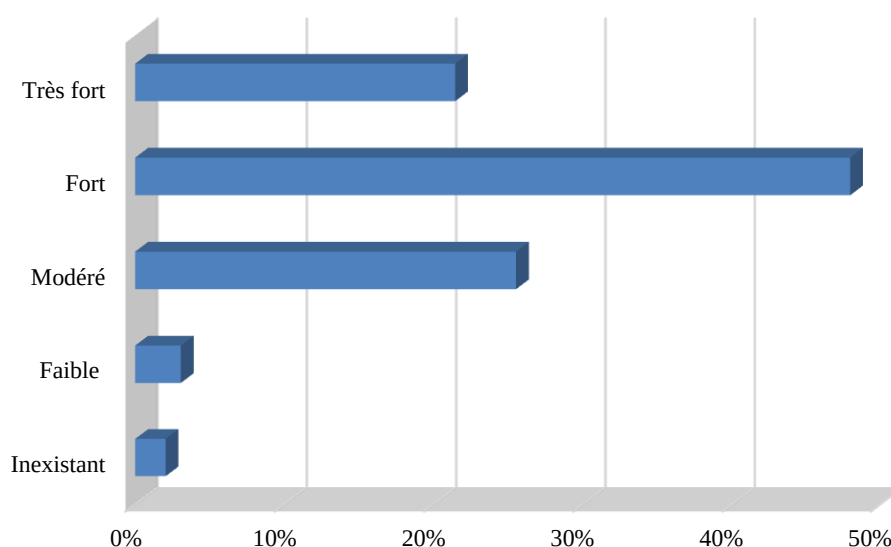


7.2.4. Mémoire et expérience d'un séisme

Tant que les causes des catastrophes naturelles et leurs récurrences n'auront pas été totalement comprises, la mémoire des catastrophes reste l'instrument majeur de la prévision et, avec elle, de la prévention. Donc, la mémoire culturelle est interrogée, car elle a une influence sur la perception du risque, et sur la réponse que donne un individu ou un groupe, face à une situation de risque, ou durant une crise (D'Ercole et Dollfus 1996). La mémoire et l'expérience du séisme de 2003 ont été évalués par l'intermédiaire de 4 questions, qui mettent la personne enquêtée en situation de séisme, pendant et après la secousse. Toutes ces personnes n'ont pas été marquées de la même manière par l'intensité du séisme de 2003 qu'elles relatent. Ainsi, 23% personnes l'ont déclaré d'une très forte

intensité, et 48% l'ont ressenti comme ayant une forte intensité, les 26% restant l'ont estimé modérée. Il est à noter qu'à la seule évocation de cet événement, la plupart des sondés ont ressenti de la frayeur et que cela a, même, provoqué un stress chez certains, qui ne voulaient pas se rappeler la catastrophe ; et nous avons noté, à ce propos, une plus grande sensibilité des femmes (figure 183). La mémoire individuelle, citée par Reghezza-Zitt, Benitez, et Devès (2021), est forte et omniprésente dans les récits des personnes enquêtées ; au fil de la progression des récits on retient des séquences clefs telles l'intensité du phénomène et des secousses, malgré le fait que plus de 14 années se soient écoulées depuis, ou bien, encore, les secours et les évacuations. La séquence la plus marquante, est, sans nul doute, le récit des dommages matériels et les pertes humaines qui ont touché un bloc collectif d'habitation dans la nouvelle ville, avec 69 morts et dans la cité de la Police, avec 25 morts. Bien que les dommages aient été enregistrés dans un autre quartier, ils font partie intégrante du récit de la tragédie des habitants de la vieille ville.

Figure 183: Ressenti de l'intensité du séisme de 2003. (Source : Enquête de 2017, Sehili, 2022)



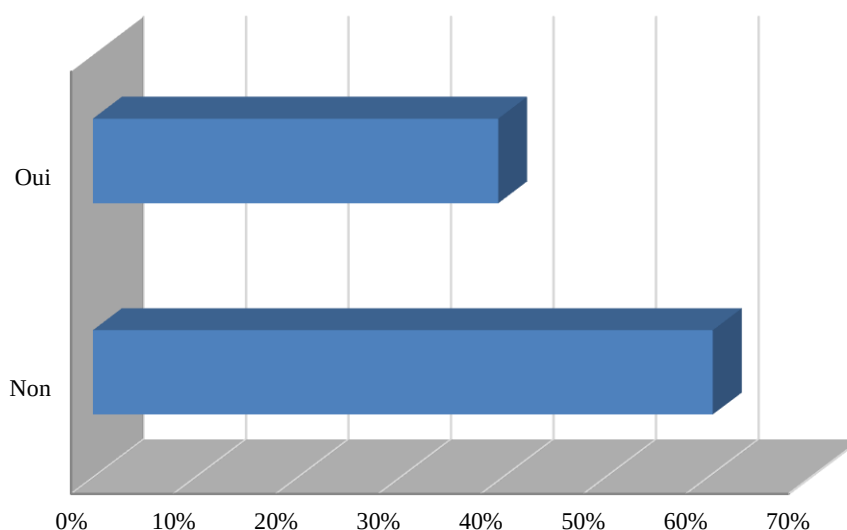
7.2.5. Information sur les risques

7.2.5.1. Informer qui par qui ?

Développer la confiance dans les institutions

Le questionnaire comportait un ensemble de questions sur les moyens d'information que les personnes ont eu à leur disposition, pour s'informer sur les séismes à Dellys en général, et sur les comportements à adopter en cas de secousse. Un plus grand nombre de personnes enquêtées (40%) déclare avoir reçu des informations sur les comportements à adopter, et 60% des répondants affirment le contraire. L'absence d'information sur les comportements à adopter en cas de séisme est plus soutenue pour les personnes enquêtées (figure 184).

Figure 184 :Les informations sur le risque de tremblement de terre à Dellys. (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022)



En ce qui concerne les informations de prévention, la grande majorité, 90%, étant conscients que cela réduit la vulnérabilité, estiment que cela doit se faire à travers des campagnes de sensibilisation de la population (figure 185). Pour ce qui est de la forme que devrait prendre cette sensibilisation, 47 % des sondées préfèrent le recours aux formes classiques que sont les journées de sensibilisation, 28% pensent que cela doit passer par la télévision, et 15% favorisent l'information dans les écoles à travers l'éducation des enfants au risque (figure 186). Pour répondre à ces attentes exprimées par la population, les collectivités locales et les pompiers devraient préparer des kits d'information au niveau local. L'information pourrait porter sur l'architecture (solidité, fragilité, techniques parasismiques) et sur les consignes de comportements protecteurs.

En 2004, la loi 04-20 du 29 décembre 2004 relative à la prévention des risques majeurs est venue pour modifier la façon de penser les risques en Algérie, *Il s'agit de prévenir pour prémunir et changer les comportements. À travers :*

1. Le droit à l'information

Il s'agit dès lors d'annoncer, d'informer, à la faveur du droit du citoyen à l'information sur les risques encourus afin d'éviter son exposition inutile.

2. La formation

Il s'agit de former pour mieux se protéger à la faveur de :

L'éducation du citoyen aux risques majeurs ;

L'enseignement dans tous les cycles ;

La formation de personnels spécialisés des institutions intervenantes.

Figure 185 : L'intérêt des informations sur le risque sismique à Dellys. (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022)

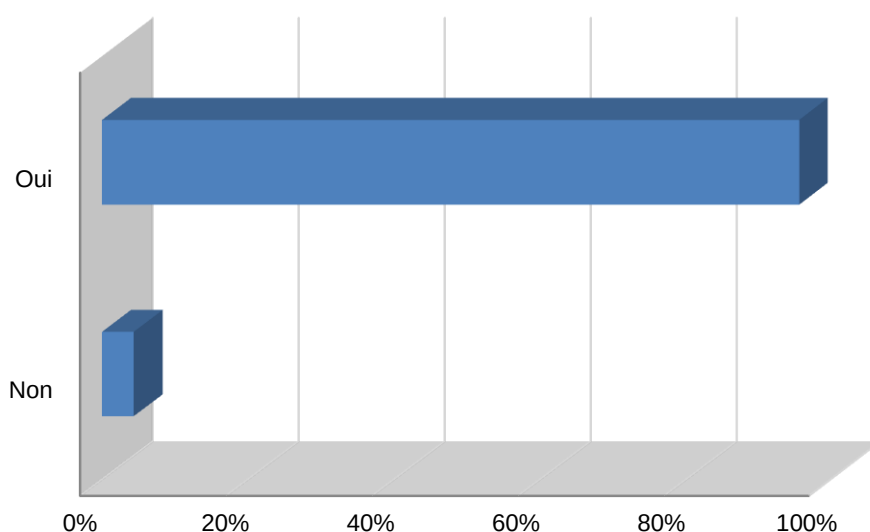
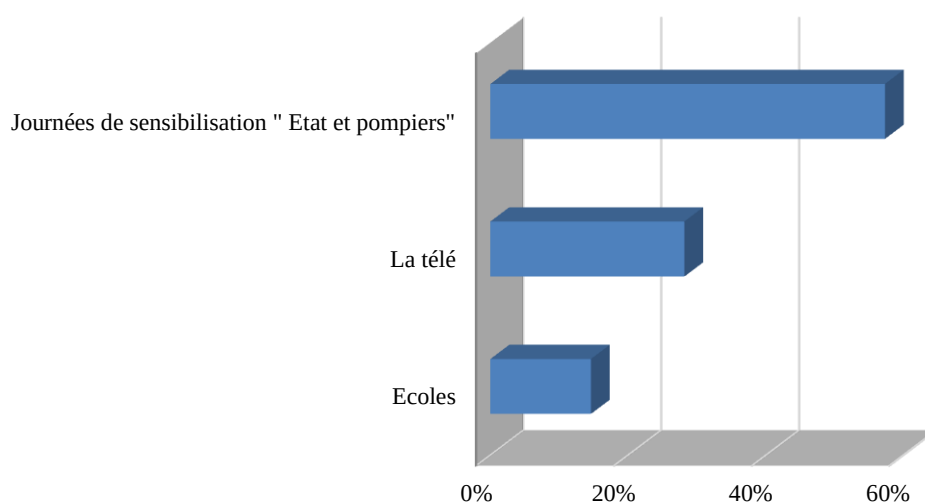


Figure 186: Modes d'information. (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022)



7.2.5.2. Développer la confiance dans les bâtiments

Après la catastrophe de 2003, la plupart des bâtiments ont été touchés à différents niveaux et cela a été confirmé par les réponses des enquêtés, qui, à 81% ont eu leur habitation endommagée (figure 187), parmi lesquels 60% ont réalisé des opérations de renforcement ; d'autre part, 36 % des habitants ont perdu leur habitation (figure 188). Le paradoxe, réside dans le fait que peu parmi les résidents enquêtés, 28%, savent si le bâtiment, dans lequel ils habitent résisterait à l'occurrence d'un nouveau séisme, et ont répondu par l'affirmative. Les plus pessimistes, qui imaginent que leur résidence s'effondrera, sont 18%, par ailleurs, une forte proportion, soit 54% d'individus, ne savent pas si leurs bâtiments résisteront à un futur séisme (figure 189). Cela prouve, d'une part, une méconnaissance de la vulnérabilité physique du bâti, et d'autre part, que l'expérience qu'ils ont vécue de l'intensité du séisme

de 2003 et des dommages qu'il a occasionnés sur les bâtiments (figure 190), ne leur a pas servi de leçon. Il est à noter cependant que 64% des enquêtés ont réalisé des opérations de renforcement de leurs habitations. En matière d'assurance des habitations, 11% des enquêtés ont contracté une assurance catastrophes naturelles (figure 191), les autres ont répondu par la négative, et 45% ne savent même pas qu'assurer les habitations contre les catastrophes naturelles est une obligation, soit par ignorance, soit par manque d'intérêt.

Figure 187 : Avez-vous subi des dommages dans votre habitation. (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022)

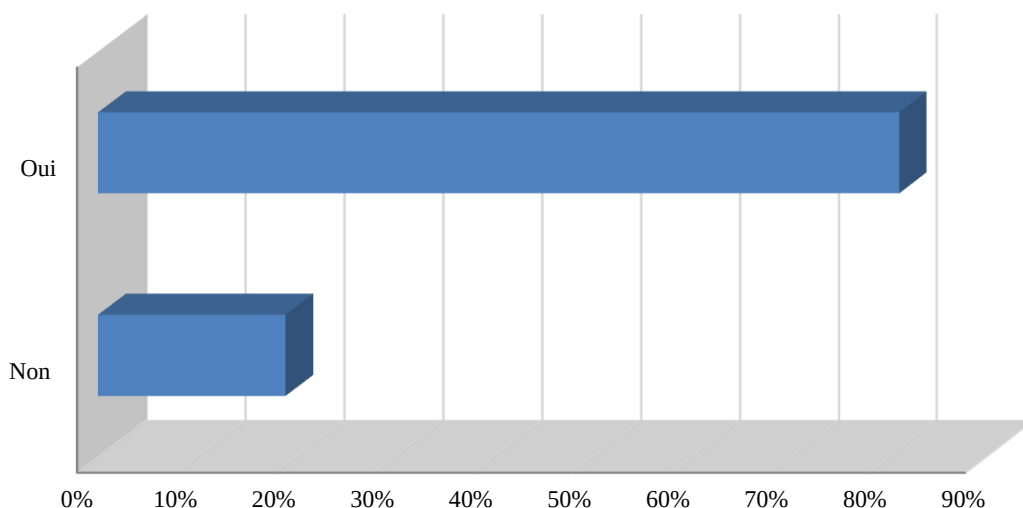


Figure 187: Renforcement des bâtiments (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022)

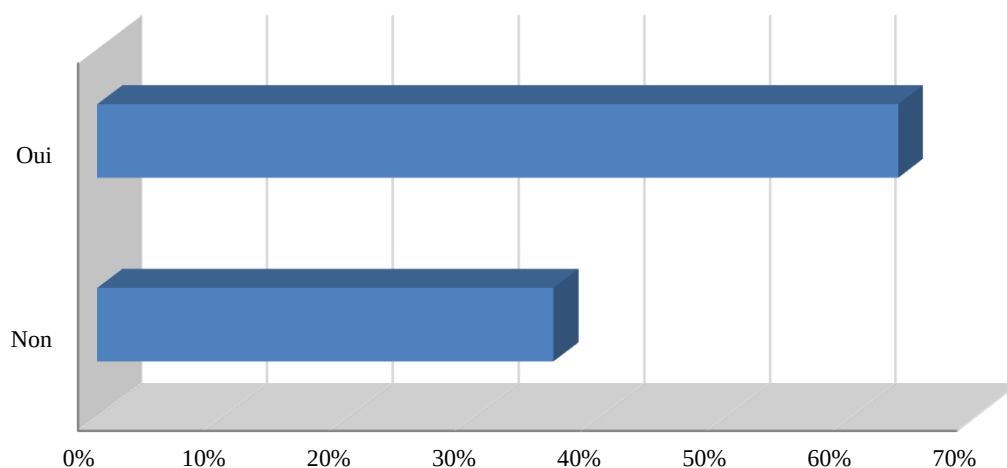


Figure 188: Confiance dans le bâtiment. (Source : enquête de 2017, Sehili,2022)

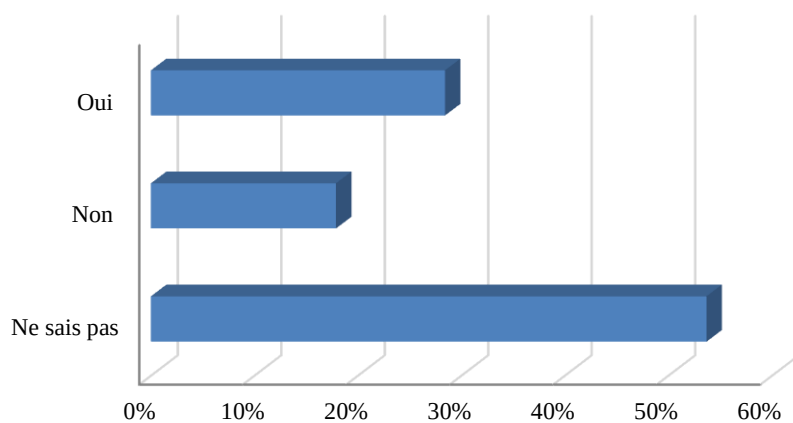


Figure 189:L'état du bâti est la cause des dégâts à Dellys. (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022)

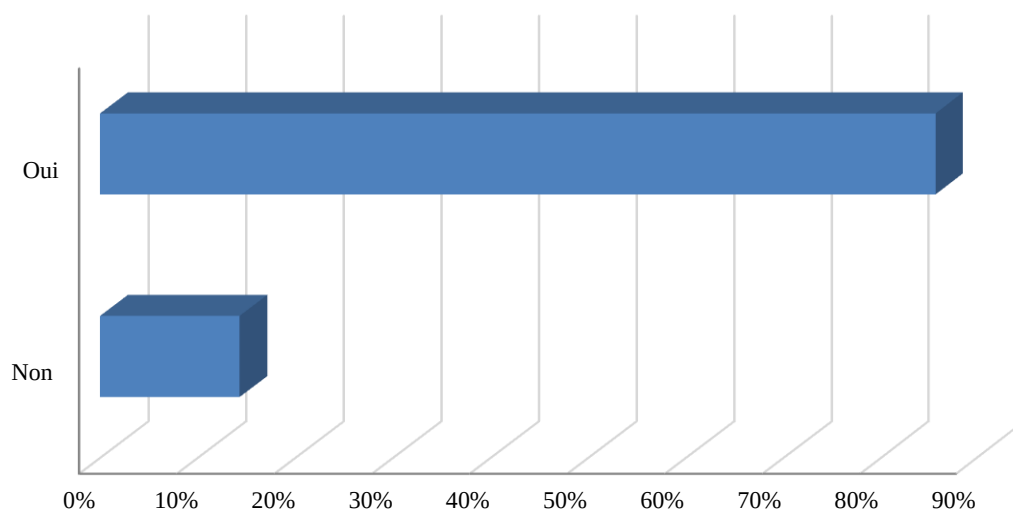
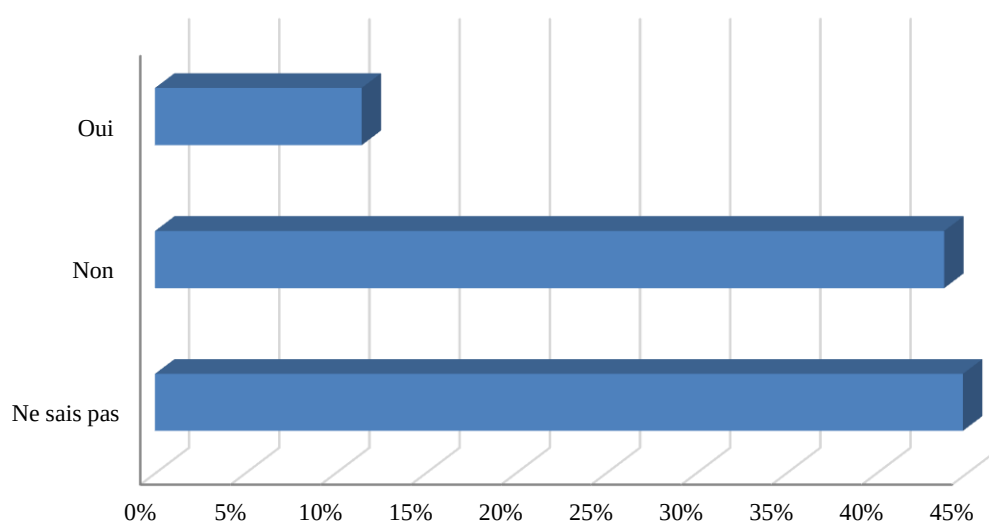


Figure 190: Assurance des bâtiments. (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022)



7.3. La dimension sociale : les aides

7.3.1. La gestion des catastrophes et des évènements est un protocole codifié

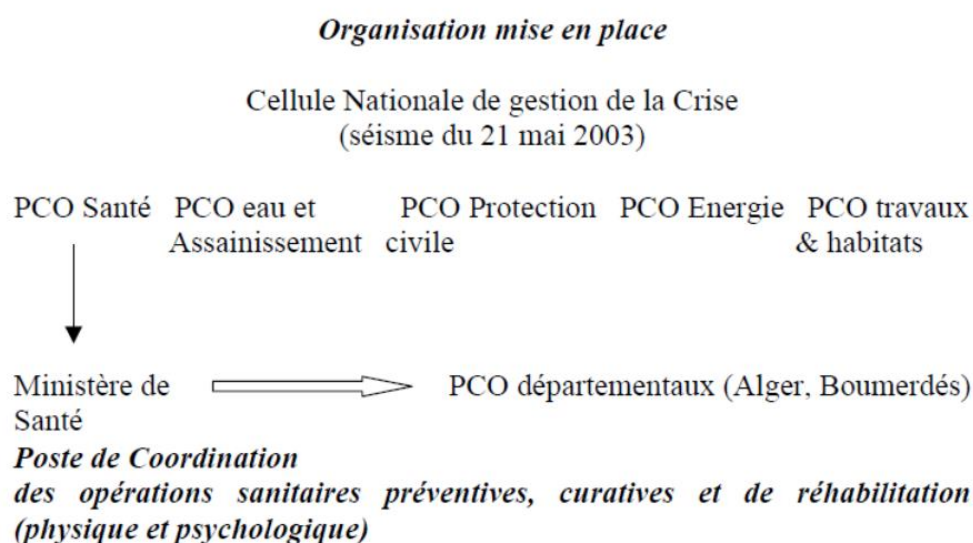
Les évènements naturels, qu'ils soient catastrophiques ou qualifiés de petits évènements, engendrent des conséquences matérielles et humaines. Ils sont révélateurs de l'état de la gestion des risques et des crises (Rey et Defossez 2019), même Bailly (1996) a traité la catastrophe comme une manque de conceptualisation du risque ou d'un échec de planification et d'anticipation. Là, on aborde les aménagements humains comme des construits destinés à minimiser le risque, mais, ce faisant, pouvant produire de nouvelles pratiques à risque. Cette politique dresse ainsi des typologies des grands risques, des vulnérabilités potentielles et de leur gravité. À chaque évènement ressortent des points positifs, mais, aussi, des défaillances, quant à la gestion des risques et des crises. Selon Revet et Langumier (2013), aujourd'hui on trouve des guidelines qui proposent des pratiques de « gestion » des catastrophe : secours, assistance, reconstruction, qui vont de la reconstruction d'un hôpital d'urgence à la gestion d'un refuge, en passant par la taille des maisons à construire, pour que la catastrophe ne prennent plus aucun gouvernement par surprise. Dans notre cas d'étude, nous supposons que le gouvernement de la catastrophe de 2003 a été bien organisé. Les études passées sur la reconstruction après les catastrophes, nous indiquent que la reconstruction prend beaucoup de temps. La reconstruction fait partie d'une séquence de quatre périodes post-catastrophe identifiables : urgence, restauration, reconstruction et commémoration ou amélioration de la vie quotidienne. La période d'urgence est caractérisée par la recherche et le sauvetage, l'hébergement et l'alimentation d'urgence, le rétablissement de l'ordre, le dégagement des artères principales et l'évacuation des débris. Avant la fin de cette période, la période de restauration commence, quand les éléments essentiels réparables de la vie urbaine sont restaurés. Et bien avant que cette étape ne soit terminée, la reconstruction de remplacement commence, pour fournir l'infrastructure, les logements et les emplois pour la ville détruite et la population d'avant la catastrophe, suivie souvent par une commémoration ou l'amélioration (Kates et al., 2006).Toujours d'après Kates et al. (2006) et (Moatty, Gaillard, et Vinet 2017b) le temps ou les périodes des séquences différentes d'une communauté à une autre. Par exemple, dans le cas du tremblement de terre de San Francisco, de 1906, la période d'urgence a duré 4 semaines, la période de restauration 40 semaines, la reconstruction fonctionnelle 9 ans, et l'amélioration de la vie quotidiennea duré encore plus longtemps. Même la récupération n'est pas la même, selon les groupes sociaux, économiques et ethniques. En appliquant cette séquence et ce calendrier, nous allons voir comment les aides et la dimension sociale ont participé à la reconstruction de la vieille ville de Dellys ?

7.3.2. La aides et la gestion de la crise à Dellys

7.3.2.1. À l'échelle de la wilaya de Boumerdes

Le 21 mai 2003 à 19 h 44 , une secousse principale d'une magnitude de 6.8 s'est produite suivie par 17 répliques, moins intenses que la première mais qui ont, cependant, causé beaucoup de dégâts. Vers vingt-deux heures, la panique parmi la population avait atteint son comble, sachant que les premières heures sont primordiales pour sauver des vies. L'alerte a été transmise au centre national de coordination (CENAC) ⁵⁶, quelques heures après la première secousse ; le module secours et sauvetage a été mis en œuvre par la Protection civile de Boumerdes. Le plan ORSEC de wilaya a été déclenché, sur proposition du D.P.C., et un poste de commandement fixe (PCF) a été installé au siège de la wilaya, pendant que le P.C.O. était mis en place à l'U.P. La prise en charge médicale des blessés a commencé, et la demande des renforts aux autres wilayas et pays a été déclenchée (figure 191).

Figure 191: Cellule nationale de gestion de la crise, séisme de 2003. (Source : DSP de Boumerdes)



Vers 22h 30, des équipes de premiers renforts des autres wilayas, non touchées par le séisme, sont arrivées à Boumerdes et ont été affectées aux différentes zones sinistrées. Un dispositif de transmissions a, aussi, été installé (Shelter de la DGPC). Les hôpitaux de la wilaya, ayant été durement touchés (Dellys, Thenia, Bordj Menaiel), un PMA a été installé dans le stade de Boumerdes, et cela a été accompagné du renforcement des infrastructures sanitaires grâce à des équipements médicaux étrangers (camps-hôpital, etc.). Le 22 mai 2003, les premiers renforts internationaux sont arrivés, et les opérations de recherche ont été lancées, en collaboration avec des équipes algériennes. Après 10 jours, les opérations

⁵⁶ Rapport gestion de la catastrophe wilaya de Boumerdes, cdt.z.Kherroubi,DPC Boumerdès direction générale de la protection civile.

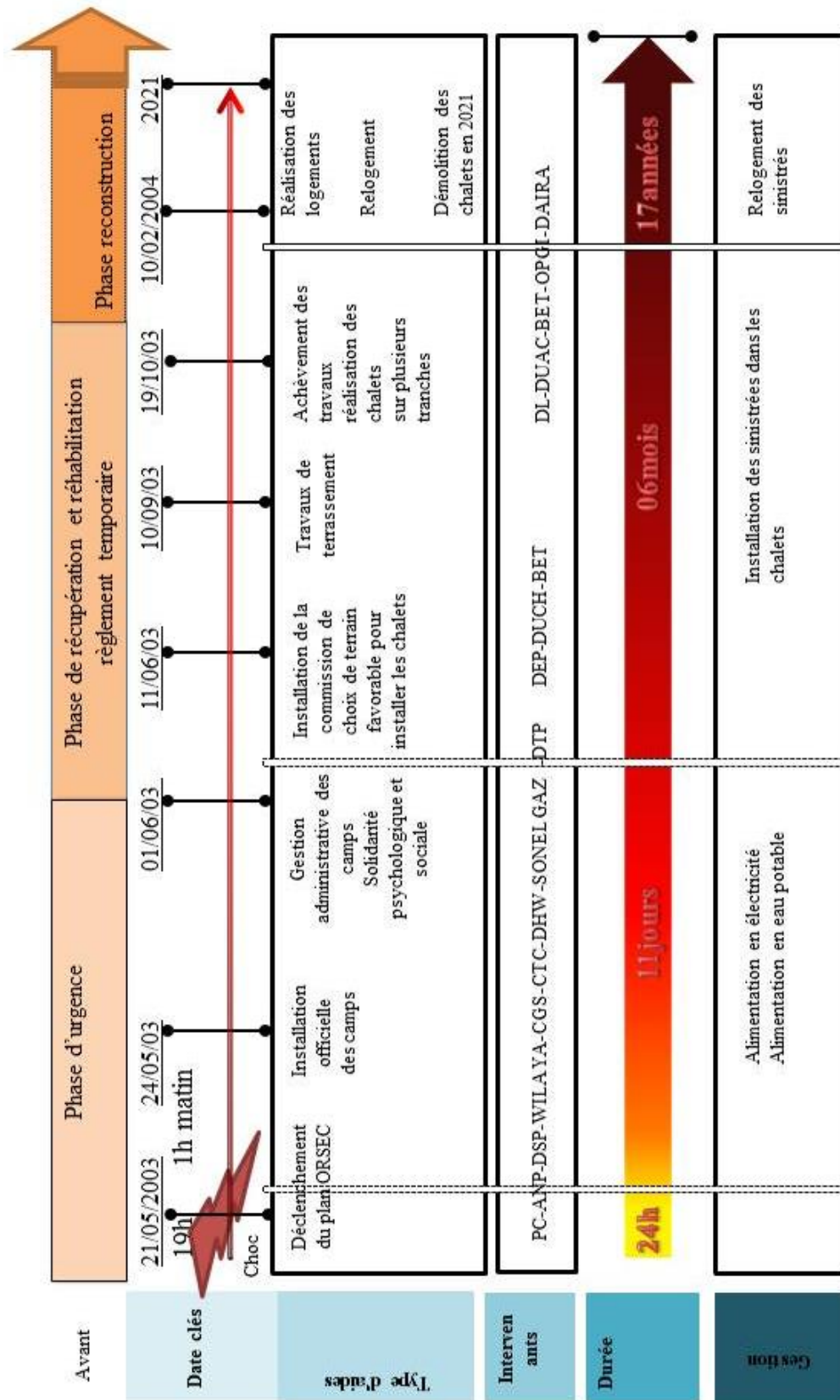
de sauvetage et de déblaiement ont été interrompues, du fait qu'il n'était plus signalé de la part des habitants l'existence de corps sous les décombres. Des moyens lourds de la Direction des travaux publics sont alors intervenus, pour déblayer les gravats. Vu l'ampleur des dégâts, le 24 mai 2003, plusieurs zones ont été déclarées sinistrées par arrêté interministériel, la ville de Dellys faisait partie de ces zones. Le relogement provisoire des sinistrés a commencé, avec l'installation de camps de toiles à travers tout le territoire de la wilaya de Boumerdes, sur 94 sites et avec 18 296 tentes installées (voir figure 192). L'approvisionnement en denrées alimentaires était assuré par les cellules de proximité. Parallèlement à ces mesures, une campagne de prévention et de sensibilisation sur les risques d'incendies a été lancée, et des dispositifs de sécurité ont été mis en place sur les sites de relogement. La phase post-catastrophe était organisée en deux séquences : la séquence d'urgence, qui englobait l'alerte, le secours, l'aide médicale, la recherche, la distribution des vivres, l'évacuation, le relogement provisoire qui a duré 10 jours⁵⁷, du 21 mai 2003 au 01 juin 2003⁵⁸ ; et la séquence récupération ou de restauration, qui comprenait le relogement provisoire, la gestion des lieux, le déblaiement des endroits touchés et l'apport des aides sociales et psychologiques aux sinistrés. Ces deux phases ont été marquées par une grande solidarité nationale (figure 192). En synthèse, pour faire face aux conséquences du séisme de mai 2003, les autorités algériennes ont mis en place un programme post séisme/reconstruction comprenant trois phases:

1. Premiers secours et installation des familles dans des tentes ;
2. Relogement dans des chalets et réhabilitation des logements récupérables ;
3. Reconstruction des logements.

⁵⁷ « la sous-estimation initiale du séisme a ralenti la mobilisation des secours. Lorsqu'ils n'ont pas été eux-mêmes écrasés, comme à Dellys, les premiers secours ont été locaux, favorisés par la bonne résistance sismique de certains établissements (caserne de pompiers de Boumerdès, wilaya de Boumerdès, SAMU de Boumerdès). Cependant, ces secours locaux étaient démunis du matériel nécessaire à la désincarcération des victimes emprisonnées dans un enchevêtrement de béton, mais compensés par certaines réussites ponctuelles, comme l'intervention de la brigade de pompiers de Rouiba équipée de matériel de désincarcération. Les engins de levage font terriblement défaut, mais aussi, du moins durant les premières heures, les outils individuels nécessaires. Tous les témoignages soulignent l'efficacité limitée des sauveteurs démunis. D'abord destinée à assurer la sécurité, l'intervention des forces armées a progressivement suppléé à ce manque d'équipement en fournissant des engins, mais aussi des hôpitaux mobiles, des tentes, etc. De très nombreux problèmes de coordination sont signalés, accentués par la difficulté à comprendre l'étendue des dégâts ».

⁵⁸ Idem 1

Figure 192: Les différentes phases de gestion de la catastrophe de 2003 à Dellys. (Source : Sehili,2022)



7.3.2.2. À l'échelle de la ville de Dellys

Mais à Dellys, la situation a été plus grave. Cette localité, située à l'extrême est de la wilaya de Boumerdes, est desservie par trois axes routiers, deux routes nationales, la N°12 et la N°24, traversées par plusieurs ponts, dont plusieurs ont été interdits à la circulation. Sur l'axe de la N°24, se trouve Bordj Menail, une ville sinistrée, où les aides ne pouvaient pas être acheminées. Mais cet axe a été utilisé pour secourir les blessés. Le chemin de wilaya 154, reliant Dellys à ses zones éparses et à Tizi-Ouzou, était le seul axe de liaison avec l'extérieur. Dellys se trouvait sous dépendance extérieure, tant en terme d'approvisionnement en eau, nourriture, soins qu'en termes de décision (figure 193). Initialement, la magnitude du séisme a été sous-estimée, ce qui a ralenti la mobilisation des secours, qui ont tardé à arriver, et l'attente a été très longue pour la population. Les cinq répliques de 5.4 se succédaient, fragilisant toujours davantage les bâtiments. Les habitants ont passé la nuit dehors. Le sauvetage et les premiers secours aux blessés ont été assurés grâce à l'entraide et la solidarité de la population. La Protection Civile était, elle-même sérieusement touchée, de même que l'hôpital de Dellys, qui, en temps normal, prenait en charge toute la population de la ville et de ses communes avoisinantes d'Afir, Benchoud et Sidi Daoud. Ce n'est que lorsqu'elle a disposé des images satellites (Spot)⁵⁹, que la cellule de crise du ministère de la santé a pris conscience de l'existence d'une seconde ceinture de dégâts et a envoyé des équipes de secours sanitaire vers ces sites « isolés ». Mais, là encore, de très nombreux problèmes de coordination ont été signalés, accentués par la difficulté à comprendre l'étendue des dégâts. Les premières aides ont été orientées vers le secours des victimes et leur acheminement vers d'autres lieux sanitaires, la sécurité et la réponse aux besoins vitaux des personnes affectées. Le secteur sanitaire⁶⁰ de la daïra de Dellys a déclaré 170 morts du 21 au 25 mai 2003, dont 113 à Dellys, 50 à Sidi Daoud, et 04 à Benchoud, c'étaient, pour la plupart, des membres de mêmes familles et des femmes. Du 22 au 24 mai, des camps sont installés pour reloger provisoirement les sinistrés, 12 sites (423 camps) ont été installés pour abriter les 5398 sinistrés que comptait Dellys ville. Les sinistrés de la vieille ville, quant à eux, ont été installés dans des camps, d'autres ont préféré rester sur les espaces libres près de leurs résidences endommagées (figure 194).

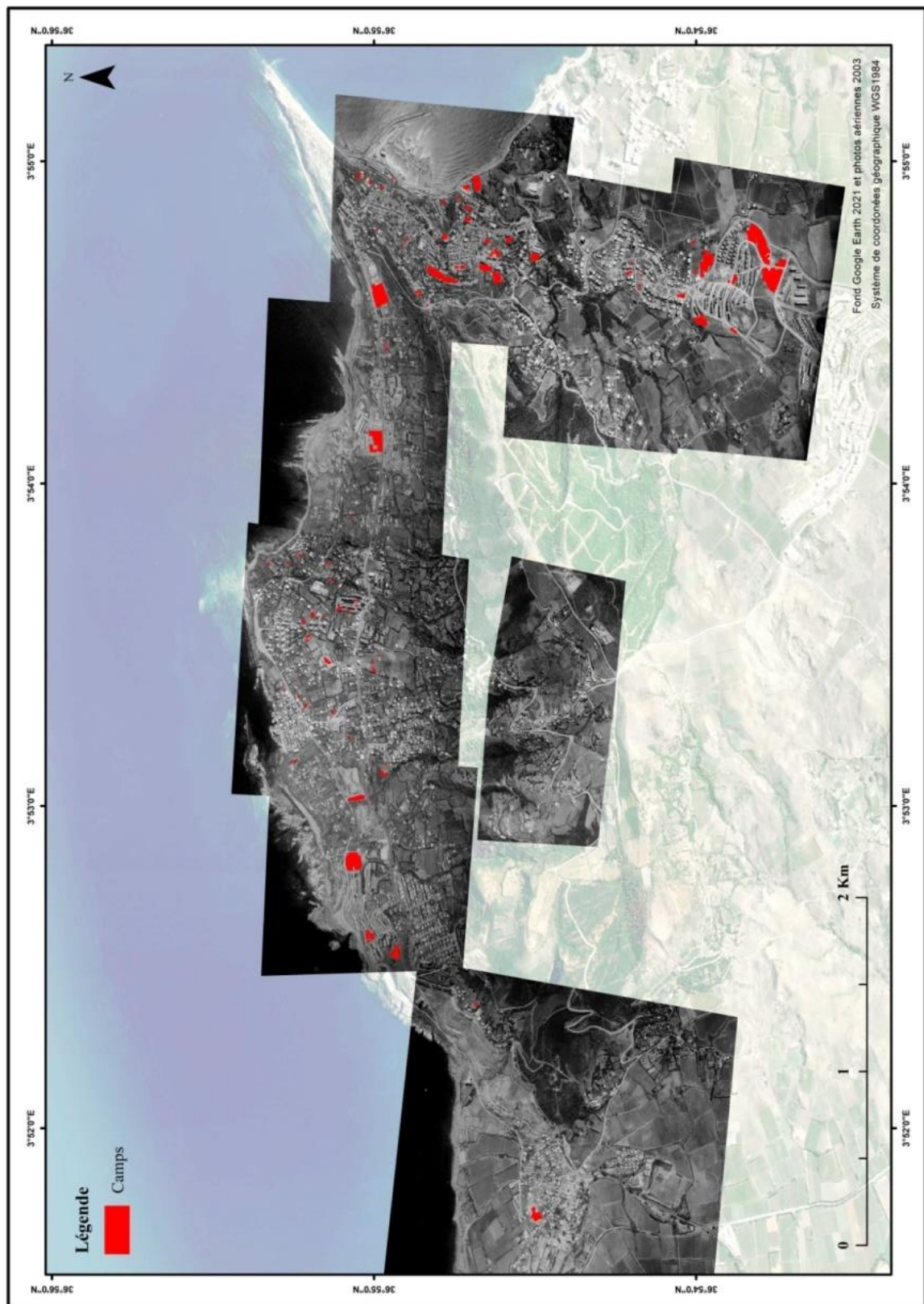
⁵⁹ L'intérêt de l'utilisation de ces cartes est d'apporter une vision générale de l'étendue spatiale du séisme mais la fiabilité de ces images ne peut prétendre à la localisation exacte des dégâts car elles superposent deux sources différentes (SPOT 4 et 5)

⁶⁰ In <https://www.facebook.com/notes/350807375997131>

Figure 193: les accès de secours et situation des villes touchées(source : Sehili , 2022 sous qgis)



Figure 194 : L'emplacement des camps de toiles à Dellys. (Source INCT, 2003, modifiée par Sehili, 2022)



Les effets du séisme sur les milieux urbains et naturels de Dellys sont particulièrement visibles sur la photo aérienne prise après, où l'on voit bien le retrait de la mer et les bateaux échoués sur le sable, situation qui a perduré pendant trois jours après le séisme (figure 195). D'après la population enquêtée⁶¹, les aides ont été acheminées grâce à l'intervention de l'ANP et la solidarité des habitants de Tizi-Ouzou accompagnés par des associations locales (figure 196).

Figure 195: les effets du séisme (les bateaux échoués sur du sable). (Source : INCT, 23 mai 2003, modifiée par Sehili, 2022)

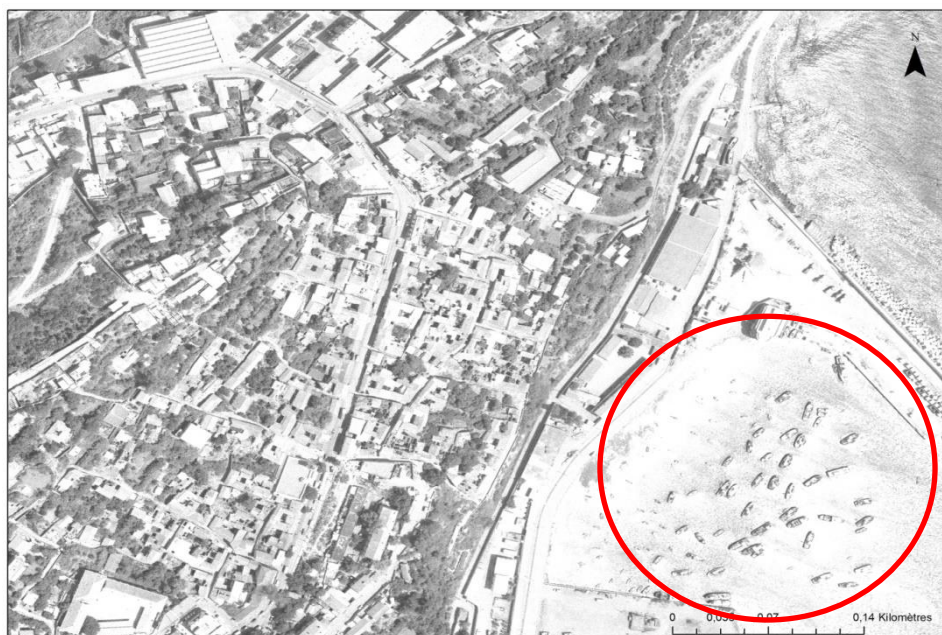
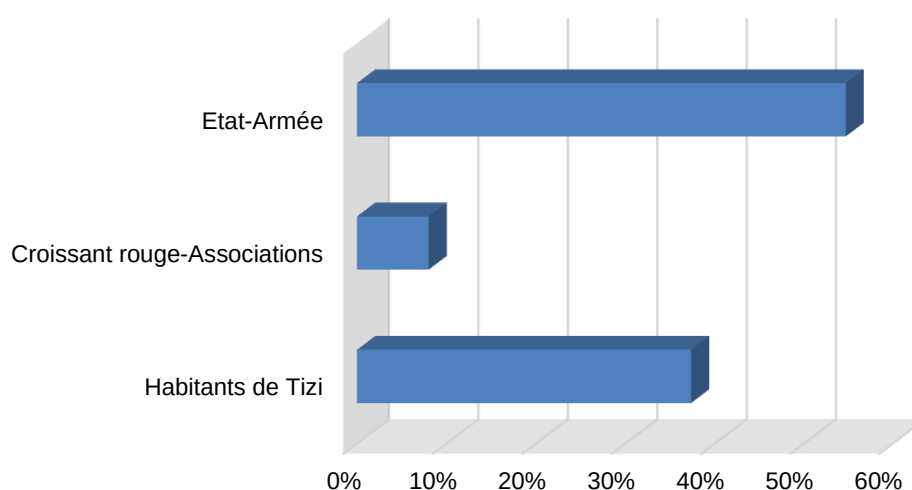


Figure 196: Les acteurs des aides durant la phase d'urgence. (Source : Enquête de 2017, Sehili, 2022)



⁶¹ Enquête 2017

7.3.2.3. Les différentes formes d'aides

Les aides accordées prennent des formes différentes, selon l'étape de la crise. Les aides d'urgence, ou provisoires, consistent en l'assistance médicale, la distribution des vivres, l'évacuation des blessés, l'enterrement des victimes décédées et le relogement provisoire en camp de toile. Après la déclaration des zones sinistrées, des aides sont versées sous forme de forfait. Par contre les aides au relèvement sont souvent calibrées sur des données, telles que le montant des dommages et la composition du foyer. En plus des aides de la phase d'urgence, on trouve des aides de type financier et de solidarité psychologique et sociale⁶². Ces dernières ont été prises en charge par les différents acteurs administratifs (figure 197). Après la mise en place du plan ORSEC, le module expertise du bâti a été déclenché, et la phase d'estimation des dégâts matériels a été entamée, à travers la mobilisation de plusieurs agents spécialistes du domaine, afin d'indemniser les sinistrés. La commune de Dellys a été déclarée sinistrée le 24 mai 2003. Donc un programme d'aides est alloué pour chaque catégorie de dommage matériel ou humain.

Figure 197: Prise en charge psychologique des enfants sinistrés du site de Takdemt. (Source : Rapport de la DAS, 2003)



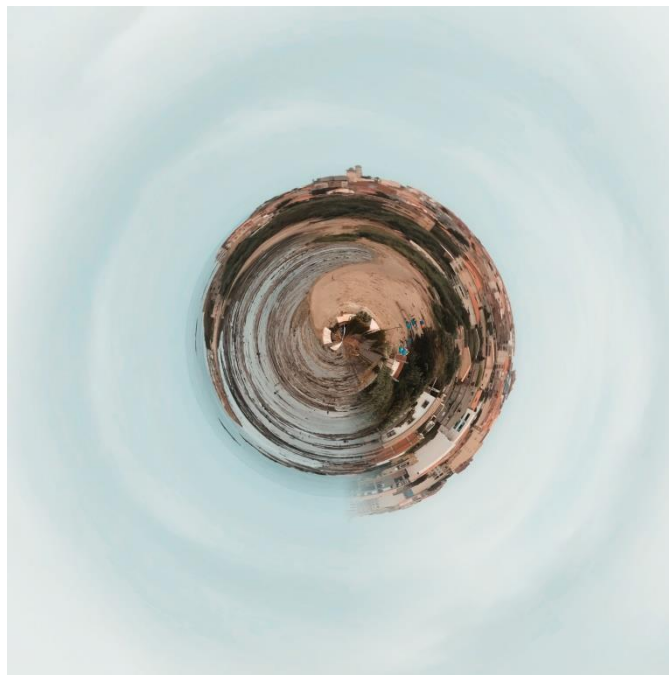
⁶² Base de vie ETB, un impressionnant Camp de toile à ciel ouvert ,168 tentes pour 1684 sinistrés, dans cette somptueuse ville de DELLYS, alors que les convois de solidarité ne cessaient de sillonner la ville,« TABAREK ALLAH » martèle CHAWKI qui a perdu son frère ,courageux et humble , il ne s'avoue pas vaincu. FARID , un administrateur venu de Tamanrasset, responsable du site et d'autres jeunes volontaires , ensemble, en train de mettre de l'ordre , ajouta spontanément « C'est le destin de Dieu , certes nous avons perdu des êtres chers, mais la vie doit continuer, je tiens à remercier les éléments de l'ANP et des pompiers Algériens et étrangers pour leurs interventions, les responsables de la commune de Dellys pour avoir mis à notre disposition les tentes,seulement, je souhaite que notre relogement en préfabriqué comme l'a souligné notre Président de la République se fasse avant le saison des pluies ». Grâce à l'apport efficace de tout un chacun et à l'aide spontanée et désintéressée des volontaires, tous les sinistrés sans exception ont eu droit à la prise en charge.

Conclusion

Dellys est un territoire dynamique et de haute valeur patrimoniale. Sa population possède une culture du risque, et est consciente des changements climatiques, que connaît leur environnement. Selon les habitants, le manque d'informations est un facteur de fragilité face un évènement probable. Ils déclarent que les premières heures de la catastrophe ont été très difficiles pour eux, et la lenteur dans le déclenchement du plan ORSEC local a aggravé la situation et a retardé l'arrivée des secours. En Algérie, la gestion des crises se fait « top-down », c'est l'Etat qui initie toutes les opérations, depuis l'alerte, jusqu'à la reconstruction. Mais le constat montre que beaucoup de choses improvisées se font à l'échelle locale : le problème est, comme souvent, la coordination entre les deux.

Chapitre 8

L'évaluation de la trajectoire globale du risque sismique à l'échelle de la vieille ville de Dellys.



La vulnérabilité est l'orbite du risque à Dellys (source : Sehili,2022)

Introduction

A Dellys le risque de catastrophe est complexe, les aléas sont omniprésents, les enjeux sont vulnérables, les politiques de prévention et de préparation à de futures catastrophes doivent être revues. Quant à la représentation des risques, nous avons montré qu'elle se manifeste, parmi la population locale par une certaine conscience et connaissance de ces risques. Mais cela demeure juste une expérience que nous avons tenté de menée à travers le cas de la ville de Dellys, et qu'il faut vérifier sur d'autres agglomérations touchées par des phénomènes naturels. La réduction de la vulnérabilité est le seul outil de prévention. L'étude du cas de la vieille ville explique bien ce phénomène. Avant le séisme de 2003, son bâti était déjà vulnérable, et la situation socio-économique avait fait que ce quartier était délaissé en totalité. Après la catastrophe, le site a connu un déclin et s'est vidé de sa population, puis une volonté politique de protéger son patrimoine urbain s'est exprimée. Dans le présent chapitre, nous allons nous pencher sur les capacités de la population et des acteurs locaux à faire face, comme propulseurs de prévention contre les risques à venir à Dellys.

8.1. Une vulnérabilité globale dynamique

La prise en compte de la dynamique de la vulnérabilité en tant que processus peut être utile pour l'action anticipative et préventive dans les politiques et la planification (Adger, Brown, et Surminski 2018 ; Preston, Yuen, et Westaway 2011).

8.1.1. Un bâti patrimonial vulnérable

Depuis la création des secteurs sauvegardés, l'Algérie a mis en place des moyens et un cadre législatif pour gérer son patrimoine urbain. Mais ces actions ont abouti à des choix qui, à leur tour, peuvent déboucher sur d'autres vulnérabilités. La vieille ville de Dellys est un exemple de ce type d'opération. Elle a résisté à plusieurs phénomènes naturels, mais le risque humain l'a complètement modifiée par des opérations de réhabilitation inadaptées et des mesures d'urgences inachevées. Et c'est le temps qui a révélé ces fragilités. Après l'inscription de la vieille ville de Dellys comme secteur sauvegardé, en 2007, le PPSMVSS a été lancé en 2008, et la première étape de ce plan a été réceptionnée à la fin de 2009. Étant donné l'état de dégradation du site (figures 198 et 199), la réalisation de "travaux d'urgence" destinés à la "restauration de sites sensibles" a été entreprise dès mars 2009.

Figure 198: Etat des bâtisses avant l'opération des mesures d'urgence. (Source: Direction de la Culture de Boumerdes, 2008)

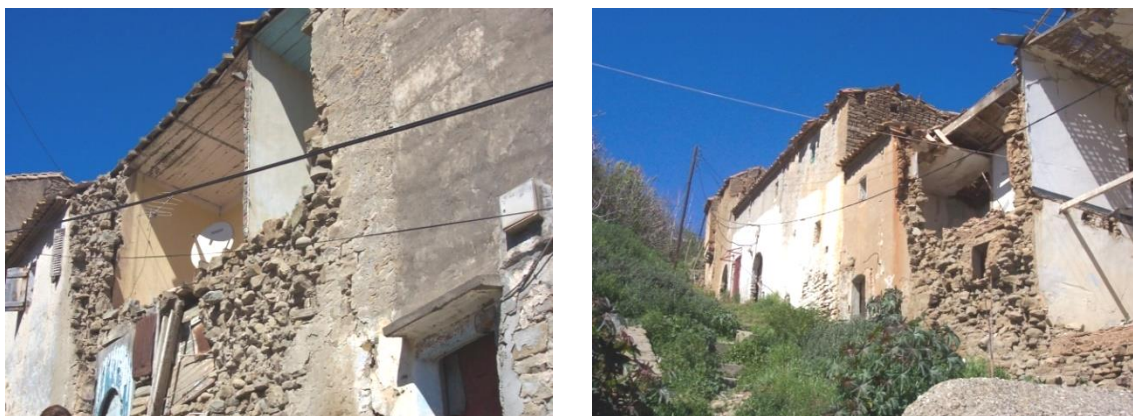


Figure 199 : Etat des ruelles avant l'opération des mesures d'urgence. (Source: Direction de la Culture de Boumerdes, 2009)



Ces travaux consistaient en la réfection des voiries et réseaux divers, notamment l'évacuation des eaux , en la consolidation de murs de soutènement , en l'évacuation des gravats résultant du séisme, et en la consolidation et la protection de bâtisses, tout ceci, pour une autorisation de programme de 10 milliards de centimes et une durée des travaux estimée entre 6 et 8 mois⁶³. Il s'agissait de couvrir les charpentes en bois avec de la tôle TN40, de reconstruire les murs à base de mortier de chaux, de protéger les cimes des murs avec un chapeau en mortier de chaux dans les bâtisses menaçant ruine et inoccupées (figures 200 et 201).

⁶³ Source bureau d'étude Akretache

Figure 200: Les travaux de mesures d'urgence. (Source : Direction de la Culture de Boumerdes, 2009)



Figure 201: Les différentes tâches de mesures d'urgence sur le bâti. (Source: Direction de la Culture de Boumerdes, 2009)



Ces travaux ont finalement duré onze ans, et, faute de réelles opérations de restauration et de réhabilitation des bâtisses, les éléments d'étaie, qui, à l'origine, devaient être provisoires, sont toujours là, et peuvent l'être encore longtemps (figure 202). Ces mesures, qui portaient d'une bonne intention, à savoir, celle de sauvegarder le patrimoine, ont, en fait participé indirectement à le rendre plus vulnérable. Durant notre enquête en 2017, les habitants ont remis en cause la manière de faire de ces opérations, à l'image des toitures en tôle de zinc qui ont rendu plus vulnérables les murs porteurs en cas d'intempéries (vents et pluie). Il faut, cependant, préciser que l'action humaine, elle aussi, a participé indirectement à la dégradation de ce bâti, par, notamment, le mauvais entretien des murs et des toitures, tel qu'attesté par des observations effectuées à la fin des années 1950 et après les années 1980 (figures 203, 204 et 205).

Figure 202 : Les étaielements et les tôles en zinc. (Source: Sehili,2022, 2017)



Figure 203: plus de vulnérabilité après les travaux d'urgences (source : direction de la culture de Boumerdes modifiée par Sehili 2022)

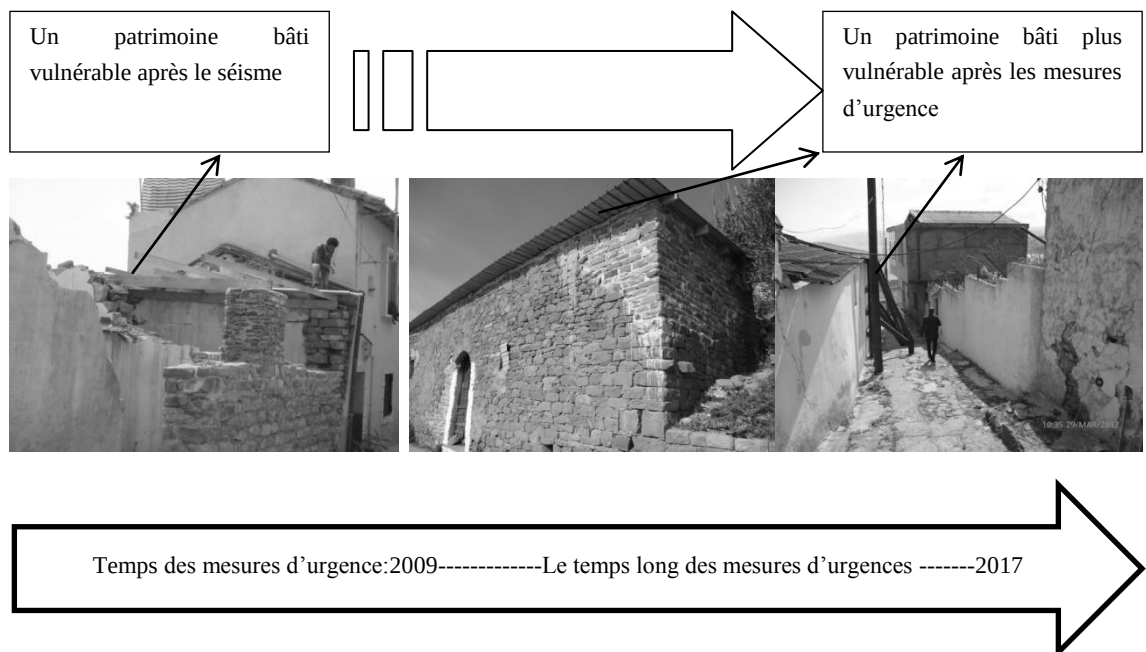
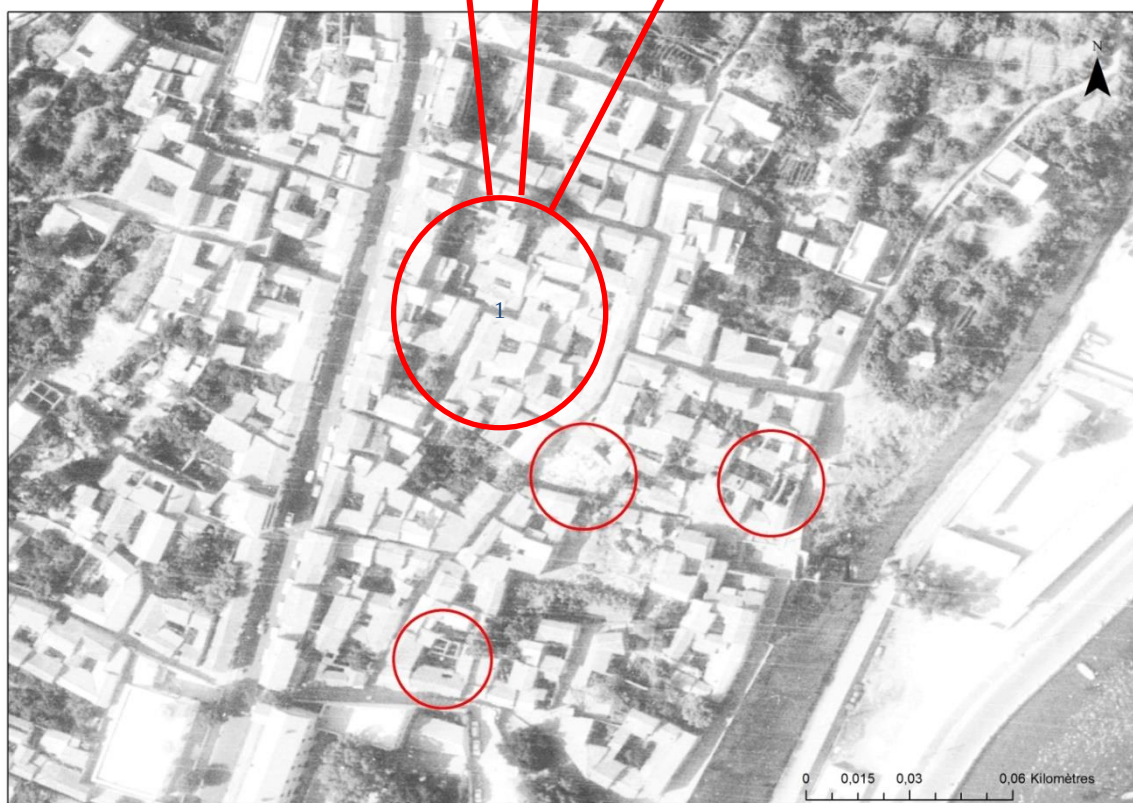


Figure 204 : Etat de dégradation de la basse Casbah (1) à la fin des années 1950 (source : Bougdel 2006)



Figure 205 : état de dégradation des bâtisses en 1930 (source : INCT modifiée par Sehili,2022)



8.1.2. Des habitants vulnérables avec des capacités à faire face

D'après Benitez et Reghezza (2018), « les capacités à faire face peuvent être définies et développées en s'appuyant sur la notion de capabilité ; le contexte capabilitaire comprend l'ensemble des ressources individuelles, collectives, communautaires, nationales et internationales, formelles, informelles, etc., sur lesquelles une personne va pouvoir s'appuyer pour activer ses propres capacités à faire face. Il n'y a donc pas de capacités à faire face en soi : elles vont toujours s'exprimer en fonction d'un contexte capabilitaire donné, à un moment donné ». Malgré le séisme qui a frappé Dellys et sa vieille ville, les enjeux matériels et humains se sont avérés être résilients, puisqu'ils ont été capables de faire face à une situation d'endommagement, de crise, de déstabilisation et de désorganisation qui dure depuis les années 1950. La population y présente un profil de vulnérabilité sociale extrême, liée à des facteurs structuraux, humains et sociaux. Lors des entretiens, réalisés en 2017, nous avons confirmé l'idée d'une corrélation entre la fragilité des personnes et leur condition sociale qui les empêche de faire face aux chocs et aux crises qui en résultent. Mais, on constate des nuances, qui apparaissent rapidement, lorsque l'on interroge les individus. Se pose, alors, la question de savoir, comment déterminer la capacité à faire face, comme un moyen de gestion de risque. Notre entretien avec un habitant à la vieille ville nous a permis de confirmer cette capacité à faire face. Il a quitté Alger pour venir s'installer à Dellys dans la maison familiale, après son mariage en 1985. Il a choisi cette ville pour son littoral, la clémence de son climat et sa qualité de vie. Cette personne, habitant au rez-de-chaussée d'une maison individuelle, estime sa situation meilleure que lorsqu'il occupait un appartement au 8^e étage à Alger, où il avait vécu le séisme de 1980. Le fait de trouver, à Dellys, une qualité de vie meilleure, lui a, ainsi, permis d'acquérir les capacités de faire face en cas d'un nouvel événement. Les aides reçues après le séisme ont permis aux sinistrés d'être hébergés provisoirement dans les camps de toile (Kalota), et de recevoir des aides financières pour effectuer des travaux de renforcement de leurs habitations. Un autre entretien avec une habitante nous a éclairés sur les phénomènes naturels les plus redoutés à Dellys. Pour cette dame, le glissement de terrain est omniprésent à Dellys. Par contre, elle n'a vécu un séisme qu'une fois, en l'occurrence en 2003 malgré cela, elle sait quel comportement adopter dans ce cas, et ce qu'elle redoute le plus, c'est de perdre son logement, si un autre séisme venait à survenir. Pour cette dame, l'organisation des secours et les aides matérielles et psychologiques, apportées, aussi bien par l'état, que par la société civile, ont permis aux sinistrés de rebondir, d'être résilients et de reprendre le cours de leur vie. Les personnes enquêtées ont dit, aussi, qu'elles entreprenaient des actions qui leurs permettraient de se préparer à des événements futurs, comme, par exemple, des opérations de renforcement de leurs bâtisses, grâce au moyens et aides alloués par l'État. D'autres paramètres ont contribué à renforcer les capacités des populations à faire face. Parmi ces paramètres, on peut citer le capital social et familial qui est primordial à leurs yeux, mais aussi, des qualités paysagères et patrimoniales favorables. À cela s'ajoute une bonne gestion de la crise de 2003, qui a

permis à beaucoup d'améliorer leur niveau de vie par la revente des logements sociaux attribués gratuitement aux sinistrés. D'après l'article 67 de la loi 04-20 du 29 décembre 2004 relative à la prévention des risques majeurs, « des aides financières sont octroyées aux victimes des catastrophes, conformément à la législation en vigueur ». Cela renforce la confiance de la population dans les capacités de l'Etat à gérer ces catastrophes.

A Dellys, les moyens qui ont permis à la population de faire face après le séisme, sont les différentes opérations réalisées grâce aux moyens alloués par l'Etat, comme les aides à la réhabilitation, le relogement provisoire et définitif à travers différents segments de logement (Logement public locatif (LPL) et le logement public aidé (LPA). Le dernier en date a été le relogement des occupants des chalets et la démolition de ces derniers qui avaient été réalisés entre 2004 et 2006 (voir chapitre 6). De même, les programmes de développement lancés à travers les différents secteurs entre 2010 et 2014 (chapitre 3) ont permis à la population de reprendre confiance. Ainsi, le capital social et familial des populations a donné à ces derniers les moyens de s'en sortir ; ces capacités sont venues combler un déficit de capacités, et développer des moyens de faire face et d'évaluer la résilience. Après les inondations de 2007, les dégâts ont été estimés à des centaines de milliards⁶⁴ de dinars. Les citoyens, dont les habitations ont été endommagées, et les entrepreneurs ont réalisé les travaux de réhabilitation et de reconstruction, avant la déclaration de la région en zone sinistrée, qui tardait à venir. Mais, ensuite, ils ont été confrontés à d'énormes problèmes pour obtenir des remboursements.

8.1.3. Une politique de prévention difficile à amorcer à l'échelle locale.

D'après Bailly (1996), la réalisation d'une catastrophe est exprimée comme un manque de conceptualisation du risque ou d'un échec de planification et d'anticipation. Afin d'élaborer un programme préventif adapté à la fréquence et l'amplitude des phénomènes que ce soit en matière de risques naturels ou de sociétés, trois étapes caractérisent cette démarche :

Identification et nomination d'une situation à risque;

Supposition de sa concrétisation ;

Estimer ses conséquences dans l'espace et dans le temps pour la société ;

Prévoir des plans des risques.

En Algérie, les différentes catastrophes ont catalysé la prise de conscience du pays pour la gestion du risque, avec la promulgation de la loi 04-20 du 25/12/2004, qui prévoit des dispositifs de prévention et de gestion. Pour cette loi, la prévention, ce sont les procédures et les règles visant à limiter la vulnérabilité des hommes et des biens exposés aux aléas naturels et technologiques. Pour la gestion, c'est l'ensemble des dispositifs mis en œuvre pour assurer les meilleures conditions de secours, de sécurité et d'intervention des moyens.

⁶⁴ In : <https://www.djazairess.com/fr/liberte/204295>

Dans le cas du risque sismique et géologique:

La classification obligatoire des zones exposées au séisme (microzonage) ;

Le contrôle et l'expertise des constructions ;

Après le séisme de 2003, plusieurs communes de la wilaya de Boumerdès ont bénéficié des études de microzonage sismiques à l'instar de Dellys, avec plusieurs expertises des bâtisses touchées.

La loi préconise de déclarer des zones non aedificandi en vertu du principe de précaution et de prudence :

Les zones de failles actives ;

les terrains à risque géologique ;

Les terrains inondables ;

Mais selon les déclarations de l'élue locale⁶⁵, « les aléas sont pris en charge dans les instruments d'urbanisme (glissement de terrain, séisme et inondation), les PDAU(S) respectent les aléas, si un aléa est constaté on lance une étude géotechnique à l'exemple de Dellys, pour la ZHUN de la nouvelle ville ». Pour un autre responsable, « le problème est politique, les risques ne sont pas pris au sérieux durant l'élaboration et les études des permis de construire, en plus d'une mauvaise coordination entre les différents services de la même direction⁶⁶. La politique s'ingère dans les avis techniques. Le glissement à la wilaya de Boumerdès est un problème majeur, un constat est à signaler il y'a une volonté politique de ne pas traiter le risque et de classer les études. À l'exemple du barrage qui est en face de la ville. Cette politique de redorer l'image de la wilaya de Boumerdès, comme un pôle d'appui à Alger, en termes de logements, d'équipements universitaires et industriels et de tourisme. C'est le paradoxe de développement et de gestion des risques à la wilaya de Boumerdès ». À Dellys, la situation n'est pas différente, d'après la réglementation édictée dans la loi 04-20, le Plan général de Prévention (PGP) comporte, en outre :

Les Plans de Prévention particulière à chaque territoire (*région, wilaya et commune*) vulnérable. Or on ne trouve aucun (PPP). Mais selon l'article 89 de la loi n° 11-10 du 22 juin 2011 relative à la commune, « le président de l'assemblée populaire communale prend, dans le cadre des lois et règlements en vigueur, toutes les précautions nécessaires et toutes les mesures préventives pour assurer la sécurité et la protection des personnes et des biens dans les lieux publics où peut se produire tout sinistre ou accident ». Mais l'article 147 désengage la responsabilité de la commune en cas de catastrophe naturelle « la responsabilité de la commune n'est pas engagée à l'égard de l'Etat et des

⁶⁵ Cheffe de bureau actes d'urbanisme, direction de l'architecture et de l'urbanisme DUAC Boumerdes, et une élue de l'APW de la wilaya de Boumerdès.

⁶⁶ D'après les déclarations de cette responsable quand on invite le CGS a participé à l'élaboration des documents techniques, il refuse et demande à être rémunéré

citoyens s'il s'avère que la commune a pris les précautions prévues à sa charge par la législation et la réglementation en vigueur ».

8.2. Un aléa naturel probable

L'aléa est complexe, il est probable, mais comporte beaucoup d'inconnues, on peut en atténuer les effets, mais on ne peut pas l'arrêter. D'après les entretiens établis en 2017, les aléas, considérés comme les plus importants à Dellys, sont les séismes et les inondations (figure 206). Cela s'explique par le fait, que les habitants ont vécu, récemment, ces deux types d'évènements, en 2003 et 2007. Le glissement de terrain, par contre, n'est pas ressenti comme important, parce qu'il est ponctuel dans des sites urbains connus par les habitants, comme le site « Sikha » situé à l'entrée est de la ville (figure 207).

Figure 206: Les phénomènes naturels les plus importants à Dellys. (Source : Enquête 2017, Sehili,2022)

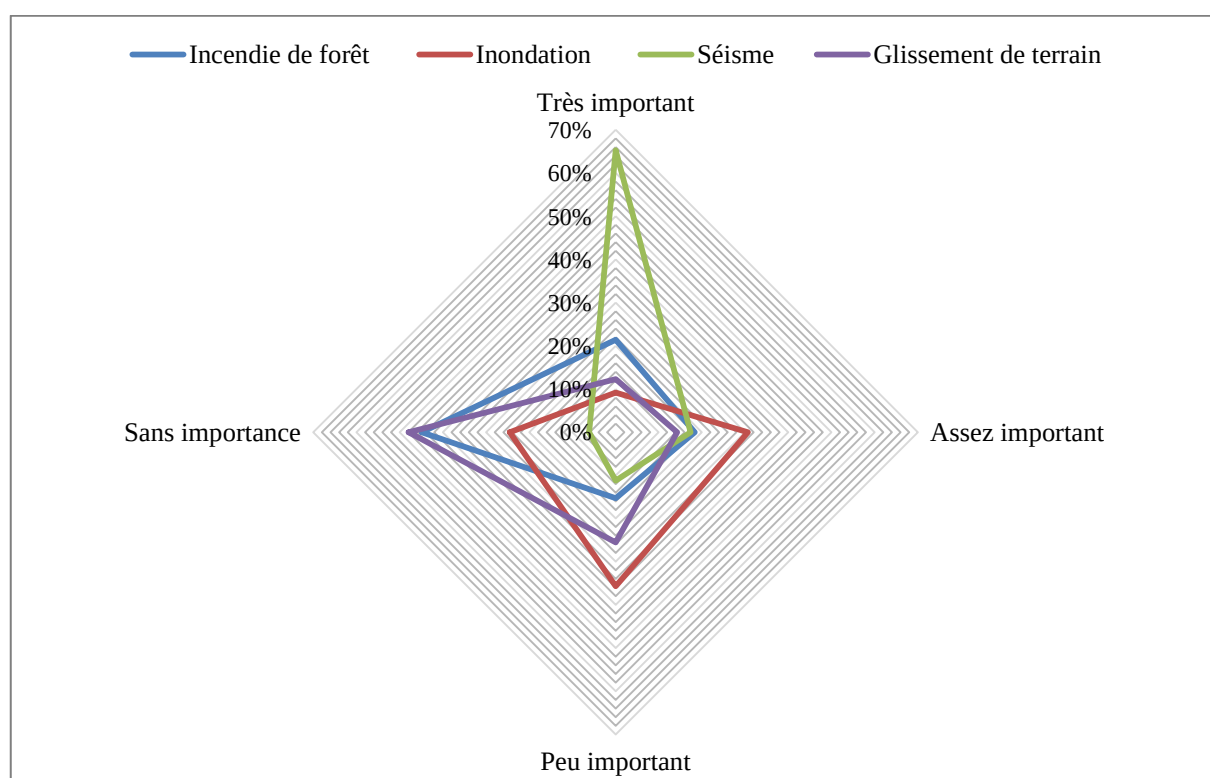


Figure 207: Le quartier Sikha, « site glissant », (Source : Sehili, 2022)



8.2.1. Des phénomènes naturels probables : séismes, inondations, glissements de terrain et feux de forêt

Dellys est une ville littorale, et sa morphologie participe pleinement dans la réduction des aléas naturels, mais l'homme a apporté beaucoup de modifications à cet environnement, sans être conscient du risque que cela peut entraîner ; les inondations de 2007, les feux de forêts et les glissements de terrain sont des phénomènes qui ont été créés par les activités humaines. Des opérations de rénovation ont été lancées pour remédier aux effets négatifs des inondations et effacer les traces de ce type de catastrophe (figure 209).

Figure 208: les travaux de rénovation des ponts (Tiza et autres) (source : APC Dellys, 2011)



Mais effacer les traces du tremblement de terre ne peut se faire sans la participation des propriétaires, c'est le dilemme de la ville de Dellys (figure 210). À Dellys, on trouve plusieurs types de ruines, en fonction de leur origine, ils véhiculent, chacun, un message et sont perçus différemment par la population, donc. Les ruines de la Casbah sont le produit d'une action lente et sont porteuses d'une valeur d'ancienneté patrimoniale, par contre les ruines des autres quartiers sont traumatiques et violentes, ayant pour origine l'aléa sismique. Avec le temps les messages et les dynamiques qui en résultent sont progressivement devenus similaires pour les deux types de ruines. D'après Le Blanc (2010), dans les ruines, deux options opposées apparaissent pertinentes : soit les acteurs de la ville font revivre la ruine, en la réutilisant, en la transformant, ce qui, historiquement, a été le sort de la très grande majorité des ruines urbaines; soit on laisse la ruine mourir, la végétation s'infiltrer, le sol s'enfoncer, les pierres tomber, ce qui est considéré, par certains

théoriciens, comme la vocation normale de la ruine. En revanche, pour une ruine traumatique, le registre de l'intervention est très différent : il s'agit de rappeler un événement douloureux et ses conséquences, d'entretenir la mémoire de la catastrophe dans un but qui peut être la prévention d'un risque potentiel (séisme). Donc ces ruines peuvent être utilisées comme des outils de prévention pour la population locale et les touristes.

Figure 210 : Une bâtisse en ruine située en plein centre ville (quartier européen), (source : Sehili,2021)



8.3. Une trajectoire globale du risque sismique

En Algérie, l'imbrication des catastrophes et de leur gestion progressent et évoluent selon les événements subis et dans leurs interactions avec la société. À travers les territoires de Boumerdes et de Dellys, nous avons démontré comment le risque et la catastrophe sont des processus construits à travers l'évaluation des vulnérabilités, et comment celles-ci évoluent dans le temps et se propagent aux échelles spatiales les plus fines possibles. Cela nous a permis d'établir une dynamique et de retracer une (des) trajectoire(s) de vulnérabilité. L'impact des catastrophes sur les sociétés et leur fonctionnement est complexe, le traiter sous l'angle de la vulnérabilité permet d'identifier des stratégies, dites d'adaptation ou de réponse, c'est-à-dire, identifier les foyers les plus vulnérables. Évaluer la dynamique de la vulnérabilité, en tant que processus, signifie examiner ce qui entraîne des changements dans la vulnérabilité, reconstruire les voies de développement de la vulnérabilité, et, de ce fait, réduire le risque de catastrophes (figures 209 et 210).

Figure 209: la vulnérabilité systémique de la ville de Dellys (source : (Desthieux 2005, modifiée par Sehili,2022)

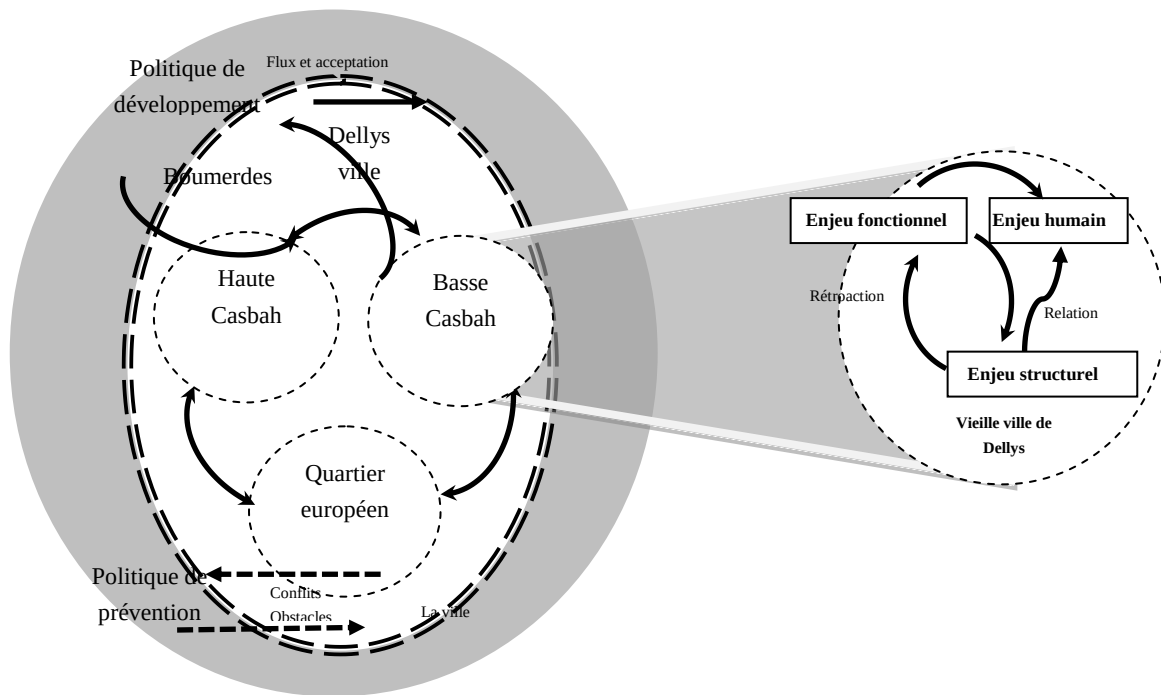
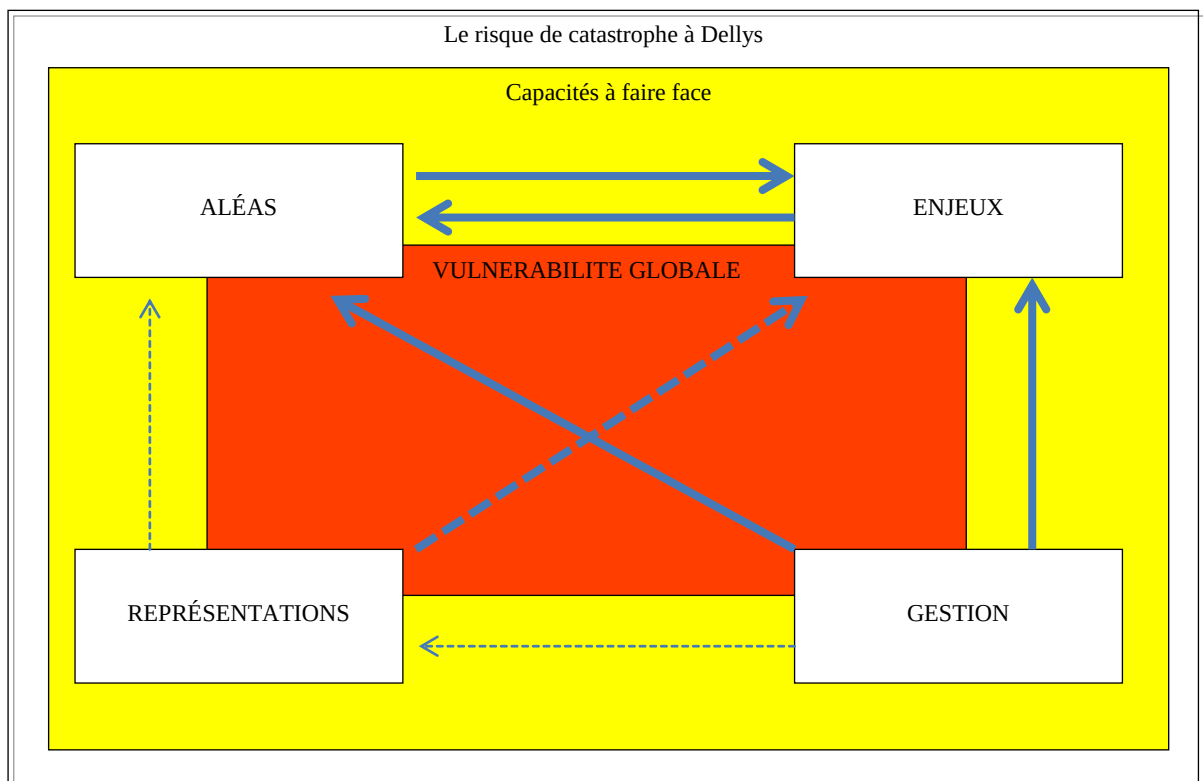


Figure 210: la vulnérabilité globale est le socle du risque de catastrophe à Dellys (source : Sehili,2022)



Conclusions et perspectives

L'objectif principal de cette recherche doctorale pluridisciplinaire était d'enrichir l'arsenal actuel des outils d'évaluation et de cartographie du risque humain liés à un séisme en milieu urbain, en Algérie. La finalité étant de venir en soutien à la prise de décision lors de la phase de prévention et de préparation, afin de réduire les risques de catastrophes. Nous pensons, ainsi, contribuer à apporter des réponses spécifiques à la gestion des risques de catastrophes. La première contribution est d'ordre scientifique, elle vise à confirmer le lien entre la vulnérabilité sociale, la vulnérabilité physique et la construction de la catastrophe sismique de 2003. Depuis les années 1985, l'Algérie n'arrête pas d'établir des évaluations de sa politique de réduction des risques de catastrophes, les dernières sont celles de 2019 (Bagan et al. 2019) « revues par les pairs » et du 04 mai 2021, suite à la conférence nationale sur les risques majeurs (MICLAT 2021). D'après les déclarations du ministre de l'Intérieur, des Collectivités locales et de l'Aménagement du territoire, après chaque catastrophe, « l'Etat intervient instantanément et d'une manière automatique pour réhabiliter, reconstruire des infrastructures endommagées et indemniser les victimes. La cause [des dommages] est la vulnérabilité des villes et des cités face aux catastrophes. Cette vulnérabilité réside dans la concentration des populations, le développement anarchique des grandes villes, le grand nombre de vieilles bâtisses, l'empiètement sur les périmètres de protection des infrastructures sensibles, les constructions illicites sur les rives des oueds, et aussi, dans le manque ou l'absence d'assurances contre ces catastrophes. Cette situation a donné lieu à une absence de prise en charge optimale des risques majeurs au niveau des plans de développement locaux.» Pour remédier à cette situation, une stratégie nationale de prévention et de gestion des risques majeurs à l'horizon 2030, est en cours d'élaboration pour limiter les dégâts de ces risques qui continuent à faire des morts et à porter préjudice à l'économie nationale⁶⁷. Nous avons confirmé cette conscience de l'Etat à travers les différents retours d'expériences des catastrophes qui ont frappé l'Algérie depuis les années 1980. Cette stratégie de gestion des risques de catastrophes est, à chaque fois, revue et /ou actualisée. Une rencontre sur le thème « Voyage d'étude virtuel. Mieux prévenir, mieux reconstruire : vers une Algérie plus résiliente » se tiendra le 8 mai 2022, elle « vise à rassembler des parties prenantes algériennes avec des experts en gestion des risques de catastrophes naturelles du monde entier »⁶⁸. Dans son intervention, lors de la Conférence nationale sur les risques majeurs, le ministre de l'Intérieur des Collectivités locales et de l'Aménagement du territoire a posé la notion de vulnérabilité. En Algérie, on

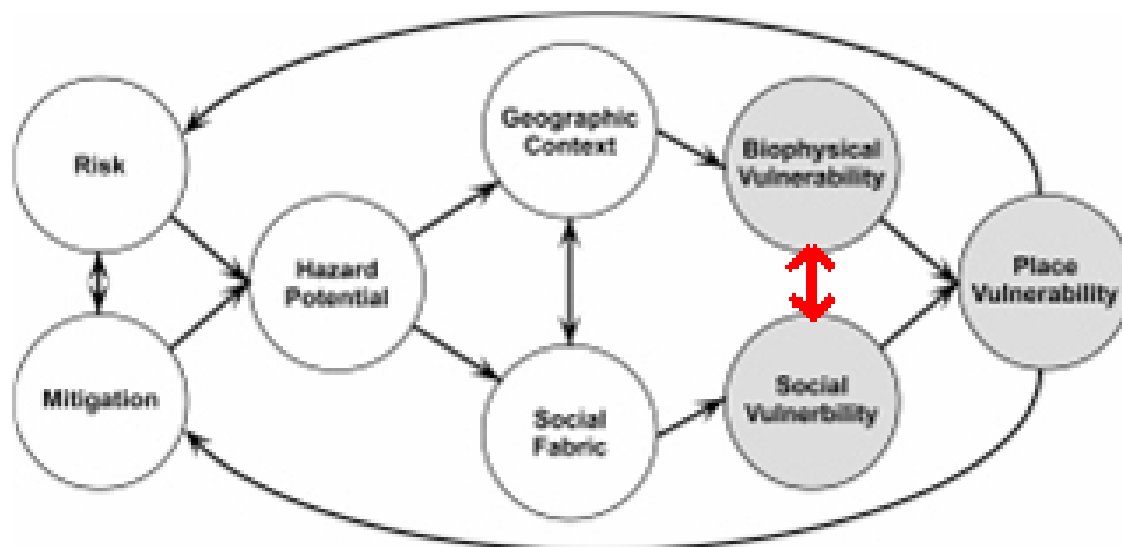
⁶⁷ Déclaration du ministre de l'Intérieur, des Collectivités locales et de l'Aménagement du territoire, Kamal Beldjoud et Le directeur de recherche, délégué national aux risques majeurs auprès du ministère de l'Intérieur et des Collectivités locales et de l'Aménagement du Territoire dans le cadre de la conférence nationale sur les risques majeurs qu's'est tenue à Alger le 27 mars 2021 à Alger au centre internationale des conférences.

⁶⁸ La banque mondiale qui vient d'annoncer sur son site en ligne

<https://www.banquemonddiale.org/fr/events/2021/05/12/virtual-study-tour-prepare-better-build-back-better-towards-a-more-resilient-algeria>

ne trouve pas une définition commune de cette notion. Dans la plupart des publications internationales sur l'impact des changements climatiques, la notion de vulnérabilité est fortement développée et polysémique (Aysan et Wilches-Chaux, 1992); (Adger, 2006); (Turner et al., 2003); (Dauphiné et Provitolo, 2013b); (Birkmann et al., 2013) (Cutter et al. 2014), ces définitions touchent à différents champs disciplinaires. Cette notion a été tardivement introduite dans le domaine des risques de catastrophe en Algérie. On est passé d'une approche centrée sur l'aléa, à une approche par la vulnérabilité, axée sur les dimensions sociales, prenant en compte les facteurs structurels et fonctionnels des sociétés exposées aux aléas (Meur-Ferec et al., 2020); (Léone, Augendre, et Vinet, 2006); (Becerra, 2012); (Veyret et Reghezza, 2006). Entre 2004 et 2021, en Algérie, les événements naturels désastreux ont connus une forte croissance en termes de dépenses, d'intervention et de dommages, suivant une tendance mondiale. D'après Afra (2021), la moyenne annuelle des dépenses de l'Etat est de 34 milliards de dinars. Les deux tremblements de terre, de Mila en août 2020, d'une magnitude de 4.9 qui a endommagé 3000 habitations, et celui de Bejaia en mars 2021, d'une magnitude de 5.5 qui a endommagé 2000 habitations, ont coûté à l'Etat 2.6 milliards de dinars pour les enjeux structuraux, et 6 millions de dinars, pour l'indemnisation des sinistrés. Les inondations sont les événements naturels les plus récurrents dans toutes les régions d'Algérie, elles ont coûté 24 milliards de dinars. Quant aux feux de forêts, ils ont coûté 2,5 milliards de dinars. Les catastrophes sismiques se révèlent comme étant les plus meurtrières et les plus destructrices à l'échelle régionale et locale. Cependant, les impacts des catastrophes naturelles à différentes échelles restent peu étudiés en Algérie. L'analyse et l'exploitation des résultats des impacts de la catastrophe sismique de 2003 ont permis d'apporter des explications sur les disparités des dommages et des pertes humaines enregistrées entre les différents territoires urbains de la wilaya de Boumerdes, de même qu'à l'intérieur d'un espace urbain donné. Nous avons pu confirmer que les communes qui avaient des indices élevés, en termes de vulnérabilité sociale et humaine, avant 2003, sont celles qui ont été le plus sévèrement touchées par le tremblement de terre. Par ailleurs, la vulnérabilité physique des enjeux matériels atteste que le risque était présent avant la catastrophe, qui l'a alors révélé. À Boumerdes, les vulnérabilités ont une dynamique spatiale et temporelle. Leurs variations spatiales ont été générées par plusieurs facteurs physiques, socio-économiques et humains, avec différentes échelles de dommages et de pertes. Ceci explique la corrélation et le lien entre la vulnérabilité biophysique et la vulnérabilité sociale et la façon dont elles ont façonné le risque de catastrophe de 2003. Nous avons proposé de renforcer le lien entre la vulnérabilité biophysique et la vulnérabilité sociale de la figure proposée par (Cutter, Mitchell, et Scott 2000) (figure 211). En plus, nous confirmons l'utilité des études d'impacts des catastrophes en Algérie, qui sont des outils de décision et de lecture de la politique de réduction des risques de catastrophes.

Figure 211: Modèle de gestion des risques modifié (source : Cutter et al., 2000 ,modifiée par Sehili,2022)



Notre seconde contribution réside dans le fait que nous avons apporté la preuve que la construction de la vulnérabilité est propre à chaque territoire, intimement liée à son histoire, à son utilisation et à sa population. A Dellys, ville à haute valeur patrimoniale, la modification des espaces urbains, accompagnée par une forte croissance de l'agglomération a conduit à interroger le rôle de ces changements dans l'explication des dommages (Metzger et D'Ercole 2011). Une croissance urbaine non contrôlée des quartiers a entraîné l'apparition de nouveaux besoins. Un des objectifs de cette thèse a été de qualifier et de quantifier le risque à Dellys. Nous avons confirmé que la croissance urbaine, accompagnée d'une politique de réhabilitation, de reconstruction et de développement lancée après les deux catastrophes (séisme et inondations), a créé de nouveaux foyers de risques. C'est le paradoxe du développement et de la gestion des risques. On trouve diverses approches pour évaluer la complexité du concept de vulnérabilité et de ses relations entre le bio-physique et le social système. Dans cet esprit nous avons privilégié les approches systémiques, reposant sur les caractéristiques spécifiques d'un site à caractère historique. Les composantes du risque naturel à Dellys sont, tout d'abord, les aléas, ici c'est le séisme qui est susceptible d'endommager ou de détruire les enjeux qui lui sont exposés ; puis, les enjeux qui regroupent les personnes, les biens et les activités qu'abrite un territoire exposé à l'aléa. Des facteurs exogènes aux enjeux ont accentué leurs vulnérabilités ; le développement urbain sur des territoires à risque. Deux autres composantes nous ont permis de définir le risque, mais elles sont insuffisantes pour évaluer la vulnérabilité. Deux autres composantes sont, donc, prises en compte, il s'agit de la gestion du risque, qui regroupe les politiques publiques de protection, de prévention, de gestion de crise et leur application par les acteurs de la gouvernance sur le terrain, et des représentations qui rendent compte de la relation au risque des populations présentes sur le territoire concerné (sensibilité au risque, relation au lieu, préférences d'adaptation, compréhension et acceptabilité des politiques de gestion). Cette dernière composante a

longtemps été négligée dans les études sur les risques, et son importance a été rarement soulignée en Algérie. Ces quatre composantes se combinent pour constituer la vulnérabilité globale à un moment T. La catastrophe de 2003 a été brève, mais son impact est durable, comme le montrent les châlets de relogement provisoire et les bâtisses en ruines à Dellys et dans d'autres villes de la wilaya de Boumerdes. Le risque s'inscrit sur le temps long, et la catastrophe, sur le temps court, mais ses effets sont ancrés dans la mémoire collective de la société qui est touchée. En dernier nous avons confirmé l'utilité de la culture du risque dans la prévention et la réduction des risques.

Notre troisième contribution qui, en même temps, constitue une perspective de recherche future, la prise en compte de la dynamique de la vulnérabilité en tant que processus peut être utile pour l'action anticipative et préventive des risques de catastrophe et dans les politiques et la planification urbaine.

Références bibliographiques

- Abarca, Andrés, Smail Kechidi, Ricardo Monteiro, Miguel Castro, Nouredine Bourhala, et Karim Yelles. 2018. « Improved Tools for Disaster Risk Mitigation in Algeria ». ITERATE Deliverable E.1.
- Abdessemed-Foufa, Amina A., et Djillali Benouar. 2010. « Investigation of the 1716 Algiers (Algeria) Earthquake from Historical Sources: Effect, Damages, and Vulnerability ». *International Journal of Architectural Heritage* 4 (3): 270-93. <https://doi.org/10.1080/15583050903161352>.
- Adger, W. N. 2005. « Social-Ecological Resilience to Coastal Disasters ». *Science* 309 (5737): 1036-39. <https://doi.org/10.1126/science.1112122>.
- Adger, W. Neil. 2000. « Social and Ecological Resilience: Are They Related? » *Progress in Human Geography* 24 (3): 347-64. <https://doi.org/10.1191/030913200701540465>.
- . 2006. « Vulnerability ». *Global Environmental Change* 16 (3): 268-81. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>.
- Adger, W. Neil, Iain Brown, et Swenja Surminski. 2018. « Advances in Risk Assessment for Climate Change Adaptation Policy ». *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 376 (2121): 20180106. <https://doi.org/10.1098/rsta.2018.0106>.
- Aerts, J. C. J. H., W. J. Botzen, K. C. Clarke, S. L. Cutter, J. W. Hall, B. Merz, E. Michel-Kerjan, J. Mysiak, S. Surminski, et H. Kunreuther. 2018. « Integrating Human Behaviour Dynamics into Flood Disaster Risk Assessment ». *Nature Climate Change* 8 (3): 193-99. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0085-1>.
- AFPS. 2003. « le séisme du 21 mai 2003 en Algérie ». Paris Cedex 07. www.afps-seisme.org.
- Afra, Hamid. 2021. « Le Projet de Stratégie Nationale de Prévention et de Gestion des Risques Majeurs ». Webinaire Banque Mondiale, mai 10.
- Ait Meziane, Yamina, Essaid Djakab, Djillali Benouar, et Ibrahim Ilhan Esat. 2012. « Vulnerability of Existing Buildings: Empirical Evaluation and Experimental Measurements ». *Natural Hazards* 62 (2): 189-206. <https://doi.org/10.1007/s11069-011-9986-2>.
- Alexander, David. 1997. « The Study of Natural Disasters, 1977-97: Some Reflections on a Changing Field of Knowledge ». *Disasters* 21 (4): 284-304. <https://doi.org/10.1111/1467-7717.00064>.
- . 2018. *Natural Disasters*. Routledge.
- Alexander, David E. 2009. *Principles of Emergency Planning and Management*. 5. impression. Harpenden, Hertfordshire: Terra Publ.
- Al-Idrīsī, Abū Abd Allāh. 1970. *Nuzhat al-mushtaq fī ikhīrâq al-âfâq*. A. Bombaci. Naples.
- Allain, Rémy. 2001. « Dynamique d'un quartier de gare au-delà des voies: le quartier sud-gare à Rennes ». *GARES ET*, 66.
- . 2004. *Morphologie urbaine: géographie, aménagement et architecture de la ville*. Collection U. Paris: A. Colin. 256 pages
- Ambraseys, N. N. 1981. « The El Asnam (Algeria) Earthquake of 10 October 1980; Conclusions Drawn from a Field Study ». *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology* 14 (2): 143-48. <https://doi.org/10.1144/GSL.QJEG.1981.014.02.05>.
- Anderson, Carl C., Michael Hagenlocher, Fabrice G. Renaud, Zita Sebesvari, Susan L. Cutter, et Christopher T. Emrich. 2019. « Comparing Index-Based Vulnerability Assessments in the Mississippi Delta: Implications of Contrasting Theories, Indicators,

- and Aggregation Methodologies ». *International Journal of Disaster Risk Reduction* 39 (octobre): 101128. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101128>.
- Anderson, William A. 2005. « Bringing children into focus on the social science disaster research agenda ». *International Journal of Mass Emergencies and Disasters* 23 (3): 159.
- Aroca-Jimenez, Estefania, Jose Maria Bodoque, Juan Antonio Garcia, et Andres Diez-Herrero. 2017. « Construction of an Integrated Social Vulnerability Index in Urban Areas Prone to Flash Flooding ». *Natural Hazards and Earth System Sciences* 17 (9): 1541-57. <https://doi.org/10.5194/nhess-17-1541-2017>.
- Augendre, Marie. 2008. « La cartographie et le zonage du risque volcanique au Japon : impasse ou modèle à suivre ? » *géorisques*.
- Aysan, Yasemin. 2013. *Disasters and the Small Dwelling: Perspectives for the UN IDNDR*. Routledge. 276 pages
- Aysan, Yasemin, et Gustavo Wilches-Chaux. 1992. « The Global Vulnerability, Disasters and the Small Dwelling: Perspectives for the UN IDNDR ». Disaster Prevention. Routledge. 1992. <https://doi.org/10.4324/9781315689081-15>.
- Bagan, Ivan, Patrick Bauthéac, Danilo Bilotta, Agostino Goretti, et Régis Thépot. 2019. « Revue par les pairs Algérie 2019 ».
- Bagdi, Souhila, et Ahmed Nedjari. 2016. « decryptage de la neotectonique dans le massif cotier de Sidi Medjeni (Dellys, Algerie) : basculement et soulèvement de blocs ». *Bulletin du Service Géologique de l'Algérie* 27 (1): 85-103. <https://www.asjp.cerist.dz/en/article/38490>.
- Bailly, Antoine S. 1996. *Risques naturels, risques de sociétés*. Economica. Paris. 104 pages
- . 1997. « Regional Planning Implications of Climate Changes ». In *Regional Science: Perspectives for the Future*, édité par Manas Chatterji, 197-206. London: Palgrave Macmillan UK. https://doi.org/10.1007/978-1-349-25514-6_13.
- Bailly, Antoine S. 2014. *Les Concepts de la géographie humaine*. Paris: Armand Colin.
- Barrère-Lutoff, Céline. 2000. « Le Système urbain niçois face à un séisme : méthode d'analyse des enjeux et des dysfonctionnements potentiels ». These de doctorat, Chambéry. <http://www.theses.fr/2000CHAML006>. 368 pages.
- Barroca, Bruno, Maryline DiNardo, et Irène Mboumoua. 2013. « De la vulnérabilité à la résilience : mutation ou bouleversement ? » *EchoGéo*, n° 24 (juin). <https://doi.org/10.4000/echogeo.13439>.
- Barroca, Bruno, Nathalie Pottier, et Emilie Lefort. 2005. « Analyse et évaluation de la vulnérabilité aux inondations du bassin de l'Orge aval ». *Septièmes Rencontres de Théo Quant* 12.
- Battiau-Queney, Yvonne, et Philippe Deboudt. 2005. *Cahiers de Géographie Physique 2005-15 - Risques naturels et sociétés*.
- Becerra, Sylvia. 2012. « Vulnérabilité, risques et environnement : l'itinéraire chaotique d'un paradigme sociologique contemporain ». [VertigO] *La revue électronique en sciences de l'environnement* 12 (1). <https://www.erudit.org/fr/revues/vertigo/2012-v12-n1-vertigo0531/1015096ar/>.
- Becerra, Sylvia, et Anne Peltier. 2009. *Risques et environnement : recherches interdisciplinaires sur la vulnérabilité des sociétés*, Paris., L'Harmattan. Réseau « Développement durable et territoires fragiles ». <https://journals.openedition.org/developpementdurable/8251>.
- Bechtoula, H, et H Ousalem. 2003. *The 21 May 2003 Zemmouri (Algeria) earthquake: damages and disaster responses*. Earthquake Research Institute, University of Tokyo.
- Bechtoula, Hakim. 2003. « M0058_report_the damage investigation and post-seismic campaign of the 2003 zemmouri earthquake in algeria », août 2003.

- Beck, Elise, Isabelle André-Poyaud, Paule-Annick Davoine, Sonia Chardonnel, et Céline Lutoff. 2012. « Risk Perception and Social Vulnerability to Earthquakes in Grenoble (French Alps) ». *Journal of Risk Research*, novembre. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13669877.2011.652649>.
- Beck, Elise, Isabelle I. André-Poyaud, Sonia Chardonnel, Paule-Annick Davoine, et Céline Lutoff. 2009. « MOVISS : Méthodes et Outils pour l'évaluation de la Vulnérabilité Sociale aux Séismes ». Séminaire de restitution des projets financés par le Pôle Grenoblois des Risques Naturels. 1 décembre 2009. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00511989>.
- Beck, Elise, Stéphane Cartier, Ludvina Colbeau-Justin, Carine Azzam, et Maud Saikali. 2019. « Vulnerability to Earthquake of Beirut Residents (Lebanon): Perception, Knowledge, and Protection Strategies ». *Journal of Risk Research* 22 (11): 1391-1408. <https://doi.org/10.1080/13669877.2018.1466826>.
- Beck, Elise, et Sandrine Glatron. 2009. « Vulnérabilité socio-spatiale aux risques majeurs : l'approche du géographe », 331. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00511980>.
- Beck, Elise, et Céline Lutoff. 2012. « Vulnérabilité sociale aux risques naturels. Application aux séismes à Grenoble ». Journée de l'OSUG. 24 mai 2012. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00986041>.
- Beck, Ulrich, Laure Bernardi, et Bruno Latour. 2008. *La société du risque: sur la voie d'une autre modernité*. Champs. Paris: Flammarion. 521 pages.
- Beckinsale, Robert P. 1979. « Progress in Physical Geography: Earth and Environment ». *Progress in Physical Geography: Earth and Environment* 3 (4): 600-603. <https://doi.org/10.1177/030913337900300408>.
- Belazougui, M., A. Farsi, Remas, et B. Mezazigh. 2004. « Etude statistique sur les constructions endommagées suite au séisme de Boumerdes , 21 mai 2003 ». Alger: Centre National De Recherche Appliquée En Génie-Parasismique. www.cgs-dz.org.
- Belazougui, M., M. N. Farsi, et A. Remas. 2003. « Le séisme de Zemmouri-Boumerdes du 21 mai 2003 évaluation et causes des dommages ».
- Belazougui, Mohamed. 2004. « La politique nationale de gestion des risques de catastrophe ». <https://www.interieur.gov.dz>.
- . 2008. « Boumerdes Algeria earthquake of may 21, 2003: damage analysis and behavior of beam-column reinforced concrete structures ». *The 14 th World Conference on Earthquake Engineering October 12-17, 2008, Beijing, China*, 2008.
- Bellil, R. 2004. « Kabylie : La région dans les écrits arabes. (Géographes et historiens du Xe – XVIe siècle) ». *Encyclopédie berbère*, n° 26 (mai): 4016-22. <https://doi.org/10.4000/encyclopedieberbere.1405>.
- Belloq, Maylis. 2006. « La préservation du patrimoine culturel en République populaire de Chine : pour quelle mémoire ? » *Perspectives chinoises* 2006 (4). <https://journals.openedition.org/perspectiveschinoises/998>.
- Bendjmila Imen. 2018. « l'estimation de la vulnérabilité urbaine, cle de la gestion des risques, cas de skikda ». Constantine: Université Salah Boubnider Constantine 3.
- Benedetti, Duilio, Gianmario Benzoni, et Maria A. Parisi. 1988. « Seismic Vulnerability and Risk Evaluation for Old Urban Nuclei ». *Earthquake Engineering & Structural Dynamics* 16 (2): 183-201. <https://doi.org/10.1002/eqe.4290160203>.
- Bénitez, Fanny. 2018. « Faire face ou vivre avec les catastrophes ? Capacités d'adaptation et capacités dans les trajectoires de résilience individuelles et territoriales au sein de l'espace Caraïbe ». Phdthesis, Université Paul Valéry - Montpellier III. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02147507>.
- Benitez, Fanny, et Magali Reghezza. 2018. « Les capacités à faire face ou comment repenser la résilience des individus ». *VertigO*, n° Hors-série 30 (mai). <https://doi.org/10.4000/vertigo.19116>.

- Benitez, Fanny, Magali Reghezza-Zitt, et Nancy Meschinet de Richemond. 2020. « Culture du risque cyclonique et résilience individuelle en Guadeloupe et à Saint-Martin ». *EchoGéo*, n° 51 (avril). <https://doi.org/10.4000/echogeo.18567>.
- Benouar, Djillali. 1996. « Governmental Measures to Mitigate Earthquake Impacts in Algeria ». In *Land-Based and Marine Hazards: Scientific and Management Issues*, édité par M. I. El-Sabh, S. Venkatesh, H. Denis, et T. S. Murty, 229-37. Advances in Natural and Technological Hazards Research. Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-009-0273-2_15.
- . 2004. « La catastrophe du 10 novembre 2001 à Alger ». *du PNUD*, avril, 28.
- . 2005. *Earthquake Risk in Africa*. UN/ISDR Publication (diunduh dari: www.unesco-ipred.org).
- . 2009. « Materials for the investigation of historical seismicity in Algeria from the records of past earthquakes ». *Annals of Geophysics* 47 (2-3). <https://doi.org/10.4401/ag-3321>.
- Benson, Charlotte, et Edward J. Clay. 2006. « Disasters, Vulnerability and the Global Economy: Implications for Less-Developed Countries and Poor Populations ». In *International Research in the Business Disciplines*, 5:115-45. Bingley: Emerald (MCB UP). [https://doi.org/10.1016/S1074-7877\(06\)05007-0](https://doi.org/10.1016/S1074-7877(06)05007-0).
- Bertran Rojo, Marc. 2014. « Correr entre los escombros - Courir entre les débris. La mobilité individuelle en période de crise sismique : facteur d'exposition humaine dans le cas du séisme de Lorca (Espagne 2011) ». These de doctorat, Grenoble. <https://www.theses.fr/2014GRENU040>.
- Bertrand, Etienne. 2003. « géodynamique, sismotectonique et géologie de l'Algerois ». AFPS.
- Bigo, Didier, Sandrine REVET, et ALEX Bastien. 2013. « L'environnement au prisme de l'écologie, du risque et de la catastrophe, Le gouvernement mondial des catastrophes «naturelles», La défense face aux défis du dérèglement climatique, Catastrophes naturelles, 2004-2013, Opérations post-conflit et post-catastrophe du PNUE, 1999-2014, Catastrophes naturelles, 1975-2013, Publications de la branche post-conflit et gestion des catastrophes du PNUE, 1999-2013 ».
- Birkmann. 2007. *Measuring Vulnerability to Natural Hazards: Towards Disaster Resilient Societies*. The Energy and Resources Institute (TERI).
- Birkmann, J., O. D. Cardona, M. L. Carreño, A. H. Barbat, M. Pelling, S. Schneiderbauer, S. Kienberger, et al. 2013. « Framing Vulnerability, Risk and Societal Responses: The MOVE Framework ». *Natural Hazards* 67 (2): 193-211. <https://doi.org/10.1007/s11069-013-0558-5>.
- Birkmann, Joern, Susan L. Cutter, Dale S. Rothman, Torsten Welle, Matthias Garschagen, Bas van Ruijven, Brian O'Neill, et al. 2015a. « Scenarios for Vulnerability: Opportunities and Constraints in the Context of Climate Change and Disaster Risk ». *Climatic Change* 133 (1): 53-68. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0913-2>.
- . 2015 « Scenarios for Vulnerability: Opportunities and Constraints in the Context of Climate Change and Disaster Risk ». *Climatic Change* 133 (1): 53-68. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0913-2>.
- Birkmann, Joern, et Torsten Welle. 2015. « Assessing the Risk of Loss and Damage: Exposure, Vulnerability and Risk to Climate-Related Hazards for Different Country Classifications ». *International Journal of Global Warming* 8 (2): 191. <https://doi.org/10.1504/IJGW.2015.071963>.
- Birkmann, Jörn, Stefan Kienberger, et David Alexander. 2014. *Assessment of Vulnerability to Natural Hazards: A European Perspective*. Elsevier.
- Blaikie, Piers M., éd. 1994. *At risk: natural hazards, people's vulnerability, and disasters*. London ; New York: Routledge. 134 pages.

- Blesius, Jean-Christophe. 2013. « Discours sur la culture du risque, entre approches négative et positive. Vers une éducation aux risques ? : Étude comparée du Québec et de la France ». *Géographie et cultures*, n° 88 (décembre): 249-65. <https://doi.org/10.4000/gc.3141>.
- Bogardi, Janos J., et Joern Birkmann. 2005. « Vulnerability Assessment : The First Step towards Sustainable Risk Reduction », 1-83. <http://collections.unu.edu/view/UNU:2808#viewMetadata>.
- Boscowitz, Arnold. 1885. *Les tremblements de terre*. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6347725f>.
- Bossel, Hartmut. 1999. *Indicators for Sustainable Development: Theory, Method, Applications ; a Report to the Balaton Group*. Winnipeg: IISD.
- Bougdél, Kamel. 2006. « Identification des caractéristiques typologiques architecturales et techniques constructives du cadre bâti historique méditerranéen, cas d'étude: La Casbah de Dellys ». Blida: Faculté des sciences de l'ingénieur, Blida.
- Bouguerba, Azzouz. 1994. « Évolution de la réglementation parasismique Algérie-Maroc ». 1994.
- Boukri, M., et M. Bensaïbi. 2006. « Seismic vulnerability of masonry buildings of Algiers ». In *Proceedings of the 1st European conference on earthquake engineering and seismology, Geneva, Switzerland*.
- Boulaghmen, F, et D Benouar. 2019. « Étude Globale Pluridisciplinaire de la Stratégie de Gestion des Risques d'Inondation dans le Sud de l'Algérie: Le cas de Ghardaïa, le 1er Octobre 2008 "Avant -Pendant-Après". », n° 3: 16.
- Bouzon, Arlette. 2002. « Ulrich Beck, La société du risque. Sur la voie d'une autre modernité. » *Questions de communication*, n° 2 (décembre). <http://journals.openedition.org/questionsdecommunication/7281>.
- British Association for Advancement of Science. Seismological Committee, et John Milne. 1912. *A Catalogue of Destructive Earthquakes, A.D. 7 to A.D. 1899*. London, The Association. <http://archive.org/details/catalogueofdestr00britrich>.
- Brooks, Nick. 2003. « Vulnerability, Risk and Adaptation: A Conceptual Framework ». *Tyndall Centre for Climate Change Research, Working Paper No 38* (janvier).
- Brot, Jean, et Gloria Awad, éd. 2008. *Catastrophe et gouvernance: succès et échecs dans la gestion des risques majeurs*. Collection « Proximités sociologie ». Cortil-Wodon: E.M.E.
- Burton, Christopher, Bijan Khazai, et Vitor Silva. 2014. « Social Vulnerability And Integrated Risk Assessment Within The Global Earthquake Model ». <https://doi.org/10.13140/2.1.4609.1520>.
- Burton, Ian, Robert W. Kates, et Rodman E. Snead. 1969. *The human ecology of coastal flood hazard in megalopolis*. University of Chicago. Dept. of Geography. Research paper no. 115. Chicago: Dept. of Geography [University of Chicago].
- Burton, Ian, Robert W Kates, et Gilbert F White. 1993. *The Environment as Hazard*. Hoboken: Guilford Publications. <http://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=235174>.
- Burton, Ian, Robert William Kates, et Gilbert F. White. 1968. « The human ecology of extreme geophysical events ».
- Burzet, Bellarmin-Vincent (Abbé). 1869. *Histoire des désastres de l'Algérie, 1866-1867-1868, sauterelles, tremblement de terre, choléra, famine*. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k5808520w>.
- Busca, Didier, et Stéphanie Toutain. 2009. *Analyse factorielle simple en sociologie: méthodes d'interprétation et études de cas*. Ouvertures sociologiques. Bruxelles [Paris]: De Boeck.
- Cabane, Lydie, et Sandrine Revet. 2015. « La cause des catastrophes ». *Politix*, n° 3: 47-67.

- Calais, E., S. Symithe, T. Monfret, B. Delouis, A. Lomax, F. Courboux, J. P. Ampuero, et al. 2022a. « Citizen seismology helps decipher the 2021 Haiti earthquake ». *Science* 376 (6590): 283-87. <https://doi.org/10.1126/science.abn1045>.
- Capot-Rey, Robert. 1954. « Crevasses sismiques et glissements de terrain en Algérie ». *Bulletin de l'Association de géographes français* 31 (245): 166-71. <https://doi.org/10.3406/bagf.1954.7464>.
- Caras, I., et B. Shapiro. 1975. « Partial Purification and Properties of Microsomal Phosphatidate Phosphohydrolase from Rat Liver ». *Biochimica Et Biophysica Acta* 409 (2): 201-11. [https://doi.org/10.1016/0005-2760\(75\)90154-x](https://doi.org/10.1016/0005-2760(75)90154-x).
- Cardona, Omar-Dario, Maarten K. van Aalst, Jörn Birkmann, Maureen Fordham, Glenn McGregor, Rosa Perez, Roger S. Pulwarty, et al. 2012. « Determinants of Risk: Exposure and Vulnerability ». In *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*, édité par Christopher B. Field, Vicente Barros, Thomas F. Stocker, et Qin Dahe, 65-108. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139177245.005>.
- Carreño, Martha-Liliana, Omar D. Cardona, et Alex H. Barbat. 2007. « Urban Seismic Risk Evaluation: A Holistic Approach ». *Natural Hazards* 40 (1): 137-72. <https://doi.org/10.1007/s11069-006-0008-8>.
- Carreño, Raúl. 1994. « Risques naturels et développement urbain dans la ville andine de Cusco, Pérou ». *Revue de géographie alpine* 82 (4): 27-43.
- Cartier, Stéphane. 2004. « Conditions sociales de la prévention du risque sismique à Boumerdès ». Algérie, IRD, Sciences au Sud. 2004.
- Cartier, Stéphane, Elise Beck, Ludvina Colbeau Justin, et Anaid Donabedian-Demopoulos. s. d. « Les représentations du risque sismique à Beyrouth et Bourj Hammoud », 11.
- Center for History and New Media. s. d. *Guide rapide pour débiter*. http://zotero.org/support/quick_start_guide.
- Ceroni, F., N. Caterino, et A. Vuoto. 2020. « Simplified Seismic Vulnerability Assessment Methods: A Comparative Analysis with Reference to Regional School Building Stock in Italy ». *Applied Sciences* 10 (19): 6771. <https://doi.org/10.3390/app10196771>.
- CGS. 2004. « Le séisme de Zemmouri-Boumerdes du 21 mai 2003 évaluation et causes des dommages », 2004.
- Chaid-Saoudi, Yasmina. 2010. *Dellys aux mille temps*. Éditions Dar el waai.
- . 2017. « Dellys une ville des patrimoines ».
- Chakraborty, Jayajit, Graham A. Tobin, et Burrell E. Montz. 2005. « Population evacuation: assessing spatial variability in geophysical risk and social vulnerability to natural hazards ». *Natural Hazards Review* 6 (1): 23-33.
- Chambers, Robert. 1989. « Editorial Introduction: Vulnerability, Coping and Policy ». *IDS Bulletin* 20 (2): 1-7. <https://doi.org/10.1111/j.1759-5436.1989.mp20002001.x>.
- Chance, Honor, et Amandine Chotard. 2013. « La gestion de la post-catastrophe ». *Bilan des retours d'expériences des événements passés (Les dossiers de l'Institut des Risques Majeurs)*. Institut des Risques Majeurs, Grenoble, 123p.
- Chaouche, Salah. 2013. « L'impact de l'urbanisme colonial sur la fabrique de la ville Algérienne ». *Sciences & Technologie. D, Sciences de la terre*, juin, 39-50. <http://revue.umc.edu.dz/index.php/d/article/view/1914>.
- Chardon, Anne Catherine. 1996. « Croissance urbaine et risques" naturels", évaluation de la vulnérabilité à Manizales, Andes de Colombie ». PhD Thesis, Grenoble 1.
- Chardon, Anne-Catherine. 1994. « Etude intégrée de la vulnérabilité de la ville de Manizales (Colombie) aux risques naturels ». *Revue de géographie alpine* 82 (4): 97-111. <https://doi.org/10.3406/rga.1994.3777>.
- Charlot-Valdieu, Catherine, et Philippe Outrequin. 2006. *Développement durable et renouvellement urbain: des outils opérationnels pour améliorer la qualité de vie dans nos quartiers*. Villes et entreprises. Paris: Harmattan. 300 pages

- Cherqui, Frédéric. 2005. « Méthodologie d'évaluation d'un projet d'aménagement durable d'un quartier -méthode ADEQUA ». France: Université de La Rochelle. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00012089>.
- Choay, Françoise. 2007. *L'allégorie du patrimoine*. Paris: Seuil. 272 pages.
- Christopher, J. Anderson. 2015. « Réduction du risque de catastrophe (Bilan mondial) ». Autriche: Bureau des Nations Unies pour la réduction des risques de catastrophe (UNISDR). www.preventionweb.net/gar.
- C.N.D./I.D.N.D.R. 1993. « Rapport national de l'Algérie ». Comité national algérien pour la décennie internationale des nations unies pour la prévention des catastrophes naturelles.
- CNES. 2003. « L'urbanisation et les risques naturels et industriels en Algérie : Inquiétudes actuelles et futures ». Alger: Publication du Conseil National Economique et Social.
Erreur ! Référence de lien hypertexte non valide..
- Coanus, Thierry, Jacques Comby, François Duchêne, et Emmanuel Martinais. 2010. *Risques et territoires : Interroger et comprendre la dimension locale de quelques risques contemporains*. Paris: Tec & Doc Lavoisier.
- Coeur, Denis, Huet Philippe, De Vanssay Bernadette, Petrelle Julie, Meschinet De Richemond Nancy, et association française pour la prévention des catastrophes naturelles. 2006. *Histoire, mémoire et prévention des catastrophes naturelles*. Paris: publications de l'afpcn.
- Colbeau-Justin, Ludvina. 2004. « The earthquake of January 2001 : Strengths and weaknesses in social response, Natural Hazards in el Salvador. » 2004..
- Colloque, Géographes et assureurs face aux risques naturels--. 2011. *Les risques sismiques : nouveaux regards sur la prévention et la gestion : 5e rencontres géographes et assureurs face aux risques naturels : actes du colloque, 7 avril 2011 [Université de Poitiers]*. [S.l.]: MAIF.
- Commissariat national au recensement de la population. 1970. « Recensement général de la population et de l'habitat 1966 ». Oran.
- Conway, C. M. 1975. « Editorial: "Old Lamps for New" ». *British Journal of Anaesthesia* 47 (8): 811-12.
- Council, National Research, Division on Earth and Life Studies, et Committee on Disaster Research in the Social Sciences: Future Challenges and Opportunities. 2006. *Facing Hazards and Disasters: Understanding Human Dimensions*. National Academies Press.
- CRED Crunch 56. 2019. « Disasters in Africa: 20 Year Review (2000-2019) | ». 2019. <https://www.emdat.be/cred-crunch-56-disasters-africa-20-year-review-2000-2019>.
- Crescenzo, Jean de 2010. *Chroniques Tizi-Ouziennes et régionales, 1914-1928*. Lulu.com.
- Cutter, Susan L. 1996. « Vulnerability to environmental hazards ». *Progress in human geography* 20 (4): 529-39.
- . 2003. « The vulnerability of science and the science of vulnerability ». *Annals of the Association of American Geographers* 93 (1): 1-12.
- . 2012. *Hazards Vulnerability and Environmental Justice*. Routledge. 448 pages
- . 2016. « The Changing Context of Hazard Extremes: Events, Impacts, and Consequences ». *Journal of Extreme Events* 03 (02): 1671005. <https://doi.org/10.1142/S2345737616710056>.
- . 2019. « Community Resilience, Natural Hazards, and Climate Change: Is the Present a Prologue to the Future? » *Norsk Geografisk Tidsskrift - Norwegian Journal of Geography*, novembre, 1-9. <https://doi.org/10.1080/00291951.2019.1692066>.
- Cutter, Susan L., Bryan J. Boruff, et W. Lynn Shirley. 2003. « Social Vulnerability to Environmental Hazards* ». *Social Science Quarterly* 84 (2): 242-61. <https://doi.org/10.1111/1540-6237.8402002>.
- Cutter, Susan L., et Sahar Derakhshan. 2019. « Implementing Disaster Policy: Exploring Scale and Measurement Schemes for Disaster Resilience ». *Journal of Homeland Security and Emergency Management* 16 (3). <https://doi.org/10.1515/jhsem-2018-0029>.

- Cutter, Susan L., et Christopher Emrich. 2005. « Are Natural Hazards and Disaster Losses in the U.S. Increasing? » *Eos, Transactions American Geophysical Union* 86 (41): 381-89. <https://doi.org/10.1029/2005EO410001>.
- Cutter, Susan L., Christopher T. Emrich, Melanie Gall, et Rachel Reeves. 2018. « Flash Flood Risk and the Paradox of Urban Development ». *Natural Hazards Review* 19 (1): 05017005. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)NH.1527-6996.0000268](https://doi.org/10.1061/(ASCE)NH.1527-6996.0000268).
- Cutter, Susan L., Christopher T. Emrich, Jerry T. Mitchell, Walter W. Piegorsch, Mark M. Smith, et Lynn Weber. 2014. *Hurricane Katrina and the Forgotten Coast of Mississippi*. Cambridge University Press.
- Cutter, Susan L., Jerry T. Mitchell, et Michael S. Scott. 2000. « Revealing the Vulnerability of People and Places: A Case Study of Georgetown County, South Carolina ». *Annals of the Association of American Geographers* 90 (4): 713-37. <https://doi.org/10.1111/0004-5608.00219>.
- Dauphiné, André, et Damienne Provitolo. 2013. *Risques et catastrophes observer, spatialiser, comprendre, gérer*. Paris: A. Colin. 412 pages.
- Davis, Ian, et David Alexander. 2015. *Recovery from Disaster*. Routledge. 390 pages.
- Defosse, Stéphanie, Freddy Vinet, et Frédéric Leone. 2018. « Diagnostiquer la vulnérabilité face aux inondations : progrès et limites ». In *Inondations 1 : la connaissance du risque*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03171204>.
- Delaître, Maxime, Maryline Di Nardo, Michaël Gonzva, Bruno Barroca, et Youssef Diab. 2016. « Échelles spatiales et approches méthodologiques pour l'analyse de la vulnérabilité : d'une approche sectorielle vers une approche systémique ». *Espace populations sociétés*, n° 2016/3 (décembre). <https://doi.org/10.4000/eps.7044>.
- D'Ercole, Robert. 1996 « La catastrophe et son impact à moyen terme : l'exemple de Popayan (Colombie), dix ans après le séisme du 31 mars 1983 ». *Cahiers des sciences humaines. ORSTOM* 32 (2): 445-70. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01180457>.
- . 1996« Représentations cartographiques des facteurs de vulnérabilité des populations exposées à une menace volcanique. Application à la région du volcan Cotopaxi (Equateur) ». *Bulletin de l'Institut Français d'Etudes Andines, Les risques naturels et leur gestion en Equateur. Diversité des exemples, complémentarité des approches*, 25 (3): 479-507. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01172040>.
- D'Ercole, Robert, et Olivier Dollfus. 1996. « Mémoire des catastrophes et prévention des risques ». *Natures Sciences Sociétés* 4 (4): 381-91. <https://doi.org/10.1051/nss/19960404381>.
- D'Ercole, Robert, et Pascale Metzger. 2003. « Main issues within the risk definition. Applied to Quito (Ecuador) ». In *Espaces tropicaux et risques. Du local au global*, édité par David Gilbert, 185-96. *Espaces tropicaux et risques. Du local au global*. Orléans, France: Presses Universitaires d'Orléans. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01217119>.
- . 2005. « Repenser Le Concept de Risque Pour Une Gestion Préventive Du Territoire. Repensar El Concepto de Riesgo Para Una Gestión Preventiva Del Territorio. Rethinking the Concept of Risk for Preventive Land Management. » *Pangea* 43/44: 19-36. <https://hal-insu.archives-ouvertes.fr/insu-00956846>.
- D'Ercole, Robert, Patrick Pigeon, et Claudine Misson. 2000. « L'évaluation du risque à l'échelle internationale : méthodologie et application aux diagnostics préalables aux actions de préparation et de prévention des catastrophes ». *Cahiers Savoisiens de Géographie, La géographie des risques dits "naturels". Entre géographie fondamentale et géographie appliquée*. 1: 29-36. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01196454>.
- D'Ercole, Robert, Jean-Claude Thouret, Jean-Pierre Aste, Olivier Dollfus, et Avijit Gupta. 1995. « Croissance urbaine et risques naturels: présentation introductive ». *Bulletin de l'Association de géographes français*, n° 4: 311-38.

- D'Ercole, Robert d', et Pascale Metzger. 2009. « La vulnérabilité territoriale: une nouvelle approche des risques en milieu urbain ». *Cybergeo: European Journal of Geography* 447: 87-96.
- D'Ercole, Robert d', Jean-Claude Thouret, Olivier Dollfus, et Jean-Pierre Asté. 1994. « Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés : concepts, typologie, modes d'analyse ». *Revue de Géographie Alpine* 82 (4): 87-96. <https://doi.org/10.3406/rga.1994.3776>.
- Després, Carole, Geneviève Vachon, et Andrée Fortin. 2011. « Implementing Transdisciplinarity: Architecture and Urban Planning at Work ». In *Transdisciplinary Knowledge Production in Architecture and Urbanism*, édité par Isabelle Doucet et Nel Janssens, 33-49. Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0104-5_3.
- Desprez, Cédric. 2011. « Analyse et Réduction de la Vulnérabilité Sismique des Structures Existantes: Renforcement par Collage de Tissus de Fibres de Carbone (TFC) », 162.
- Desthieux, Gilles. 2005. « Approche systémique et participative du diagnostic urbain: processus de représentation cognitive du système urbain en vue de l'élaboration d'indicateurs géographiques ». Lausanne: EPFL. <https://doi.org/10.5075/epfl-thesis-3216>.
- Dewan, Ashraf. 2013. *Floods in a Megacity*. Dordrecht: Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-5875-9>.
- Donze, Jacques. 2007. « Le risque : de la recherche à la gestion territorialisée ». *Géocarrefour* 82 (vol. 82/1-2): 3-5. <http://journals.openedition.org/geocarrefour/1395>.
- Douglas, Professor Mary. 2002. *Risk and Blame*. 0 éd. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203430866>.
- Doumane, Saïd. 2011. « Tizi-Ouzou : historique d'un col et son urbanisation ». *Insaniyat / إنسانيات. Revue algérienne d'anthropologie et de sciences sociales*, n° 54 (décembre): 13-29. <https://doi.org/10.4000/insaniyat.13001>.
- Dureville, Jean-louis, Jean-Pierre MENEROUD, Pierre MOUROUX, et Jean Michel SIMON. 1985. « Evaluation de l'aléa sismique local microzonage », 1985.
- Eakin, Hallie, et Amy Lynd Luers. 2006. « Assessing the Vulnerability of Social-Environmental Systems ». *Annual Review of Environment and Resources* 31 (1): 365-94. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.30.050504.144352>.
- Edwards, Curtis L., éd. 2004. *Zemmouri, Algeria: Mw 6.8 earthquake of May 21, 2003*. Monograph / Technical Council on Lifeline Earthquake Engineering, no. 27. Reston, VA: American Society of Civil Engineers.
- EERI. 2003. « The Boumerdes, Algeria, Earthquake of May 21, 2003 ». 71. Earthquake Engineering Research Institute. <https://www.eeri.org/products-page/reconnaissance-reports/the-boumerdes-algeria-earthquake-of-may-21-2003-2/>.
- Ellis, Jean T., et Mayra A. Román-Rivera. 2019. « Assessing Natural and Mechanical Dune Performance in a Post-Hurricane Environment ». *Journal of Marine Science and Engineering* 7 (5): 126. <https://doi.org/10.3390/jmse7050126>.
- Enarson, Elaine, Alice Fothergill, et Lori Peek. 2007. « Gender and disaster: Foundations and directions ». In *Handbook of disaster research*, 130-46. Springer.
- Espinosa, Carole. 2009. « Le ministère de la Guerre et les autorités municipales dans l'espace urbain : la question des fortifications en France de 1815 à 1870 ». *Revue historique des armées*, n° 254 (mars): 110-23. <http://journals.openedition.org/rha/6583>.
- Etienne, Lucile. 2016. « Accentuation récente de la vulnérabilité liée au recul du trait de côte et à l'extension des sebkhas dans l'archipel de Kerkennah (Tunisie) ». PhD Thesis, ANRT, Université de Lille III.
- Fabiani, Jean-Louis, et Jacques Theys, éd. 1987. *La Société vulnérable: évaluer et maîtriser les risques*. Paris: Presses de l'Ecole normale supérieure.

- Fattal, Paul, Marc Robin, et Patrick Pottier. 2007. « Évaluation de la vulnérabilité côtière face aux pollutions par hydrocarbures : application à l'île de Noirmoutier ». *Territoire en mouvement Revue de géographie et aménagement. Territory in movement Journal of geography and planning*, n° 1 (mars): 54-69. <https://doi.org/10.4000/tem.551>.
- Feilden, Bernard M. 1987. *Between two earthquakes: cultural property in seismic zones*. Rome : Marina del Rey, Calif., USA: ICCROM ; Getty Conservation Institute.
- Fekete, Alexander. 2019. « Social Vulnerability (Re-) Assessment in Context to Natural Hazards: Review of the Usefulness of the Spatial Indicator Approach and Investigations of Validation Demands ». *International Journal of Disaster Risk Science* 10 (2): 220-32. <https://doi.org/10.1007/s13753-019-0213-1>.
- Feredj, Mohamed Seghir, et Cheikh Bouamrane. 2010. *Histoire de Tizi-Ouzou et de sa région: (Des origines à 1957)*. 280 pages.
- Ferrigni, Ferruccio, et Bruno Helly. 1990. « Protection du patrimoine bâti dans les zones à risques sismiques : analyses et interventions », n° 28.
- Foerster. 2009. « Vulnérabilité : état de l'art sur les concepts et méthodologies d'évaluation ». France: BRGM.
- Fothergill, Alice, Enrique G. M. Maestas, et JoAnne DeRouen Darlington. 1999. « Race, Ethnicity and Disasters in the United States: A Review of the Literature ». *Disasters* 23 (2): 156-73. <https://doi.org/10.1111/1467-7717.00111>.
- Fothergill, Alice, et Lori A. Peek. 2004. « Poverty and Disasters in the United States: A Review of Recent Sociological Findings ». *Natural Hazards* 32 (1): 89-110. <https://doi.org/10.1023/B:NHAZ.0000026792.76181.d9>.
- Fouqué, Ferdinand (1828-1904) Auteur du texte. 1888. *Les tremblements de terre / par F. Fouqué,...* <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k148303d>.
- Fournier, Patrick, et Christèle Ballut. 2007. « L'eau et le risque ». *France-Album*. 189apr. J.-C. Paris. <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b105016767>.
- Frank, Andrew U, Jonathan Raper, et Jean-Paul Cheylan. 2001. *Life and Motion of Socio-Economic Units*. Abingdon, UK: Taylor & Francis. <https://doi.org/10.4324/9780203305706>.
- Fuchs, Sven, et Thomas Thaler. 2018. *Vulnerability and Resilience to Natural Hazards*.
- Galinié, Henri. 2013. « I. Pratiques archéologiques de la ville ». In *Ville, espace urbain et archéologie*, 15-43. Hors Collection. Tours: Presses universitaires François-Rabelais. <http://books.openedition.org/pufr/1373>.
- Galinié, Henri, Xavier Rodier, et Laure Saligny. 2004. « Entités fonctionnelles, entités spatiales et dynamique urbaine dans la longue durée ». *Histoire & mesure* XIX (XIX-3/4): 223-42. <https://doi.org/10.4000/histoiremesure.761>.
- Gall, Melanie, et Susan L. Cutter. 2019. « 2005 Events and Outcomes: Hurricane Katrina and Beyond ». In *Emergency Management*, édité par Claire B. Rubin, 3^e éd., 191-217. Edition 3. | New York, NY: Routledge, 2019.: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429425059-7>.
- Gall, Melanie, Susan L. Cutter, et Khai Hoan Nguyen. 2014a. « Governance in Disaster Risk Management ». <https://doi.org/10.13140/2.1.2130.2568>.
- . 2014b. « Incentives for Disaster Risk Management ». <https://doi.org/10.13140/2.1.3178.8325>.
- . 2014c. « Transformative Development and Disaster Risk Management ». <https://doi.org/10.13140/2.1.1605.9682>.
- Ganse, Robert A, et John B Nelson. 2014 « Catalog of Significant Earthquakes », 168.
- GAR. 2015. « Basic Country Statistics and Indicators (2014) ». 2015. <https://www.preventionweb.net/english/hyogo/gar/2015/en/home/>.
- Garat, Isabelle, Maria Gravari-Barbas, et Vincent Veschambre. 2005. « Préservation du patrimoine bâti et développement durable : une tautologie ? Les cas de Nantes et

- Angers ». *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*, n° Dossier 4 (mai). <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.4913>.
- Garschagen, Matthias, et Patricia Romero-Lankao. 2015. « Exploring the Relationships between Urbanization Trends and Climate Change Vulnerability ». *Climatic Change* 133 (1): 37-52. <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0812-6>.
- Gencer, Ebru A. 2013. « Natural Disasters, Urban Vulnerability, and Risk Management: A Theoretical Overview ». In *The Interplay between Urban Development, Vulnerability, and Risk Management*, par Ebru A. Gencer, 7:7-43. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-29470-9_2.
- Géologie des zones sismiques du Nord de l'Algérie : paléosismologie, tectonique active et synthèse sismotectonique et Mustapha Meghraoui. 1988. « Géologie des zones sismiques du Nord de l'Algérie : paléosismologie, tectonique active et synthèse sismotectonique ». PARIS Cedex 07: Université de Paris-Sud. Faculté des Sciences d'Orsay.
- Gerard, François, et Michel Lang. 2019. « Xynthia: analyse des causes et des conséquences de la catastrophe ». *La Houille Blanche*, n° 3-4: 149-56.
- Giovene di Girasole, Eleonora, et Daniele Cannatella. 2017. « Social Vulnerability to Natural Hazards in Urban Systems. An Application in Santo Domingo (Dominican Republic) ». *Sustainability* 9 (11): 2043. <https://doi.org/10.3390/su9112043>.
- Gleyze, Jean-Francois. 2005. « La vulnérabilité structurelle des réseaux de transport dans un contexte de risques ». Phd thesis, Université Paris-Diderot - Paris VII. 541pages <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00138991>.
- Gleyze, Jean-François, et Magali Reghezza. 2007. « La vulnérabilité structurelle comme outil de compréhension des mécanismes d'endommagement ». *Géocarrefour* 82 (vol. 82/1-2). <https://doi.org/10.4000/geocarrefour.1411>.
- Goffin, Louis. 1999. « Pour une recherche en éducation relative à l'environnement « centrée sur l'objet partagé » ». *Éducation relative à l'environnement*, n° Volume 1 (septembre). <https://doi.org/10.4000/ere.7164>.
- Goltz, James D, Hyejeong Park, Genta Nakano, et Katsuya Yamori. 2020. « Earthquake Ground Motion and Human Behavior: Using DYFI Data to Assess Behavioral Response to Earthquakes ». *Earthquake Spectra* 36 (3): 1231-53. <https://doi.org/10.1177/8755293019899958>.
- Grigoriou, Christopher. 2005. « Essais sur la vulnérabilité des enfants dans les pays en développement: l'impact de la politique économique ». *These pour le doctorat es sciences économiques, Université d'Auvergne, Centre d'Etudes et de Recherches sur le Développement International*.
- Groupe d'experts des Nations Unies. 2015. « Rapport du groupe de travail intergouvernemental d'experts à composition non limitée chargé des indicateurs et de la terminologie relatifs à la réduction des risques de catastrophe ». A/71/644. Développement durable : réduction des risques de catastrophe. Genève: Nations Unies.
- Grünthal, G. 1998. « European Macroseismic Scale 1998 : EMS-98 ». *Undefined*.
- Gsell, Stéphane (1864-1932), 1927. *Histoire ancienne de l'Afrique du Nord (4e édition revue) / Stéphane Gsell,...* <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k5804674j>.
- Gueguen, Philippe. 2013. *Vulnérabilité sismique des constructions*. Lavoisier. 340 pages.
- Guéguen, Philippe, Céline Lutoff, et Paule-Annick Davoine. 2006. « Evaluation de la vulnérabilité sismique à l'échelle d'une ville de Rhône Alpes ». 2006. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00265091>.
- Guéguen, Philippe, Céline Lutoff, Paule-Annick Davoine, et Stéphane Cartier. 2009. « Analyse de la vulnérabilité sismique dans un pays à sismicité modérée : le cas de Grenoble », 285. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00735649>.
- Hamdad, Habiba, et Rachida Hamid. 2002. « La question de protection et de la réhabilitation du patrimoine urbain et architectural Cas du tibia de Dylles ». USTHB.

- Hamdi, Rania. 2021. « Inondations en Algérie : « Il faut s'attendre à d'autres effondrements » ». *Jeune Afrique.com*, 2021.
- Hames, Elizabeth, Justin Stoler, Christopher T. Emrich, Sweta Tewary, et Naushira Pandya. 2016. « A GIS Approach to Identifying Socially and Medically Vulnerable Older Adult Populations in South Florida ». *The Gerontologist*, août, gnw106. <https://doi.org/10.1093/geront/gnw106>.
- Harbi, A., S. Maouche, F. Vaccari, A. Aoudia, F. Oussadou, G.F. Panza, et D. Benouar. 2007. « Seismicity, Seismic Input and Site Effects in the Sahel—Algiers Region (North Algeria) ». *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 27 (5): 427-47. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2006.10.002>.
- Heddar, Aicha, Hamoud Beldjoudi, Christine Authemayou, Roza SiBachir, Abdelkrim Yelles-Chaouche, et Azzedine Boudiaf. 2016. « Use of the ESI-2007 Scale to Evaluate the 2003 Boumerdès Earthquake (North Algeria) ». *Annals of Geophysics* 59 (2): 0211. <https://doi.org/10.4401/ag-6926>.
- Heitz, Carine, Julien Brun, Anne Rozan, et Brice Martin. 2018. « Analyse diachronique de la vulnérabilité par l'évaluation des dommages potentiels : quels enjeux dans le temps ? » *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, n° Volume 18 Numéro 3 (décembre). <https://doi.org/10.4000/vertigo.23419>.
- Hélène Thomas. 2008. « Vulnérabilité, fragilité, précarité, résilience, etc. » *Recueil Alexandries*, janvier. <article697.html>.
- Hladik, Murielle. 2012. « Enjeux de la reconstruction : recoudre le tissu urbain, renouer le lien social ». *Ebisu. Études japonaises*, n° 47 (juin): 189-203. <https://doi.org/10.4000/ebisu.436>.
- Huang, Xiao, Zhenlong Li, Cuizhen Wang, et Huan Ning. 2019. « Identifying Disaster Related Social Media for Rapid Response: A Visual-Textual Fused CNN Architecture ». *International Journal of Digital Earth*, juin, 1-23. <https://doi.org/10.1080/17538947.2019.1633425>.
- Hugonie, Gérard. 2005. « Yvette Veyret (dir.) - Les risques ». *L'Information Géographique* 69 (2): 203-203. https://www.persee.fr/doc/ingeo_0020-0093_2005_num_69_2_6909_t1_0203_0000_3.
- Hung, Chen-Ling J., L. Allan James, et Michael E. Hodgson. 2018. « An Automated Algorithm for Mapping Building Impervious Areas from Airborne LiDAR Point-Cloud Data for Flood Hydrology ». *GIScience & Remote Sensing* 55 (6): 793-816. <https://doi.org/10.1080/15481603.2018.1452588>.
- Husson, Jean-Pierre. 2003. « Yvette Veyret (sous la direction de), 2003, Les risques.. Paris, SEDES, 2003, 255 p. » *Revue Géographique de l'Est* 43 (vol 43 / 3). <http://journals.openedition.org/rge/2423>.
- Ibn Khaldun, et William Mac-Guckin de Slane. 2010. *Histoire des Berbères et des dynasties musulmanes de l'Afrique septentrionale*. Alger: édition Berti. 472 pages.
- ICCROM, ICOMOS, UICN. 2010. « Gérer les risques de catastrophes pour le patrimoine mondial - Recherche Google ». Ingallina, Patrizia. 2008. *Le projet urbain*. Troisième éd. mise à jour. Que sais-je ? 3585. Paris: PUF.
- Institut d'aménagement et d'urbanisme. 2013. « Étude sur la vulnérabilité et l'adaptation de la Wilaya d'Alger au changement climatique et aux risques naturels ». Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et de la Ville.
- Ishiwatari, Mikio. 2022. « Disaster Risk Reduction ». In *Handbook of Climate Change Mitigation and Adaptation*, édité par Maximilian Lackner, Baharak Sajjadi, et Wei-Yin Chen, 3019-45. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-72579-2_147.
- Jack Moehle, Chair, Jay Berger, Jonathan Bray, Lori Dengler, Marjorie Greene, Judith Mitrani-Reiser, et William Siembieda. 2010. « The 27 February 2010 Central South Chile Earthquake: Emerging Research Needs and Opportunities ».

- Jacobs, Judy. 2003. « Strong Algerian Earthquake Strikes near Capital City ». *Eos, Transactions American Geophysical Union* 84 (50): 561. <https://doi.org/10.1029/2003EO500002>.
- Japan Association of Earthquake Engineering (JAEE), Japan Society of Civil Engineering (JSCE), Architectural Institute of Japan (AIJ), et Japan Geotechnical Society (JGS). 2004. « Boumerdes Earthquake The 21st May 2003 Japanese Reconnaissance Team ».
- Jiang, Yuqin, Zhenlong Li, et Susan L. Cutter. 2019. « Social Network, Activity Space, Sentiment, and Evacuation: What Can Social Media Tell Us? » *Annals of the American Association of Geographers* 109 (6): 1795-1810. <https://doi.org/10.1080/24694452.2019.1592660>.
- Joakim, Erin. 2008. « Assessing the ‘Hazards of Place’ Model of Vulnerability: A Case Study of Waterloo Region ». *Theses and Dissertations (Comprehensive)*, janvier. <https://scholars.wlu.ca/etd/893>.
- Jones, Roger, Rizaldi Boer, S. Magezi, et L. Mearns. 2004. « Assessing current climate risks ». *Adaptation Policy Framework for Climate change: Developing strategies, policies and measures, UNDP, Cambridge University Press, Cambridge, UK*, 91-117.
- Jurgilevich, Alexandra, Aleksi Räsänen, et Sirkku Juhola. 2021. « Assessing the Dynamics of Urban Vulnerability to Climate Change: Case of Helsinki, Finland ». *Environmental Science & Policy* 125 (novembre): 32-43. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.08.002>.
- Karim, M. Bendani. 2012. « Un scénario du risque de mouvement de terrain dans un îlot urbain:: cas de Sidi El Houari, Oran. »
- Karl, A. 189apr. J.-C. « France-Album ». Image. Gallica. 189 189apr. J.-C. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b105016767>.
- Kates, R. W., C. E. Colten, S. Laska, et S. P. Leatherman. 2006. « Reconstruction of New Orleans after Hurricane Katrina: A Research Perspective ». *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103 (40): 14653-60. <https://doi.org/10.1073/pnas.0605726103>.
- Kates, Robert W., et Ian Burton. 2008. « Gilbert F. White, 1911–2006 Local Legacies, National Achievements, and Global Visions ». *Annals of the Association of American Geographers* 98 (2): 479-86.
- Kates, Robert, et Gilbert F. White. 1986. *Geography, Resources and Environment, Volume 1: Selected Writings of Gilbert F. White*. Vol. 1. University of Chicago Press.
- Khalidi, Khaled. 2000. *Méthodes statistiques et probabilités introduction à la théorie des probabilités et aux méthodes statistiques*. Alger: Casbah éditions.
- Kreimer, Alcira, Margaret Arnold, et Anne Carlin, éd. 2003. *Building safer cities: the future of disaster risk*. Disaster risk management series, no. 3. Washington, D.C: World Bank.
- Lagomarsino, Sergio, et Sonia Giovinazzi. 2006. « Macroseismic and Mechanical Models for the Vulnerability and Damage Assessment of Current Buildings ». *Bulletin of Earthquake Engineering* 4 (4): 415-43. <https://doi.org/10.1007/s10518-006-9024-z>.
- Lagomarsino, Sergio, Hormoz Modaressi, Kiriazis Pitilakis, Vlatko Bosiljkov, Chiara Calderini, Dina D’Ayala, Djillali Benouar, et Serena Cattari. 2010. « PERPETUATE Project: The Proposal of a Performance-Based Approach to Earthquake Protection of Cultural Heritage ». *Advanced Materials Research*. Trans Tech Publications Ltd. 2010. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.133-134.1119>.
- Lançon, Frédéric, Olivier Mora, et Francis Aubert. 2014. « L’extension urbaine à travers le monde : enjeux pour les villes et les campagnes ». https://hal.archives-ouvertes.fr/hal- Epreuves_votre_article_pour_relecture.pdf
- Lane, Jan-Erik. 2017. « The Politics of Climate Change Coordination: The COP21 Goals I, II, III ». *Open Journal of Political Science* 07 (03): 421-31. <https://doi.org/10.4236/ojps.2017.73033>.
- Lang, K., et H. Bachmann. 2003. « On the seismic vulnerability of existing unreinforced masonry buildings ». *Journal of Earthquake Engineering* 7 (3): 407-26. <https://doi.org/10.1080/13632460309350456>.

- Lang, Kerstin. 2002. « Seismic Vulnerability of Existing Buildings ». Application/pdf. ETH Zurich. <https://doi.org/10.3929/ETHZ-A-004333389>.
- Langumier, Julien, et Sandrine Revet. 2011. « Une ethnographie des catastrophes est-elle possible? Coulées de boue et inondations au Venezuela et en France ». *Cahiers d'anthropologie sociale*, n° 1: 77-90.
- Laporte, J.-P. 1995. « Dellys: (antique Rusuccuru, médiévale Tedelles) ». *Encyclopédie berbère*, n° 15 (avril): 2255-61. <https://doi.org/10.4000/encyclopedieberbere.2231>.
- Lavell, Allan, et Andrew Maskrey. 2014. « The Future of Disaster Risk Management ». *Environmental Hazards* 13 (4): 267-80. <https://doi.org/10.1080/17477891.2014.935282>.
- Le Blanc, Antoine. 2010. « La conservation des ruines traumatiques, un marqueur ambigu de l'histoire urbaine ». *Espace géographique* 39 (3): 253. <https://doi.org/10.3917/eg.393.0253>.
- Le Blanc, Antoine. 2008. « Vulnérabilité sismique et inégalités socio-spatiales: Les cas d'Assise et de Noto (Italie) ». *Espace populations sociétés*, n° 2008/1 (juin): 55-70. <https://doi.org/10.4000/eps.2362>.
- Ledoux, Bruno. 1994. « Les études de vulnérabilité dans la cartographie règlementaire des inondations à la Réunion : approche méthodologique, études de cas et réflexion sur leur finalité ». *Revue de Géographie Alpine* 82 (4): 167-77. <https://doi.org/10.3406/rga.1994.3782>.
- Léone, Frédéric. 2007. « Caractérisation des vulnérabilités aux catastrophes " naturelles " : contribution à une évaluation géographique multirisque (mouvements de terrain, séismes, tsunamis, éruptions volcaniques, cyclones) ». Thesis, Université Paul Valéry - Montpellier III. 331 pages. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00276636>.
- Léone, Frédéric, Nancy Meschinot de Richemond, et Freddy Vinet. 2010. *Aléas naturels et gestion des risques*. Paris: Presses universitaires de France.
- Leone, Frédéric, et Freddy Vinet. 2006. « La vulnérabilité, un concept fondamental au cœur des méthodes d'évaluation des risques naturels ». *la «Vulnérabilité des sociétés et territoires face aux menaces naturelles»*, Ouvrage collectif sous la direction de Leone F. et Vinet F., *Géorisques* 4.
- . 2015. *Plans communaux de sauvegarde et outils de gestion de crise*. Géorisques. Presses universitaires de la Méditerranée. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03188460>.
- Léone, Frédérique, Marie Augendre, et Freddy Vinet. 2006. *La vulnérabilité des sociétés et des territoires face aux menaces naturelles analyses géographiques*. Collections :Collection «Géorisques» ; no 1. Montpellier France: Presses Universitaires de la Méditerranée PULM.
- Le parisien. 2003. « L'Algérie a besoin d'aide ». *leparisien.fr*, 3 juin 2003, sect. /faits-divers/. <https://www.leparisien.fr/faits-divers/l-algerie-a-besoin-d-aide-04-06-2003-2004141635.php>.
- Levy, Albert, et V. Spigai. 1989. *Il piano e l'architettura della città, ipotesi per nuovi strumenti (Le plan et l'architecture de la ville, hypothèses pour de nouveaux instruments)*. Cluva Editrice. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00124562>.
- Lewis, James. 1999. *Development in Disaster-Prone Places: Studies of Vulnerability*. Rugby, Warwickshire, United Kingdom: Practical Action Publishing. <https://doi.org/10.3362/9781780442013>.
- Lhomme, Serge. 2012. « Les réseaux techniques comme vecteur de propagation des risques en milieu urbain : une contribution théorique et pratique à l'analyse de la résilience urbaine ». <http://www.theses.fr>. Thesis, Paris 7. <http://www.theses.fr/2012PA070131>.
- Li, Zhenlong, Qunying Huang, Yuqin Jiang, et Fei Hu. 2019. « SOVAS: A Scalable Online Visual Analytic System for Big Climate Data Analysis ». *International Journal of Geographical Information Science*, avril, 1-22. <https://doi.org/10.1080/13658816.2019.1605073>.

- Li, Zhenlong, Cuizhen Wang, Christopher T. Emrich, et Diansheng Guo. 2018. « A Novel Approach to Leveraging Social Media for Rapid Flood Mapping: A Case Study of the 2015 South Carolina Floods ». *Cartography and Geographic Information Science* 45 (2): 97-110. <https://doi.org/10.1080/15230406.2016.1271356>.
- Liu, Jingyu, Walter W. Piegorsch, A. Grant Schissler, et Susan L. Cutter. 2018. « Autologistic Models for Benchmark Risk or Vulnerability Assessment of Urban Terrorism Outcomes ». *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)* 181 (3): 803-23. <https://doi.org/10.1111/rssa.12323>.
- Llorente-Marrón, Mar, Montserrat Díaz-Fernández, Paz Méndez-Rodríguez, et Rosario González Arias. 2020. « Social Vulnerability, Gender and Disasters. The Case of Haiti in 2010 ». *Sustainability* 12 (9): 3574. <https://doi.org/10.3390/su12093574>.
- Long, A. P. 2007. « Poverty Is the New Prostitution: Race, Poverty, and Public Housing in Post-Katrina New Orleans ». *Journal of American History* 94 (3): 795-803. <https://doi.org/10.2307/25095141>.
- Loubière, Antoine. 2014. « Vulnérabilités et résilience urbaine », revue urbanisme, , n° 395.
- Lutoff, Céline Barrère. 2000. « Le Système urbain niçois face à un séisme : méthode d'analyse des enjeux et des dysfonctionnements potentiels ». Chambéry. <http://www.theses.fr/2000CHAML006>.
- Lutoff, Céline, Philippe Gueguen, et Paule-Annick Davoine. 2007. « Vulneralp : L'enquête au service de l'évaluation des vulnérabilités sismiques en milieu urbain. L'exemple de Grenoble », juillet.
- Lynch, Kevin. 2001. *L'image de la cité*. Paris: Dunod. 240 pages.
- Lyster, Rosemary, et Robert Verchick. 2018. *Research Handbook on Climate Disaster Law*. Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781786430038>.
- Madigan, Michael L. 2018. *Handbook of Emergency Management Concepts: A Step-by-Step Approach*. Boca Raton, FL: CRC Press. 388 pages.
- Magilligan, Francis J., L. Allan James, Scott A. Lecce, James T. Dietrich, et John A. Kupfer. 2019. « Geomorphic Responses to Extreme Rainfall, Catastrophic Flooding, and Dam Failures across an Urban to Rural Landscape ». *Annals of the American Association of Geographers* 109 (3): 705-29. <https://doi.org/10.1080/24694452.2018.1507814>.
- Magnan, Alexandre K., Virginie Duvat, et Emmanuel Garnier. 2012a. « Reconstituer les « trajectoires de vulnérabilité » pour penser différemment l'adaptation au changement climatique ». *Natures Sciences Sociétés* 20 (1): 82-91. <https://www.cairn.info/revue-natures-sciences-societes-2012-1-page-82.htm>.
- Maison, Dominique. 1973. « La population de l'Algérie ». *Population* 28 (6): 1079-1107. <https://doi.org/10.2307/1530578>.
- Malbos, J. 1955. « Le séisme d'Orléansville ». *L'Astronomie* 69 (février): 66. <http://adsabs.harvard.edu/abs/1955LAstr..69...66M>.
- Malte-Brun, Victor Adolfe. 1883. *La France illustrée, géographie - histoire - administration - statistique*. J. Rouff.
- Mancebo, François. 2007. « Des risques «naturels» aux politiques urbaines à Mexico ». *Journal of Alpine Research| Revue de géographie alpine*, n° 95-2: 95-107. <https://doi.org/10.4000/rga.258>.
- Maouche, Said, Christophe Morhange, et Mustapha Meghraoui. 2009. « Large Boulder Accumulation on the Algerian Coast Evidence Tsunami Events in the Western Mediterranean ». *Marine Geology* 262 (1-4): 96-104. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2009.03.013>.
- Martín, Yago, Susan L. Cutter, et Zhenlong Li. 2020. « Bridging Twitter and Survey Data for Evacuation Assessment of Hurricane Matthew and Hurricane Irma ». *Natural*

- Hazards Review* 21 (2): 04020003. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)NH.1527-6996.0000354](https://doi.org/10.1061/(ASCE)NH.1527-6996.0000354).
- Martín, Yago, Susan L. Cutter, Zhenlong Li, Christopher T. Emrich, et Jerry T. Mitchell. 2020. « Using Geotagged Tweets to Track Population Movements to and from Puerto Rico after Hurricane Maria ». *Population and Environment*, février. <https://doi.org/10.1007/s11111-020-00338-6>.
- Martín, Yago, Zhenlong Li, et Susan L. Cutter. 2017. « Leveraging Twitter to Gauge Evacuation Compliance: Spatiotemporal Analysis of Hurricane Matthew ». Édité par Satish Ukkusuri. *PLOS ONE* 12 (7): e0181701. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181701>.
- Maso, Stéphane. 2006. *Fondements philosophiques du risque*. Editions L'Harmattan.
- Masure, P, C Arnal, et P Thieriy. 1998. « Application à la ville de Nice et comparaison avec les pratiques en Italie et en Espagne ». *BRGM*, 229.
- Masuy-Stroobant, Godelieve, Rafael Costa, et Pierre Baudewyns. 2013. *Analyser les données en sciences sociales: de la préparation des données à l'analyse multivariée*. Collection « Méthodes participatives appliquées », no. 5. Bruxelles ; New York: P.I.E. Peter Lang.
- Maurice, Angers. s. d. *Initiation pratique à la méthodologie des sciences humaines*. 5^e éd. Alger: Casbah. Consulté le 26 février 2022. <https://www.decitre.fr/livres/initiation-pratique-a-la-methodeologie-des-sciences-humaines-9782761728409.html>.
- Mavoungou, Joseph, et Patricia Balandier. 2007. « Les Antilles françaises : entre risque sismique et stratégies locales de prévention ». *Études caribéennes*, n° 7 (août). <https://doi.org/10.4000/etudescaribeennes.289>.
- McLaughlin, Paul, et Thomas Dietz. 2008. « Structure, Agency and Environment: Toward an Integrated Perspective on Vulnerability ». *Global Environmental Change* 18 (1): 99-111. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2007.05.003>.
- Meghraoui, Mustapha. 1988. « Géologie des zones sismiques du Nord de l'Algérie : paléosismologie, tectonique active et synthèse sismotectonique ». <http://www.theses.fr/1988PA112220>.
- Meschinet de Richemond, Nancy, et Magali Reghezza. 2010. « La gestion du risque en France : contre ou avec le territoire ? » *Annales de géographie* n° 673 (3): 248-67. <https://www.cairn.info/revue-Annales-de-geographie-2010-3-page-248.htm>.
- Meschinet De Richemond, Nancy. 2016. « Modernité, anachronisme et ambivalence des risques et catastrophes naturelles à travers l'approche géohistorique ». *VertigO : la revue électronique en sciences de l'environnement* 16 (3). <https://www.erudit.org/en/journals/vertigo/2016-v16-n3-vertigo03075/1039979ar/?ticket=414b93d33aa6de4eb42b2296504bf617>.
- Metzger, Alexis, et Magali Reghezza-Zitt. 2019. « Introduction au numéro spécial de Physio-Géo Géohistoire des risques "naturels" ». *Physio-Géo*, n° Volume 14 (décembre): 1-13. <https://doi.org/10.4000/physio-geo.8730>.
- Metzger, Pascale, et Robert D'Ercole. 2011 « Les risques en milieu urbain : éléments de réflexion ». *EchoGéo*, n° 18 (décembre). <https://doi.org/10.4000/echogeo.12640>.
- Meunier, Stanislas. 1910. *La Terre qui tremble*. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k63194879>.
- Meur-Ferec, Catherine, Iwan Le Berre, Lucie Cocquempot, Élisabeth Guillou, Alain Henaff, Thibaud Lami, Nicolas Le Dantec, Pauline Letortu, Manuelle Philippe, et Camille Noûs. 2020. « Une méthode de suivi de la vulnérabilité systémique à l'érosion et la submersion marines ». *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*, n° Vol. 11, n°1 (avril). <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.16731>.
- Miamouini-Nkouka, Lucie-Blanche. 2016. *Figures de la vulnérabilité: enjeux éthiques de la vieillesse en Afrique*. Editions Publibook. 482 pages.

- MICLAT. 2021. « Recommandations de la conférence nationale sur la stratégie de prévention et de gestion des risques majeurs ». CIC.
- Minvielle, Erwann, et Sid-Ahmed Souiah. 2003. *L'analyse statistique et spatiale: statistiques, cartographie, télédétection, SIG*. Outils et méthodes en géographie. Nantes: Temps.
- Moatty, Annabelle, Jean-Christophe Gaillard, et Freddy Vinet. 2017. « Du désastre au développement: les enjeux de la reconstruction post-catastrophe ». *Annales de géographie* N° 714 (2): 169-94. <https://www.cairn.info/revue-annales-de-geographie-2017-2-page-169.htm>.
- Moatty, Annabelle, Freddy Vinet, Stéphanie Defosse, Jean-Philippe Chere, et Frédéric Grelot. 2018. « Intégrer une "éthique préventive" dans le processus de relèvement post-catastrophe: résilience, adaptation et "reconstruction préventive" ». *La Houille Blanche*, n° 5-6: 11-19.
- Mondial, UNESCO Centre du patrimoine. 2015 « Réduire les risques de catastrophes sur les sites du patrimoine mondial ». UNESCO Centre du patrimoine mondial. Consulté le 20 juin 2022. <https://whc.unesco.org/fr/disaster-risk-reduction/>.
- Montessus de Ballore, Fernand. 1906. *Les tremblements de terre: géographie sismologique*. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6227682b>.
- Morrow, Betty Hearn. 1999. « Identifying and Mapping Community Vulnerability ». *Disasters* 23 (1): 1-18. <https://doi.org/10.1111/1467-7717.00102>.
- . 2008. « Community resilience: A social justice perspective ». <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1278.9604>.
- Nassima, Dib. 2020 « L'Etat a mobilisé 30 milliards DA pour l'intervention durant les catastrophes en 2020 ». Consulté le 23 février 2022. <https://www.aps.dz/algerie/119744-l-etat-a-mobilise-30-milliards-da-pour-l-intervention-durant-les-catastrophes-en-2020>.
- Nathan, Fabien. 2012a. *La régulation sociale des risques de catastrophe: Ethnographie des quartiers périphériques de La Paz*. Graduate Institute Publications. <https://doi.org/10.4000/books.iheid.403>.
- Nations, Food and Agriculture Organization of the United. 2012. *Building Resilience for Adaptation to Climate Change in the Agriculture Sector: Proceedings of a Joint FAO/OECD Workshop 23-24 April 2012*. Food And Agriculture Organization Of The United Nations, Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Neuilly, Marie-Thérèse. 2008. *Gestion et prévention de crise en situation post-catastrophe*. De Boeck Supérieur. <https://doi.org/10.3917/dbu.neuil.2008.01>.
- Nollet, Marie-José. 2004. *Évaluation de la vulnérabilité sismique des bâtiments existants: état des connaissances*. Montréal: École de technologie supérieure.
- November, Valérie. 1994. « Risques naturels et croissance urbaine: réflexion théorique sur la nature et le rôle du risque dans l'espace urbain ». *Revue de géographie alpine* 82 (4): 113-23.
- November, Valérie, Marion Penelas, et Pascal Viot. 2011. *Habiter les territoires à risques*. <http://international.scholarvox.com/book/88838324>.
- Octave, Teissier. 1865. *Algérie, géographie, histoire, statistique, description des villes, villages et hameaux, organisation des tribus, nomenclature des khalifaliks, aghaliks et kaïdats*. librairie de l. hachette. ce. bouleyard Saint-Germain, 77. Paris. [gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France](https://gallica.bnf.fr/Bibliothèque_nationale_de_France).
- OYO et Nippon Koei. 2006. « Étude de Microzonage Sismique de la Wilaya d'Alger ».
- Peacock, Walter Gillis, Betty Hearn Morrow, et Hugh Gladwin. 1997. *Hurricane Andrew: Ethnicity, gender, and the sociology of disasters*. Psychology Press.
- Pelling, Mark. 2003. *Natural Disasters and Development in a Globalizing World*. Psychology Press.

- Pelling, Mark, Alpaslan Özerdem, et Sultan Barakat. 2002. « The Macro-Economic Impact of Disasters ». *Progress in Development Studies* 2 (4): 283-305. <https://doi.org/10.1191/1464993402ps042ra>.
- Pérouse, J. F. 2006. « Catastrophes, risques sismiques et redécouverte de la dimension locale à Istanbul ». *Villes et risques. Regards croisés sur quelques cités "en danger, Economica, Anthropos*, 56-78.
- Perrow, Charles. 2007. « Disasters ever more? Reducing US vulnerabilities ». In *Handbook of disaster research*, 521-33. Springer. 533 pages.
- Pham, Erika O., Christopher T. Emrich, Zhenlong Li, Jamie Mitchem, et Susan L. Cutter. 2020. « Evacuation Departure Timing during Hurricane Matthew ». *Weather, Climate, and Society* 12 (2): 235-48. <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-19-0030.1>.
- Phillips, Brenda D., et Paul L. Hewett Jr. 2005. « Home alone: Disasters, mass emergencies, and children in self-care ». *Journal of Emergency Management* 3 (2): 31-35.
- Picard, Aleth. 1994. « Architecture et urbanisme en Algérie. D'une rive à l'autre (1830-1962) ». *Revue du monde musulman et de la Méditerranée* 73 (1): 121-36. <https://doi.org/10.3406/remmm.1994.1671>.
- Piers Blakie, éd. 2004. *At risk: natural hazards, people's vulnerability, and disasters*. 2nd ed. London ; New York: Routledge. 496 pages.
- Pigeon, Patrick. 2005. *Géographie critique des risques*. Collection Géographie. Paris: Economica : Anthropos. 217 pages.
- Poiraud, Alexandre, et Grégory Dandurand. 2017. « De la géoconservation au géotourisme: un glissement de paradigme ». In *Annales de géographie*, 625-53. Armand Colin. 625 pages.
- Preston, Benjamin L., Emma J. Yuen, et Richard M. Westaway. 2011. « Putting Vulnerability to Climate Change on the Map: A Review of Approaches, Benefits, and Risks ». *Sustainability Science* 6 (2): 177-202. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0129-1>.
- Przyluski, Valentin, et Stéphane Hallegatte. 2013. *Gestion des risques naturels: Leçons de la tempête Xynthia*. Quae.
- Pumain, Denise, Thierry Paquot, et Richard Kleinschmager. 2006. *Dictionnaire la ville et l'urbain*. Collection Villes. Paris : Paris: Economica ; Anthropos. 320 pages.
- Quenault, Béatrice, Patrick Pigeon, Bertrand François, et Nadège Blond. 2011. « une étude sur le vulnérabilité et l'adaptation de le ville d'paris au changement climatique et aux catastrophes naturelles ». Rennes: CRESS.
- Rebotier, Julien. 2004a. « Le risque sismique à Mérida (Venezuela) : pour une association des communautés à la prévention des catastrophes dans les sociétés fragiles ». *Cahiers des Amériques latines*, n° 47 (décembre): 109-22. <https://doi.org/10.4000/cal.7801>.
- Reghezza-Zitt, Magali. 2007. « Réflexions autour de la vulnérabilité métropolitaine : la métropole parisienne face au risque de crue centennale. » HAL Id: tel-00123255 <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00123255>.
- . 2016 « des hommes et des risques ». Documentation photographique.
- . 2016 « Penser la vulnérabilité dans un contexte de globalisation des risques grâce aux échelles spatiales et temporelles ». *Espace populations sociétés*, n° 2016/3 (décembre). <https://doi.org/10.4000/eps.6641>.
- Reghezza-Zitt, Magali, Fanny Benitez, et Maud H. Devès. 2021. « Vivre avec la mémoire de la catastrophe: L'éruption de La Soufrière de Guadeloupe en 1976 ». *Vertigo*, n° Volume 20 numéro 3 (février). <https://doi.org/10.4000/vertigo.28911>.
- Reghezza-Zitt, Magali, et Ihnji Jon. 2019. « Gestion des risques et des crises, entre gouvernance de la sécurité et gouvernance territoriale. Ce que la résilience change (ou pas) en Île-de-France ». *L'Espace Politique. Revue en ligne de géographie politique et de géopolitique*, n° 36 (juin). <https://doi.org/10.4000/espacepolitique.5463>.

- Reghezza-Zitt, Magali, et Samuel Rufat. 2015. *Resiliences : sociétés et territoires face à l'incertitude, aux risques et aux catastrophes*. ISTE. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02946479>.
- Revet, Sandrine. 2007. *Anthropologie d'une catastrophe: les coulées de boue de 1999 au Venezuela*. Presses Sorbonne Nouvelle.
- . 2009a. « Les organisations internationales et la gestion des risques et des catastrophes "naturels" ». *Les études du Centre d'études et de recherches internationales*, n° 157: 1-30.
- . 2009b. « Vivre dans un monde plus sûr ». Catastrophes «naturelles» et sécurité «globale ». *Cultures & Conflits*, n° 75: 33-51.
- . 2011a. « Penser et affronter les désastres: un panorama des recherches en sciences sociales et des politiques internationales ». *Critique internationale*, n° 3: 157-73.
- . 2011b. « Une autre approche de la globalisation: socio-histoire des organisations internationales (1900-1940). » *Critique internationale (Paris. 1998)*.
- . 2017. « Comment ethnographier un désastre ? » In *Anthropologie d'une catastrophe : Les coulées de boue de 1999 au Venezuela*, 114-19. Monde hispanophone. Paris: Presses Sorbonne Nouvelle. <http://books.openedition.org/psn/1192>.
- . 2019. *Les coulisses du monde des catastrophes «naturelles»*. Éditions de la Maison des sciences de l'homme. 240 pages.
- Revet, Sandrine, et Julien Langumier. 2013. *Le gouvernement des catastrophes*. Karthala Éditions.
- Rey, Tony, et Stéphanie Defosse. 2019. *Retours d'expériences post-catastrophes naturelles*. Géorisques. Presses universitaires de la Méditerranée. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03135646>.
- Robin, Joseph (1837-1918). 1901. *L'insurrection de la Grande Kabylie en 1871 / par le colonel Robin*,... <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6545253w/f1n609.texteBrut>.
- Rocheftort, Michel. 2002. « Les notions de réseau urbain et d'armature urbaine ». *Strates*, n° Hors-série (janvier). <https://doi.org/10.4000/strates.512>.
- Rodier, Xavier, et Laure Saligny. 2010. « Modélisation des objets historiques selon la fonction, l'espace et le temps pour l'étude des dynamiques urbaines dans la longue durée ». *Cybergeo : European Journal of Geography*, juin. <https://doi.org/10.4000/cybergeo.23175>.
- Rodríguez, Havidán, E. L. Quarantelli, et Russell Rowe Dynes, éd. 2007. *Handbook of disaster research*. Handbooks of sociology and social research. New York: Springer. 635 pages.
- Rohrmann, Bernd, et Ortwin Renn. 2000. « Risk Perception Research ». In *Cross-Cultural Risk Perception: A Survey of Empirical Studies*, édité par Ortwin Renn et Bernd Rohrmann, 11-53. Technology, Risk, and Society. Boston, MA: Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-4891-8_1.
- Ronté, Céline. 2003. « Étude et analyse critique des méthodes d'évaluation des risques naturels par l'exploitation des SIG ». infoscience.epfl.
- Roux-Dufort, Christophe. 2010. « La vulnérabilité organisationnelle à la loupe : entre fragilité et ignorance ». *Télescope* 16 (02): 1-21.
- Rozet, Claude-Antoine, et Ernest Carette. 1850. « Algérie par Mr. les capitaines du génie Rozet et Carette ». 1850.
- Rufat, Samuel. 2009. « Estimation relative de la vulnérabilité urbaine à Bucarest », 23.
- . 2017. « Comment analyser la vulnérabilité aux inondations ? Approches quantitatives, qualitatives, francophones et anglophones »: *Annales de géographie* N° 715 (3): 287-312. <https://doi.org/10.3917/ag.715.0287>.
- Rufat, Samuel, Eric Tate, Christopher G. Burton, et Abu Sayeed Maroof. 2015. « Social Vulnerability to Floods: Review of Case Studies and Implications for Measurement ».

- International Journal of Disaster Risk Reduction* 14 (décembre): 470-86. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2015.09.013>.
- Saaty, R.W. 1987. « The Analytic Hierarchy Process—What It Is and How It Is Used ». *Mathematical Modelling* 9 (3-5): 161-76. [https://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90473-8](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8).
- Saha, Frédéric, Dagobert Tchio Nkemta, Mesmin Tchindjang, Éric Voundi, et Philippes Mbevo Fendoung. 2018. « Production des risques dits « naturels » dans les grands centres urbains du Cameroun ». *Natures Sciences Sociétés* 26 (4): 418-33. <https://doi.org/10.1051/nss/2019003>.
- Saïdouni, Maouia. 2000. *Eléments d'introduction à l'urbanisme : histoire, méthodologie, réglementation*. Alger: Casbah Editions.
- Salhi, Mohamed Brahim. 2011. « Tizi-Ouzou et la Kabylie : mutations sociales et culturelles ». *Insaniyat / إنسانيات*, n° 54 (décembre): 7-11. <https://doi.org/10.4000/insaniyat.12999>.
- Sardou, Miloud, Said Maouche, et Hanifi Missoum. 2016. « Compilation of Historical Floods Catalog of Northwestern Algeria: First Step towards an Atlas of Extreme Floods ». *Arabian Journal of Geosciences* 9 (6): 455. <https://doi.org/10.1007/s12517-016-2490-y>.
- Scarwell, Helga-Jane. 2013. « Risques et territoires : interroger et comprendre la dimension locale de quelques risques contemporains ». *Territoire en mouvement*, n° 17-18 (mars). <https://doi.org/10.4000/tem.2238>.
- Schmidtlein, Mathew C., Roland C. Deutsch, Walter W. Piegorsch, et Susan L. Cutter. 2008. « A Sensitivity Analysis of the Social Vulnerability Index ». *Risk Analysis* 28 (4): 1099-1114. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2008.01072.x>.
- Sebaï, Amal, et Pascal Bernard. s. d. « Contribution à La Connaissance de La Sismicité d'Alger et de Ses Alentours Au Xviii^e Siècle, Extraite Des Archives Françaises ». *Comptes Rendus Geoscience* 340 (8): 495-512. Consulté le 1 février 2020.
- Sellali, Amine. 2002. « apprendre à projeter la ville, le territoire, le paysage ». 2002.
- Serre, Damien, Serge Lhomme, Kristina Heilemann, Leif Sigurd Hafskjold, Andrew Tagg, Nicholas Walliman, et Youssef Diab. 2011. « Assessing Vulnerability to Floods of the Built Environment-Integrating Urban Networks and Buildings ». In *Vulnerability, Uncertainty, and Risk*, 746-53. Hyattsville, Maryland, United States: American Society of Civil Engineers. [https://doi.org/10.1061/41170\(400\)91](https://doi.org/10.1061/41170(400)91).
- @Service historique de la défense, Vincennes. s. d. « Dellys ». Vincennes.
- Shayannejad, Abbas, et Bahram Abedini Angerabi. 2014. « Earthquake Vulnerability Assessment in Urban Areas Using MCDM: Case Study: The Central Part of 6 District of Tehran Municipality ». *International Review for Spatial Planning and Sustainable Development* 2 (2): 39-51. https://doi.org/10.14246/irspsd.2.2_39.
- Shirley, W. Lynn, Bryan J. Boruff, et Susan L. Cutter. 2012. « Social vulnerability to environmental hazards ». In *Hazards Vulnerability and Environmental Justice*, 143-60. Routledge.
- Sierra, Alexis. 2009. « Espaces à risque et marges : méthodes d'approche des vulnérabilités urbaines à Lima et Quito ». *Cybergeogeo*, mai. <https://doi.org/10.4000/cybergeogeo.22232>.
- Singer, Claire. 2013. « Rencontres cliniques par la vulnérabilité ». PhD Thesis, Université de Fribourg (Suisse).
- Smith, Susan M., Mary Jane Tremethick, Peggy Johnson, et June Gorski. 2009. « Disaster planning and response: considering the needs of the frail elderly ». *International journal of emergency management* 6 (1): 1-13.
- Soulet, Marc-Henry. 2005. « Reconsidérer la vulnérabilité ». *Empan* 60 (4): 24-29. <https://www.cairn.info/revue-empan-2005-4-page-24.htm>.
- Stanislas, Meunier. 1910. *La terre qui tremble*. Librairie ch. Delagrave. Paris.

- Tanguy, Marion. 2016. « développement d'une méthode de caractérisation et d'évaluation du risque humain lié aux inondations en milieu urbain », 429.
- Tate, Eric. 2012. « Social Vulnerability Indices: A Comparative Assessment Using Uncertainty and Sensitivity Analysis ». *Natural Hazards* 63 (2): 325-47. <https://doi.org/10.1007/s11069-012-0152-2>.
- Thompson, Michael, Richard Ellis, et Aaron Wildavsky. 2018. *Cultural Theory*. 1^{re} éd. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429501180>.
- Thouret, Jean-Claude. 2002. « Aléas et risques volcaniques : mieux comprendre pour prévoir et mieux gérer pour durer ». *Annales de géographie* 111 (627): 503-23. <https://doi.org/10.3406/geo.2002.21622>.
- Thouret, Jean-Claude, et Robert D'ércole. 1996. « Vulnérabilité aux risques naturels en milieu urbain: effets, facteurs et réponses sociales ». *Cahiers des sciences humaines. ORSTOM* 32 (2): 407-22.
- Thouret, Jean-Claude, et Robert d'Ercole. 1994. « Les phénomènes naturels créateurs de dommages (= menaces) : diagnostic, inventaire et typologie ». *Revue de Géographie Alpine* 82 (4): 17-25. <https://doi.org/10.3406/rga.1994.3770>.
- Trèves, Victor. 1892. *Notice sur le port de Dellys, par M. Trèves,...* Paris: Impr. nationale.
- Turner, B. L., Roger E. Kasperson, Pamela A. Matsone, James J. McCarthy, Robert W. Corell, Lindsey Christensene, Noelle Eckley, et al. 2003. « A Framework for Vulnerability Analysis in Sustainability Science ». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 100 (14): 8074-79. <https://doi.org/10.1073/pnas.1231335100>.
- Twigg, John. 2005. « Natural Disasters and Development in a Globalizing World, Edited by Mark Pelling (Routledge: London, 2003, Pp. 250+xvi). The Vulnerability of Cities: Natural Disasters and Social Resilience, by Mark Pelling (Earthscan: London, 2003, Pp. 224+xi) ». *Journal of International Development* 17 (8): 1094-95. <https://doi.org/10.1002/jid.1104>.
- Twigg, John, England) Overseas Development Institute (London, et Humanitarian Practice Network. 2004. *Disaster Risk Reduction: Mitigation and Preparedness in Development and Emergency Programming*. London: Overseas Development Institute.
- UNDRR. 2015. « Sendai framwork for Disaster Risk Reduction 2015-2030 ». 2015.
- UNESCO. 2010. « Gérer les risques de catastrophes pour le patrimoine mondial ». UNESCO Centre du patrimoine mondial. 2010. <https://whc.unesco.org/fr/gerer-les-risques-de-catastrophes/>.
- Union européenne. 2019 « Revue par les pairs Algérie 2019 ».
- UNISDR. 2007. « Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the resilience of nations and communities to disasters - full text | PreventionWeb.net ». 2007. <https://www.preventionweb.net/publications/view/1037>.
- . 2009. « Terminologie pour la Prévention des risques de catastrophe ». UNISDR. <https://www.UNISDR>.
- . 2013. « Pour une Algérie Résiliente Étude Nationale sur les Bonnes Pratiques ».
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction. 2015. « Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030 ». 2015. <https://www.undrr.org/publication/sendai-framework-disaster-risk-reduction-2015-2030>.
- Verhaeghe, Frans. 1993. « J.R. Kenyon, Medieval fortifications, 1990. (= The Archaeology of Medieval Britain, gen. ed. H. Clarke) ». *Archéologie médiévale* 23 (1): 531-33. https://www.persee.fr/doc/arcme_0153-9337_1993_num_23_1_1042_t1_0531_0000_2.
- Veyret, Yvette. 2001b. *Risques naturels et aménagements*. Paris: La Documentation française.
- Veyret, Yvette. 2004. *Géographie des risques naturels en France: de l'aléa à la gestion*. Initial histoire - géographie. Paris: Hatier. 252 pages.
- Veyret, Yvette. 2005. *Les risques*. Paris: SEDES. 255 pages.

- Veyret, Yvette. 2007. *Dictionnaire de l'environnement*. Paris: Armand Colin. 403 pages.
- Veyret, Yvette. 2011. *Géo-environnement*. 3e édition. Cours Géographie. Paris: Armand Colin éditeur. 253 pages.
- Veyret, Yvette, Gérald Garry, et Nancy Meschin de Richemond. 2004. *Risques naturels et aménagement en Europe: [actes] du colloque, Grande Arche de la Défense, [Paris], 22-24 octobre 2002*. Paris: A. Colin. 255 pages.
- Veyret, Yvette, et Magali Reghezza. 2005. « Aléas et risques dans l'analyse géographique ». *Université de Clermont-Ferrand, Responsabilité & environnement*, ———. 2006. « Vulnérabilité et risques, l'approche récente de la vulnérabilité. Responsabilité et environnement. » 2006..
- Vickery, D. J. 1984. « Constructions scolaires et catastrophes naturelles ». Paris: UNESCO.
- Vigneron, Sylvie, et Bernard Guézo. 2003. *Risque industriel et territoires en France et en Europe: état des lieux et perspectives*. Dossiers 151. Lyon: CERTU.
- Vinet, Freddy. 2007. « Approche institutionnelle et contraintes locales de la gestion du risque Recherches sur le risque inondation en Languedoc-Roussillon ». Thesis, Université Paul Valéry - Montpellier III. 276 pages <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00288137>.
- . 2010. *Le Risque inondation: diagnostic et gestion*. Paris: Tec & Doc.
- Vinet, Freddy, Stéphanie Defossez, Tony Rey, et Laurent Boissier. 2012. « Le processus de production du risque «submersion marine» en zone littorale: l'exemple des territoires «Xynthia» ». *Noréis. Environnement, aménagement, société*, n° 222.
- Vinot, Léon. 1893. *Étude sur les tremblements de terre / par Léon Vinot*. <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3079848w>.
- Visbecq, M. A. Auteur du texte. 1926. *Dellys: petite monographie locale / par M.A. Visbecq, ...* <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k317326n>.
- Vitelmo, Bertero, et Shah Hareh. 1983. « El-Asnam, Algeria, Earthquake of October 10, 1980 ». A Reconnaissance and Engineering Report. EERI.
- Vogt, J., et Nicholas Nicholas Ambraseys. 1991. « Matériaux relatifs à la sismicité de l'Algérie occidentale au cours de la deuxième moitié du XIXe et au début du XXe siècle ». *Méditerranée* 74 (4): 39-45. <https://doi.org/10.3406/medit.1991.2736>.
- Weichselgartner, Juergen, et Ilan Kelman. 2015. « Geographies of Resilience: Challenges and Opportunities of a Descriptive Concept ». *Progress in Human Geography* 39 (3): 249-67. <https://doi.org/10.1177/0309132513518834>.
- Weichselgartner, Juergen, John Norton, Guillaume Chantry, Emilie Brévière, Patrick Pigeon, et Bernard Guézo. 2016. « Culture, connaissance et réduction des risques de catastrophe: liens critiques pour une transformation sociétale durable ». *VertigO*, n° Volume 16 numéro 3 (décembre). <https://doi.org/10.4000/vertigo.18130>.
- White, Gilbert F. 1942. « Human adjustment to floods a geographical approach to the flood problem in the United States », 1942.
- White, Gilbert F., Robert W. Kates, et Ian Burton. 2001. « Knowing better and losing even more: the use of knowledge in hazards management ». *Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards* 3 (3): 81-92.
- Wilches-Chaux, Gustavo. 1993. « La vulnerabilidad global. » octobre 1993. <http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Febrero2006/CD-2/pdf/spa/doc4083/doc4083.htm>.
- Williams, Brian D., et Gary R. Webb. 2020. « Social Vulnerability and Disaster: Understanding the Perspectives of Practitioners ». *Disasters*, juin. <https://doi.org/10.1111/disa.12422>.
- Wisner, Ben, Piers Blaikie, Terry Cannon, et Ian Davis. 1994. *AT RISK: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters*. Abingdon, UK: Taylor & Francis. <https://doi.org/10.4324/9780203428764>.

- . 2003. *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters*. 2nd edition. London ; New York: Routledge.
- Wisner, Ben, J. C. Gaillard, et Ilan Kelman. 2012. *Handbook of Hazards and Disaster Risk Reduction*. Routledge. 912 pages.
- Wisner, Benjamin. 2016. « Vulnerability as Concept, Model, Metric, and Tool ». *Oxford Research Encyclopedia of Natural Hazard Science*, août. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389407.013.25>.
- Wisner, Benjamin, J. C. Gaillard, et Ilan Kelman, éd. 2012. *The Routledge Handbook of Hazards and Disaster Risk Reduction*. London: Routledge. 912 pages.
- World Bank. 2003. *Building Safer Cities: The Future of Disaster Risk*. Édité par Alcira Kreimer, Margaret Arnold, et Anne Carlin. The World Bank. <https://doi.org/10.1596/0-8213-5497-3>.
- Wu, Shuang-Ye, Brent Yarnal, et Ann Fisher. 2002. « Vulnerability of coastal communities to sea-level rise: a case study of Cape May County, New Jersey, USA ». *Climate Research* 22 (3): 255-70.
- Xavier, Casanovas. s. d. « Manuel pour la réhabilitation de la ville de Dellys - Recherche Google ». Consulté le 26 février 2022.
- Yacono, X. 2004. « Kabylie : L'insurrection de 1871 ». *Encyclopédie berbère*, n° 26 (mai): 4022-26. <https://doi.org/10.4000/encyclopedieberbere.1410>.
- Yang, Weichao, Kui Xu, Jijian Lian, Chao Ma, et Lingling Bin. 2018. « Integrated Flood Vulnerability Assessment Approach Based on TOPSIS and Shannon Entropy Methods ». *Ecological Indicators* 89 (juin): 269-80. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.02.015>.
- Yelles-Chaouche, AbdelKrim. 2003. « Le séisme de Boumerdes 21 mai 2003 (MW :6.8) ». 2003.
- . 2004. « le séisme de Boumerdes 21 MAI 2003 (Mw :6.8) », mai 2004.
- Yelles-Chaouche, AbdelKrim, Azzedine Boudiaf, Hamou Djellit, et Rabah Bracene. 2006. « La tectonique active de la région nord-algérienne ». *Comptes Rendus Geoscience*, Quelques développements récents sur la géodynamique du Maghreb, 338 (1): 126-39. <https://doi.org/10.1016/j.crte.2005.11.002>.
- Yoon, D. K. 2012. « Assessment of Social Vulnerability to Natural Disasters: A Comparative Study ». *Natural Hazards* 63 (2): 823-43. <https://doi.org/10.1007/s11069-012-0189-2>.
- Yucel, G., et Arun . G. 2012. « Earthquake and Physical and Social Vulnerability Assessment for Settlements: Case Study Avcilar District ». 2012.
- Zhang, Weiwei, Xuanhua Xu, et Xiaohong Chen. 2017. « Social Vulnerability Assessment of Earthquake Disaster Based on the Catastrophe Progression Method: A Sichuan Province Case Study ». *International Journal of Disaster Risk Reduction* 24 (septembre): 361-72. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2017.06.022>.
2002. مكتبة الثقافة الدينية نزهة المشتاق في إختراق الأفاق. الشريف الأديسي.
2009. ثلاث سنوات في شمال غربي إفريقيا. دودو، أبو العيد.

Liste des abréviations

ANP	<i>Armée nationale populaire</i>
AS55	<i>recommandations parasismiques</i>
Association Française du Génie Parasismique	<i>Association Française du Génie Parasismique</i>
CATNAT	<i>ASSURANCE CATASTROPHES NATURELLES</i>
Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique: Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique	
CNES	<i>Conseil National Economique et Social et Environnemental</i>
CRAAG	<i>Centre de recherche en astronomie, astrophysique et géophysique</i>
CRED	<i>Centre for Research on the Epidemiology of Disasters</i>
CTC	<i>Organisme National de Contrôle technique de la construction</i>
DPH	<i>Domaine Public Hydraulique</i>
EMS	<i>Echelle Macrosismique Européenne</i>
ENPI	<i>Entreprise nationale de promotion immobilière</i>
GAR	<i>Global Assessment Reports</i>
GMT	<i>Greenwich Mean Time</i>
GNDT	<i>Gruppo Nazionale per le Difesa dai Terremoti</i>
Hazus	<i>Hazards United States (FEMA)</i>
Institut national de cartographie et de télédétection	<i>Institut national de cartographie et de télédétection, INCT</i>
JAEE	<i>Japan Association of Earthquake Engineering</i>
MAB	<i>Man And Biosphère</i>
MSK	<i>Échelle Medvedev-Sponheuer-Karnik</i>
NOAA	<i>La National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
OGEBC	<i>Office National de Gestion et d'Exploitation des Biens Culturels Protégés</i>
ONM	<i>Office National de la Météorologie</i>
ONU	<i>Organisation des Nations Unies</i>
OPGI	<i>Office de Promotion et de Gestion Immobilière</i>
ORSEC	<i>organisation des secours</i>
PAR	<i>Pression Action Réponse</i>
PD: <i>Plan directeur</i>	
PDAU	<i>plan directeur d'aménagement et d'urbanisme</i>
Plan Permanent de Sauvegarde et de Mise en Valeur du Secteur Sauvegardé: <i>Plan Permanent de Sauvegarde et de Mise en Valeur du Secteur Sauvegardé</i>	
PMA	<i>Poste médical avancé</i>
POS	<i>plan d'occupation des sols</i>
PPR	<i>Plan de Prévention des Risques</i>
PPRI	<i>Plans de prévention des risques inondation</i>
Règles Parasismiques Algériennes	<i>Règles Parasismiques Algériennes</i>
RGPH	<i>Recensement général de la Population et de l'Habitat</i>
UNESCO	<i>Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture</i>
ZET	<i>Zone d'Expansion Touristique</i>

Liste des illustrations

Figure 1 : situation des différentes villes citées dans la thèse (source : qgis, modifiée par Sehili 2021).....	4
Figure 2 : dommages du séisme de 2003 dans le quartier de la basse Casbah de Dellys (source : bureau des études d'architecture (BET) Akretache 2017)	6
Figure 3: dommages de l'inondation de 2007à Dellys (source : assemblée populaire communale (APC) Dellys, 2017)..	6
Figure 4 : situation des différents quartiers de la ville de Dellys,(Source Sehili, 2021. sous qgis)	10
Figure 5 : la vieille ville de Dellys après le séisme de 2003(source : image aérienne Institut national de cartographie et de télédétection (INCT 2003), et Sehili 2022. sous qgis)	10
Figure 6 : déroulement de notre réflexion (source : Sehili, 2021).....	12
Figure 7: Situation des notions d'aléa, d'enjeux et de vulnérabilité dans la production du risque. (Source : Lhomme 2012).....	20
Figure 8: La typologie des aléas. (Source : Reghezza, 2016).....	21
Figure 9: l'enjeu structurel (hôpital de Thénia), après sa destruction il n'assure plus ses fonctions (enjeu fonctionnel) (Source : Bechtoula, 2003).....	23
Figure 10: l'enjeu structurel (collège d'éducation moyen Toubel à Dellys), après sa destruction il n'assure plus ses fonctions (enjeu fonctionnel) (Source : Bechtoula, 2003).....	24
Figure 11 : Le système de vulnérabilité de l'écosystème urbain. (Source : Thouret et D'ercole, 1996).....	26
Figure 12: plan de prévention des risques en France (source : Reghezza 2016).....	31
Figure 13: Schématisation du modèle (PAR) (source : Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE 1998) et Michel Barcelo in www.urm.ca ,).....	32
Figure 14: le modèle PAR de la progression des vulnérabilités (source: Wisner, Gaillard, and Kelman 2012).....	33
Figure 15: l'approche holistique des risques (source : Carreño, Cardona, et Barbat 2007).....	35
Figure 16: Situation des notions de catastrophe, d'enjeux et de vulnérabilité dans le mécanisme produisant les dommages (Source : Lhomme 2012).....	36
Figure 17: Continuum de la gestion des urgences (Source : Tanguy 2016).....	38
Figure 18: type de catastrophes affectant le plus grand nombre de personnes par pays (source : CRED 2019)	40
Figure 19 : Les fréquences des pertes humaines et économiques, selon les types d'aléas naturels entre 2000 et 2019 en Algérie (Source : GAR, 2015)	41
Figure 20: Distinction entre types de contreventement. (Source : Bouguerba 1994)	46
Figure 21: Recommandations de faire dépasser les poutres, afin d'éviter la perte d'appui raidisseurs au droit des ouvertures : les baies disposition constructive pour les éléments qui seront appelés « secondaires » : Ces renforts, souvent appelés jambages, contribuent sous l'action sismique à réduire l'effet dynamique local sous le séisme vertical. (Source : (Bouguerba 1994 ; Abdessemed-Foufa et Benouar 2010)	46
Figure 22: L'effet du séisme de 1954 à Orléansville sur le milieu naturel.(Source : http://orleansville.free.fr/accueil.html)	48
Figure 23 : des villages et des douars endommagés par le séisme de 1954 , des timbres ont été mis en vente pour aider les sinistrés (source : http://orleansville.free.fr/accueil.html)	49
Figure 24: Les équipements stratégiques (hôpital, les collèges, la gare, l'église) endommagés par le séisme de 1954 (source : http://orleansville.free.fr/accueil.html)	49
Figure 25: le relogement provisoire des sinistrés après le séisme de 1954 (source : http://orleansville.free.fr/accueil.html)	50
Figure 26: les services provisoires après le séisme de 1954 (source : http://orleansville.free.fr/accueil.html).....	51
Figure 27: Les limites des zones sismiques après le séisme de 1954 recommandations parasismiques (AS55). (Source : Bouguerba 1994)	51
Figure 28: Un campement et une rue inondés après le séisme de 1954 (source : http://orleansville.free.fr/accueil.html).....	52
Figure 29: L'effet du séisme sur les bâtiments structuraux , les ponts, les écoles, la polyclinique).....	54
Figure 30 : La stratégie nationale de gestion des risques de catastrophes de 1980 à 2000. (Source textes règlementaires, conception Sehili 2022)	57
Figure 31: Situation géographique de la wilaya de Boumerdes . (Source : qgis, modifiée par Sehili 2022).....	67
Figure 32 : Le relief de la région de Boumerdes. (Source : Rapport de la Protection civile, 2003)	68

Figure 33: Géologie de la région de Boumerdes. (Source : Rapport de la Protection civile, 2003)	68
Figure 34: Les principales failles actives (Source : Yelles-Chaouche et al., 2006, modifié par Sehili 2022)	70
Figure 35: Plage de Dellys « Lajenna » avant (le 11-03-2003), et après (le 10-06-2003) le séisme.	71
Figure 36: le jeu de faille observé sur le terrain (Sources : CGS et Rapport de la Protection civile, 2003)	72
Figure 37: Régions touchées par le séisme du 21 mai 2003 (Source : Rapport AFPS sur le séisme de Boumerdes, 2003)	74
Figure 38: Les types de degré de dommages des constructions. (Source : Belazougui et al. 2004)	75
Figure 39: Valeurs des dommages par type de système constructif (Source : Belazougui et al. 2004, traitement Sehili, 2017)	79
Figure 40: Nombre des dommages par âge des bâtiments. (Source : Belazougui et al. 2004, traitement Sehili, 2017)	80
Figure 41 : Nombre des dommages selon le nombre d'étages par bâtiment. (Source : Belazougui et al. 2004, traitement Sehili, 2017)	80
Figure 42: Équipements scolaires touchés après le séisme du 21 mai 2003, 'NIV.' signifiant degré de dommage (Source : CGS, 2003)	82
Figure 43: Destruction des blocs d'une école et un collège à Dellys (Source : Bechtoula, et Ousalem (2003), , modifiée par Sehili 2017)	82
Figure 44 : Endommagements des équipements sanitaires à Boumerdes.(Source : Données statistiques des endommagements des bâtiments suite au séisme du 21 mai 2003, CGS 2003)	83
Figure 45: Effondrement total de l'hôpital de Thénia. (Sources : Earthquake Engineering Research Institute (EERI 2003)	84
Figure 46: Effondrement total de plusieurs mosquées (Source : Rapport de la Protection civile de Boumerdes, 2003)	84
Figure 47: Dommages sur les bâtiments sportifs et culturels regroupés dans les mêmes données (Sources : (CGS 2004).85	85
Figure 48: utilisation des salles de sport pour déposer les dépouilles. (Sources : Rapport de la Protection civile de Boumerdes, 2003)	85
Figure 49 : Effondrement total d'un bureau de post et télécommunications à Zemmouri. (Source : (EERI 2003)	86
Figure 50 : Cisaillement des boulons de connexion au niveau du générateur électrique de Djinet (Source : Bechtoula, et Ousalem (2003)	86
Figure 51: Les effets du séisme de 2003 sur les infrastructures routières : déformation de la route	87
Figure 52: Les effets du séisme de 2003 sur les réseaux divers alimentation en eau potable et drainage des eaux pluviales (AEP-DEP) (Source : Rapport Japan Association of Earthquake Engineering (JAEE) et al., 2004)	87
Figure 53: Endommagement des silos de la commune de Corso (Source : Rapport Japan Association of Earthquake Engineering (JAEE) et al., 2004)	88
Figure 54: Pertes matérielles et humaines à Boumerdes : taux des logements perdus et de personnes décédées par daïra dans l'absolu et en nombre (Sources : Données de la Protection civile de Boumerdes 2003 et rapport de la mission japonaise en octobre 2004. Traitement graphique : Sehili, 2022, 2017)	90
Figure 55: Pertes humaines selon le sexe et par âge de distribution. (Source : Bechtoula, 2003)	92
Figure 56: La vulnérabilité des communes par sexe (les femmes) avant le séisme de 2003. (Source : Données RGPH 1998. traitement graphique Sehili, 2017)	96
Figure 57: Vulnérabilité humaine et sociale des populations et des communes avant le séisme de 2003. (Source : RGPH 1998. traitement graphique : Sehili, 2017)	96
Figure 58: Des communes à forte vulnérabilité globale. (Sources : RGPH 1998, CGS 2003 et traitement	98
Figure 59: La ville de Tedellis en 1844. (Source : Visbecq, 1926)	105
Figure 60 : Lever de la ville de Dellys en 1844 (Source : @Service historique de la défense, Vincennes, 2021)	106
Figure 61: plan d'ensemble de la place de Dellys en 1846 (Source : @Service historique de la défense, Vincennes, 2021)	107
Figure 62: Place de Dellys en 1844 (Source : @Service historique de la défense, Vincennes, 2021)	109
Figure 63: Situation des jardins 1915 (source : centre des archives national Algérien)	111
Figure 64: La ville de Dellys en 1891 avec ses différents oueds. (Source : Trèves, 1892)	112
Figure 65: Vue sur les remparts et la quartier européen en 1902 (source : Karl 1902.)	113
Figure 66: Évolution de la population de la ville de Dellys de 1844 à 1925 (Sources : Chaid-Saoudi, 2010 ; Trèves, 1892, traitement Sehili, 2021)	113
Figure 67: La ville de Dellys entre 1935-1959. (Source : INCT, modifiée par Sehili, 2022)	114

Figure 68: Le plan directeur (PD) de la ville de Dellys en 1959 (source : OGBC Alger, modifiée par Sehili ,2022).....	116
Figure 69: Le plan directeur de la ville arabe et le quartier européen en 1959 (Source : OGBC Alger, modifiée par Sehili,2022)	118
Figure 70: Mutation du statut administratif. (Source : Sehili , 2022).....	120
Figure 71: Vues de 1 à 6 : La Casbah de Dellys en 1980. (Source : Office National de Gestion et d'Exploitation des Biens Culturels Protégés OGEBC, 2017)	122
Figure 72: Vue aérienne de la ville de Dellys en 1980. (Source : INCT, modifiée par Sehili,2022).....	123
Figure 73: Le développement de la ville entre 1984 et 2003. (Source : INCT, 2017 modifiée par Sehili 2022).....	125
Figure 74: Le zonge du PDAU 1998. (Source : URTO Tizi Ouzou , modifiée par Sehili,2022.)	127
Figure 75: Les orientations du PDAU 1991-1998. (Source : URTO Tizi Ouzou, modifiée par Sehili 2022)	128
Figure 76: Intensité du séisme du 21 mai 2003. (Source : Jacobs, 2003).....	130
Figure 77: Nombre d'endommagement global. (Source : Belazougui et al. 2004).....	131
Figure 78: Nombre d'endommagement selon les différents types d'éléments porteurs.	132
Figure 79: Nombre d'endommagement selon la hauteur de la construction.	132
Figure 80: Nombre d'endommagement selon l'âge de la construction.	132
Figure 81: Endommagement d'un immeuble en R+4. (Source : AFPS 2003)	133
Figure 82: Les défauts de conception de l'immeuble en R+4. (Source : AFPS 2003).....	133
Figure 83: Endommagement des structures en maçonnerie. (Source : BET Akretche).....	134
Figure 84: Fissures et effondrement des parois à l'hôpital de Dellys. (Source : (AFPS 2003)	135
Figure 85: Effondrement total d'un bloc au collège Tobal .(Source : (Hakim Bechtoula 2003).....	135
Figure 86: Effondrement du premier étage d'une école primaire à la cité El Mtal. (Source : Bechtoula 2003)	135
Figure 87: Niveau de l'eau de mer après le soulèvement de la côte au port de pêche de Dellys.	136
Figure 88: Terres émergées et roches plates après le soulèvement de la côte près de Dellys.....	136
Figure 89: Endommagement des bâtiments situés sur des cavités en pente entourées de collines rocheuses.	137
Figure 90 :Les degrés d'endommagements des quartiers de la ville Dellys après le séisme de 2003 (source : Belazougui et al. 2004, traitement Sehili 2022)	138
Figure 91: Endommagement des ponts et montée des eaux dans la mosquée après les inondations de 2007. (Source : APC de Dellys).....	139
Figure 92: les secteurs de développement urbain de la ville de Dellys (source : PDAU 2013, traitement Sehili, 2022) .	140
Figure 93: le processus de construction du risque sismique de 2003 à Boumerdes et Dellys	143
Figure 94: démarche pour analyser la vulnérabilité globale de basse Casbah de Dellys (source : Sehili, 2021).....	146
Figure 95: différentes approches conceptuelles de la vulnérabilité(source : Tanguy 2016, modifié par Sehili 2022).....	149
Figure 96: situation de la ville arabe (casbah) dans le zoning du PPSMVSS (source : PPSMVSS ,2017)	153
Figure 97: situation de la Casbah de Dellys « ville arabe » (source : PPSMVSS,2017 et Sehili 2022)	154
Figure 98: Carte du bâti résidentiels diagnostiqué dans de la Casbah de Dellys (source : PPSMVSS 2017, modifiée par Sehili 2021)	155
Figure 99: errance des enfants de la basse Casbah lors de leurs temps libre (source : Sehili,2021).....	159
Figure 100: répartition des bâtisses selon l'ancienneté dans la (source : PPSMVSS, modifiée par Sehili, 2022).....	159
Figure 101: répartition des constructions selon l'état de dégradation (source : PPSMVSS, modifiée par Sehili , 2022)	160
Figure 102: état du bâti de la Casbah de Dellys (source : PPSMVSS, 2017).....	161
Figure 103 : déblaiements des maisons situées sur la rue Mabout (source : Bougdel 2006).....	162
Figure 104: Vues du paysage culturel et naturel de la vieille ville de Dellys (source : Sehili , 2021).....	164
Figure 105: Carte du bâti non résidentiels de la Casbah de Dellys (source : PPSMVSS 2017, modifiée par Sehili,2021)	166
Figure 106: Salle de soins Zekri (source : Sehili,2021)	167
Figure 107: l'école primaire Gaceb (source : Sehili,2021)	167
Figure 108: l'école primaire Gaceb (source : Sehili 2021).....	168
Figure 109 : collège Mohamed Lounis (source : Sehili, 2021)	168
Figure 110 : Lycée technique (source : Sehili,2021).....	169
Figure 111: école coranique Sidi Amer (source : Sehili,2021)	169
Figure 112 : les activités commerciales, rue Mabout (source : Sehili, 2021.)	170
Figure 113: le marabout Sidi El Harfi et la mosquée El Eslah (source : Sehili , 2021.).....	170

Figure 114: le lycée technique à droite en 1956 et à gauche l'état actuel en cours de restauration (source : Bet Akli et Sehili,2021)	170
Figure 115: Carte des espaces non bâtis de la Casbah de Dellys (source : PPSMVSS 2017, modifiée par Sehili 2022).....	174
Figure 116: l'état des ruelles à l'intérieur de la basse Casbah (source : Sehili , 2021).....	175
Figure 117: emplacement des jardins durant les années 1980 (source INCT ,modifiée par Sehili,2021)	176
Figure 118: Carte des infrastructures et des réseaux de la Casbah de Dellys (source : PPSMVSS 2017, modifiée par Sehili ,2021)	178
Figure 119: l'arrêt de bus et les moyens de transport en commun sur le site de la Casbah de Dellys (source : Sehili,2021)	179
Figure 120: stationnement illicite après déblaiement de la parcelle à la Casbah de Dellys(source : Sehili,2021).....	181
Figure 121: état dégradé des ruelles et la chute des murs à la basse Casbah de Dellys (source : Sehili,2021).....	181
Figure 122:Les conceptions structurelles des Indices de vulnérabilité (source : Tate 2012)	186
Figure 123: Nombre de dommage par niveaux (source CGS 2004).....	189
Figure 124: le microzonage sismique (source Dureville et al. 1985)	190
Figure 125: carte photogéologique de Dellys (source : CGS 2008, redessinée par Sehili,2021)	191
Figure 126: carte géotechnique et hydrogéologique de Dellys (source : CGS 2008, redessinée par Sehili,2021)	192
Figure 127: carte classification des sols de Dellys (source : CGS 2008, redessinée par Sehili,2021).....	193
Figure 128: carte de micro zonage sismique de Dellys (source : CGS 2008, redessinée par Sehili, 2021).....	194
Figure 129: échelle EMS 98 (source : Grünthal 1998).....	198
Figure 130: l'état de la bâtisse située à la basse Casbah (source : Bet Akretche modifiée par Sehili ,2021)	200
Figure 131: les degrés de vulnérabilité des bâtiments résidentiels occupés à la basse Casbah(source :Sehili , 2021)	202
Figure 132: l'état des accès après le séisme du 21 mai 2003 (source : (AFPS 2003).....	204
Figure 133: situation des différentes rues étudiées la basse Casbah de Dellys (source : Sehili , 2021)	204
Figure 134: typologie des rues (source : Sehili , 2021).....	205
Figure 135: les indices de vulnérabilité structurelle selon les différents paramètres (source : Sehili (2022)	207
Figure 136: degrés de vulnérabilités des rues à la basse Casbah (source : Sehili,2021).....	208
Figure 137: indice de vulnérabilité structurelle de la basse casbah de Dellys (source : Sehili, 2021).....	209
Figure 138: répartition des décès par genre après le séisme, Dellys 2003 (source : EPS et Sehili , 2021).....	211
Figure 139: répartition du nombre de personnes décédées par ménage après le séisme, Dellys 2003 (source : EPS et Sehili 2021)	211
Figure 140: l'architecture des variables (source : Lutoff, Gueguen, et Davoine 2007).....	212
Figure 141: Corrélation entre les variables socio-humaines de la basse Casbah de Dellys (source : Sehili, 2022).....	213
Figure 142 : la spatialisation des paramètres de la vulnérabilité socio-humaine (source : Sehili , 2021)	214
Figure 143: les degrés de vulnérabilité socio-humaine de la population habitants la basse Casbah (source : Sehili ,2021)	217
Figure 144: Indices de vulnérabilité globale de la basse Casbah de Dellys (source Sehili,2022, 2022).....	218
Figure 145 : indices de vulnérabilité physique des quartiers de la ville de Dellys (source : Sehili , 2021).....	222
Figure 146: indices de vulnérabilité sociale des quartiers de la ville de Dellys (source : Sehili, 2021)	223
Figure 147: le risque sismique à Dellys (source : Sehili,2021).....	224
Figure 148: la nature du sol et la vulnérabilité à Dellys (source : Sehili, 2022).....	225
Figure 149 : Les sites les plus touchés après le séisme de 2003 (source : INCT, modifiée par Sehili,2021)	226
Figure 150: le ruptur entre le cadre réglementaire et les instruments d'urbanisme et la prévention des risques à Dellys (source : Sehili ,2022)	233
Figure 151 : Les différents secteurs d'urbanisation du PDAU 1998. (Source : PDAU, modifié par Sehili 2022)	235
Figure 152: Carte des servitudes et affectation des secteurs urbains de Dellys. (Source : PDAU, 2013, modifié par Sehili, 2021).....	236
Figure 153: Les niveaux de dommages par catégories voir page 78 de la partie I (source CGS 2004).....	237
Figure 154: Réhabilitation d'une ancienne bâtisse située à la Haute Casbah. (Source : Sehili,2022).....	240
Figure 155 : Nouvelles constructions situées dans la Haute Casbah, dans le quartier Bab Essour. (Source : Sehili,2022)	241
Figure 156: La réhabilitation d'une ancienne bâtisse, située dans la Haute Casbah. (Source : Sehili,2022).....	241
Figure 157: La réhabilitation d'une ancienne bâtisse, située dans la Haute Casbah, (Source : Sehili,2022).....	242

Figure 158: La réhabilitation d'une ancienne bâtisse, située dans la Haute Casbah. (Source : Sehili,2022).....	242
Figure 159: Reconstruction d'une ancienne bâtisse située dans la Haute Casbah. (Source : Sehili,2022).....	243
Figure 160: Utilisation des matériaux de remplissage dans une ancienne bâtisse située dans la Haute Casbah. (Source : Sehili,2022)	243
Figure 161: Le non-respect des normes parasismique dans une nouvelle bâtisse, située dans le quartier européen. (Source : Sehili,2022).....	244
Figure 162: Le non-respect des normes parasismiques : ferrailage des poteaux d'une nouvelle bâtisse,.....	244
Figure 163: Le respect des normes parasismiques dans une nouvelle bâtisse située dans le quartier européen. (Source : Sehili,2021)	245
Figure 164: Le respect des normes parasismiques (voiles) dans une nouvelle bâtisse située dans le quartier européen. (Source : Sehili,2022).....	245
Figure 165: Décalage entre la protection du patrimoine et la prévention des risques majeurs. (Source : Sehili,2022).....	247
Figure 166: La carte des servitudes. du PPSMVSS vieille ville de Dellys (Source : BET Akretache, 2017)	251
Figure 167: Risques naturels, représentations et actions. (Source :Bailly, 1996).....	256
Figure 168: Représentation de la répartition hommes / femmes dans la vieille ville de Dellys.	259
Figure 169: Représentation du niveau d'instruction dans la vieille ville de Dellys. (Source : Enquête de 2017, Sehili 2022).....	259
Figure 170 : âge des résidents. (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022).....	260
Figure 171: Statut juridique des occupants. (Source : enquête de 2017, Sehili,2022).....	260
Figure 172: Ont vécu le séisme de 2003. (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022).....	260
Figure 173: Sentiment d'exposition au tremblement de terre (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022)	261
Figure 174 : Les conséquences d'un tremblement de terre de 2003 (Source : Enquête de 2017, Sehili, 2022).....	261
Figure 175: Classement sur une échelle de 1 à 4 des phénomènes naturels, d'après les sondés (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022)	262
Figure 176: Quelles sont les causes possibles d'un séisme. (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022)	263
Figure 177: Reconnaître un tremblement de terre (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022).....	264
Figure 178: Ce que l'on a le plus peur de perdre si un séisme se produisait à Dellys. (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022)	264
Figure 179: Les attitudes à adopter en cas de séisme. (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022).....	265
Figure 180 : Connaissance des lieux de refuge après les secousses. (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022).....	265
Figure 181: Le stade Kalota, lieu de refuge en 2003 (source : Sehili,2022).....	266
Figure 182: Les enfants et les adultes pratiquent le sport sur ce terrain. (Source : Sehili,2022)	266
Figure 183: Ressenti de l'intensité du séisme de 2003. (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022)	267
Figure 184 :Les informations sur le risque de tremblement de terre à Dellys. (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022).	268
Figure 185 : L'intérêt des informations sur le risque sismique à Dellys. (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022).....	269
Figure 186: Modes d'information. (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022).....	269
Figure 187: Renforcement des bâtiments (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022)	270
Figure 188: Confiance dans le bâtiment. (Source : enquête de 2017, Sehili,2022).....	271
Figure 189:L'état du bâti est la cause des dégâts à Dellys. (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022)	271
Figure 190: Assurance des bâtiments. (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022)	271
Figure 191: Cellule nationale de gestion de la crise, séisme de 2003. (Source : DSP de Boumerdes).....	273
Figure 192: Les différentes phases de gestion de la catastrophe de 2003 à Dellys. (Source : Sehili,2022).....	275
Figure 193: les accès de secours et situation des villes touchées(source : Sehili , 2022 sous qgis).....	277
Figure 194 : L'emplacement des camps de toiles à Dellys. (Source INCT, 2003, modifiée par Sehili,2022).....	278
Figure 195: les effets du séisme (les bateaux échoués sur du sable). (Source : INCT, 23 mai 2003, modifiée par Sehili,2022)	279
Figure 196: Les acteurs des aides durant la phase d'urgence. (Source : Enquête de 2017, Sehili,2022).....	279
Figure 197: Prise en charge psychologique des enfants sinistrés du site de Takdemt. (Source : Rapport de la DAS, 2003)	280
Figure 198: Etat des bâtisses avant l'opération des mesures d'urgence. (Source: Direction de la Culture de Boumerdes, 2008).....	284

Figure 199 : Etat des ruelles avant l'opération des mesures d'urgence. (Source: Direction de la Culture de Boumerdes, 2009).....	284
Figure 200: Les travaux de mesures d'urgence. (Source : Direction de la Culture de Boumerdes, 2009)	285
Figure 201: Les différentes tâches de mesures d'urgence sur le bâti. (Source: Direction de la Culture de Boumerdes, 2009).....	285
Figure 202 : Les étalements et les tôles en zinc. (Source: Sehili,2022, 2017).....	286
Figure 203: plus de vulnérabilité après les travaux d'urgences (source : direction de la culture de Boumerdes modifiée par Sehili 2022)	286
Figure 204 : Etat de dégradation de la basse Casbah (1) à la fin des années 1950 (source : Bougdel 2006).....	287
Figure 205 : état de dégradation des bâtisses en 1980 (source : INCT modifiée par Sehili,2022)	287
Figure 206: Les phénomènes naturels les plus importants à Dellys. (Source : Enquête 2017, Sehili,2022)	291
Figure 207: Le quartier Sikha, « site glissant », (Source : Sehili, 2022).....	292
Figure 208: les travaux de rénovation des ponts (Tiza et autres) (source : APC Dellys, 2011)	293
Figure 209:la vulnérabilité systémique de la ville de Dellys (source : (Desthieux 2005, modifiée par Sehili,2022)	295
Figure 210: la vulnérabilité globale est le socle du risque de catastrophe à Dellys (source : Sehili,2022).....	295
Figure 211: Modèle de gestion des risques modifié (source : Cutter et al., 2000 ,modifiée par Sehili,2022)	298
Tableau 1 : les coûts des différents événements naturels de 2020 à la fin de 2021 (source : Afra 2021).....	3
Tableau 2 : l'impact des dommages matériels à Boumerdes (source :Protection Civile Boumerdes , modifié par Sehili ,2021).....	5
Tableau 3 : Les pertes et les coûts des catastrophes naturelles entre 1980 et 2001.(Source : Rapport du CNES, 2003)....	17
Tableau 4: Les trois grandes approches possibles pour aborder le risque. (Source : Coanus et al., 2010)	20
Tableau 5: top 10 des pays selon le nombre total de décès dus aux catastrophes (source : CRED 2019)	41
Tableau 6 : Perte annuelle moyenne (AAD) par aléa naturel. (Source : GAR, 2015)	42
Tableau 7: Période de retour moyenne en années. Les valeurs pour les aléas sont en millions de dollars US. (Source : GAR 2015)	43
Tableau 8: Quelques événements sismiques de 1716 à 1960 (source : NOAA).....	44
Tableau 9: L'ampleur des inondations sur les communes touchées. (Source : www.ministereinterieur.dz).....	63
Tableau 10 : Les séismes moyens et modérés à Boumerdes de 1953 à 1987. (Sources : Les données du rapport de la Protection civile de wilaya de Boumerdes, 2003 et Yelles-Chaouche et al., 2006)	69
Tableau 11: Caractéristiques du séisme du 21 mai 2003 données par différentes agences.(Sources : Rapport séisme Boumerdes, 2003, AFPS, 2003)	71
Tableau 12: Nombre de logements perdus par daïra (Source : Rapport de la Protection civile de la wilaya de Boumerdes, 2003).....	75
Tableau 13: Degré de dommage du bâti réparti sur l'ensemble des communes de la wilaya de Boumerdes.	77
Tableau 14: Evolution des facteurs matériels face à l'aléa sismique de 2003. (Source : données protection civile de Boumerdes. Traitement : Sehili, 2017)	89
Tableau 15: Les critères de la vulnérabilité sociale et humaine retenus pour évaluer la vulnérabilité des communes de la wilaya de Boumerdes.(d'après : Cutter et al 2000., traitement Sehili,2022 ,2017).....	93
Tableau 16: Indice de vulnérabilité du genre (femmes) par commune. (Source: DRGPH 1998. traitement Sehili,2022,2017).....	95
Tableau 17: Classement des communes par degré de vulnérabilité. (Source : Sehili,2017).....	97
Tableau 18: Taux d'accroissement de la population de Dellys entre 1987 et 1998. (Source : PDAU, 2008)	121
Tableau 19: Programme de développement entre 2005 et 2014. (Source : http://www.communedellys.dz).....	141
Tableau 20: Évolution de la Population de Dellys aux divers recensements (Source : RGPH)	156
Tableau 21: Répartition de la population par âge (source : RGPH 2008)	156
Tableau 22: répartition des actives à l'échelle de la vieille ville de Dellys (source : RGPH et PDAU 2008).....	157
Tableau 23 : répartition des actives par secteur (source :PDAU 2008).....	157
Tableau 24 : répartition de la population par tranche d'âge dans la vieille ville de Dellys (source PDAU 2008).....	157
Tableau 25 : répartition des aides sociales (source APC Dellys)	157
Tableau 26: La grille d'analyse des enjeux prioritaires à évaluer (source Sehili,2021)	183

Tableau 27: Échelle de comparaison binaire utilisée pour la comparaison par paire des indicateurs de vulnérabilité, (source : Saaty 1987 et Griot 2003)	187
Tableau 28: les principales répliques du séisme de 2003 (source : CRAAG).....	189
Tableau 29: Évaluation du bâti existant – Principales méthodes (source : Desprez 2011).....	196
Tableau 30: Forme d'enquête de l'i indice de vulnérabilité (source : Benedetti, Benzoni, et Parisi 1988)	198
Tableau 31: Forme d'étude de l'index de vulnérabilité pour le bâti à Dellys (source:(Benedetti, Benzoni, et Parisi 1988) (Boukri et Bensaïbi 2006).....	199
Tableau 32 : la corrélation des paramètres de l'Iv à la basse Casbah , les coefficients de corrélation significatif sont supérieurs au seuil de 1% (source : Sehili, 2021)	201
Tableau 33: les paramètres de la vulnérabilité structurale de la basse Casbah de Dellys (source : Sehili, 2022).....	206
Tableau 34 : pondération des variables (source : Sehili.,2021).....	209
Tableau 35: Les critères de la vulnérabilité sociale et humaine retenus pour évaluer la vulnérabilité de Basse Casbah de Dellys (source : Sehili , 2021)	210
Tableau 36: pondération des 11 variables socio-humain de la basse Casbah (source : Sehili,2021).....	216
Tableau 37: pondération des trois vulnérabilités (source : Sehili,2021).....	218
Tableau 38: la corrélation entre les variables de la vulnérabilité physique des quartiers de la ville de Dellys (source : Sehili, 2021)	219
Tableau 39: les paramètres de la vulnérabilité sociale des 27 districts (source : RGPH 2008 , modifiés par Sehili,2021)	220
Tableau 40: les paramètres de la vulnérabilité physiques des 27 districts (source : RGPH 2008 , modifiés par Sehili,2021)	221
Tableau 41 : Les 11 POS de la ville de Dellys en 1998. (Source PDAU, 1998, modifié par Sehili, 2021)	234
Tableau 42: Composition et revenu des ménages de la vieille ville de Dellys avant 2003. (Source : enquête de Hamada, janvier 2002).....	238
Tableau 43: Relogement provisoire des sinistrés dans les tentes. (Source : Protection civile, 2004).....	239

Table des matières

Dédicaces	i
Remerciements	ii
SOMMAIRE	iii
INTRODUCTION GENERALE	1
I. Le contexte régional et local : l'impact des catastrophes naturelles et les vulnérabilités des territoires urbains de Boumerdes et Dellys et l'échec de leurs réduction	2
I. Les objectifs de la thèse	7
II. Les enjeux de la thèse	8
III. Choix du périmètre géographique, des méthodes et des terrains d'études	9
IV. Organisation de la thèse :	11
PARTIE I. L'évolution diachronique des composantes des risques naturels à l'échelle régionale et locale	13
Introduction de la partie I	14
Chapitre 1. De la catastrophe au risque naturel	15
Introduction	16
1.1. La vulnérabilité au cœur des risques et des catastrophes naturelles	17
1.2. Le risque naturel : un objet composite, complexe et global	18
1.2.1. L'aléa : un événement probable et réel	21
1.2.2. Les enjeux fonctionnels et structurels	22
1.2.2.1. Les enjeux structurels	23
1.2.2.2. Les enjeux fonctionnels	23
1.2.3. La vulnérabilité ou les vulnérabilités, une notion mesurable et préventive	24
1.2.3.1. Le système de vulnérabilité : des éléments vulnérables et des facteurs de vulnérabilités	25
1.2.3.2. Les types de vulnérabilité	28
1.2.4. Prévenir et se préparer aux risques naturels	29
1.3. Les approches du risque	31
1.3.1. L'approche systémique PAR	31
1.3.2. L'approche holistique	34
1.4. La catastrophe	35
1.4.1. Impacts et pertes	36
1.4.2. Gestion post-catastrophe et reconstruction	37
1.4.2.1. La prévention	38
1.4.2.2. L'atténuation ou mitigation	38
1.4.2.3. La préparation	38
1.4.2.4. La réponse	39
1.4.2.5. La récupération (Recovery)	39
1.5. Retour d'expérience (REX) sur les catastrophes naturelles en Algérie de 1716 à 2019	39
1.5.1. Les catastrophes à l'échelle africaine et la situation de l'Algérie : l'évaluation des catastrophes par le GAR DRR	40
1.5.2. De 1359 à 1960 des règles techniques pour préserver le bâti.	43
1.5.2.1. Le tremblement de terre du 4 janvier 1365 à Alger	44
1.5.2.2. La catastrophe sismique de 1716	44
1.5.2.3. De 1839 à 1960, plusieurs événements sismiques dont plusieurs catastrophiques	47
1.5.2.4. La catastrophe de 1954 à Orléansville, une première gestion post-catastrophe et une reconstruction avec un nouveau code parasismique (destruction et naissance d'une ville)	47
1.5.3. De 1980 à 2002, un bâti vulnérable et une prise de conscience de la gestion de catastrophe.	52
1.5.3.1. Le séisme d'El Asnam en 1980	53
1.5.3.2. La phase après la catastrophe : reconstruction et la mise en place d'un cadre réglementaire pour se préparer à de futures catastrophes.	55
1.5.3.3. De 1985 à 2001, les premières politiques de réduction des catastrophes naturelles	55
1.5.3.4. Culture du risque : sensibilisation du public	58

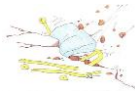
1.5.3.5. En 2001, une nouvelle catastrophe vient frapper la ville d'Alger sous la forme d'inondations: un système d'alerte défaillant et une mauvaise gestion des urgences	58
1.5.3.6. Les causes directes et indirectes de cette catastrophe	59
1.5.4. De 2003 à 2019, une amélioration de la gestion de la catastrophe et une prise de conscience du risque naturel.	59
1.5.4.1. La catastrophe de 2003	60
1.5.4.2. L'impact des différentes catastrophes sur la politique de réduction des risques de catastrophe.	61
1.5.4.3. Les inondations de 2008 à Ghardaia	62
1.5.4.4. L'impact des inondations	62
Conclusion : penser la complexité des risques en termes des trajectoires territoriales	64
Chapitre 2. Boumerdes, un territoire vulnérable au risque sismique	65
Introduction	66
2.1. Boumerdes, une région historiquement sismique	67
2.2. Identification et quantification des enjeux vulnérables	72
2.3. Les effets, les conséquences du séisme sur les enjeux matériels	73
2.3.1. L'impact sur les bâtiments résidentiels	74
2.3.1.1. Analyse des facteurs physiques des bâtiments expertisés par le CGS	78
2.3.1.2. Des facteurs physiques endommagés à différents degrés	78
2.3.2. Les dégâts du séisme sur les autres bâtiments non résidentiels	81
2.3.3. Boumerdes, une région à forte vulnérabilité structurelle	89
2.3.4. Les enjeux humains et sociaux	90
2.3.4.1. Les critères de vulnérabilité humaine et sociale des populations	91
2.3.4.2. Les critères humains	92
2.3.4.3. Les critères sociaux	92
2.3.4.4. Une vulnérabilité sociale et humaine cachée avant le séisme de 2003	94
2.4. Des communes à forte vulnérabilité physique, humaine et sociale	98
Conclusion : Boumerdes, un territoire à forte vulnérabilité globale	99
Chapitre 3. Les mécanismes d'urbanisation des zones à risque de l'agglomération urbaine de Dellys	100
Introduction	101
3.1. L'évolution diachronique des fonctions et des espaces urbains à Dellys	101
3.1.1. Dellys dans son environnement immédiat : de l'antiquité à l'arrivée des Européens : Une ville, un port, des remparts et des maisons avant 1844	102
3.1.1.1. Rusuccuru, une ville refuge	102
3.1.1.2. Tadellis de 1088 jusqu'au 15ème siècle : une ville maritime et commerciale de la Grande Kabylie	102
3.1.2. De 1844 à 1961 : des nouveaux plans pour la ville et une conscience du risque	103
3.1.2.1. Des fonctions militaires et défensives (besoins sécuritaires)	104
3.1.2.2. De 1864 à 1961 : le déclin de la ville	110
3.1.2.3. 1959 : Une ville protégée et planifiée	115
3.1.3. De 1962 à 2007 : la création de nouveaux quartiers à risque	119
3.1.3.1. La mutation du statut administratif	119
3.1.3.2. Une forte densité et un bâti dégradé et ancien	121
3.2. L'augmentation des vulnérabilités de la ville de Dellys à la fin du XXème siècle : retours d'expérience sur le séisme de 2003 et les inondations de 2007	129
3.2.1. Les effets du séisme de 2003 sur la ville de Dellys	130
3.2.1.1. Les impacts physiques, structuraux et fonctionnels	131
3.2.2. Les effets des inondations du 27 novembre 2007	138
3.3. Évolution spatiotemporelle des vulnérabilités : les migrations des foyers de vulnérabilité vers d'autres quartiers de la ville.	139
3.3.1. Répartition des programmes de développement local (équipements, habitat, activités industrielles et touristiques) après 2003 et 2007.	139
Conclusion	142
Conclusion de la partie I	142
PARTIE II. Analyse de la vulnérabilité globale de la Casbah de Dellys face au séisme	144
Introduction de la partie II	145

Chapitre 4. Diagnostic de la vulnérabilité globale de la ville arabe (Casbah de Dellys)	147
Introduction	148
4.1. Comment définir l'approche et les facteurs de vulnérabilité à évaluer	148
4.2. Diagnostic de la vulnérabilité de la Casbah de Dellys	150
4.2.1. L'État des lieux	150
4.2.1.1. Les limites de la ville arabe (Casbah) et son intégration dans le PPSMVSS	152
4.2.1.2. Les espaces bâtis résidentiels	155
4.2.1.3. Les espaces bâtis non résidentiels	166
4.2.1.4. Les infrastructures et les réseaux	178
Conclusion	183
Chapitre 5. Évaluation de la vulnérabilité globale et du risque sismique à Dellys	184
Introduction	185
5.1. Les facteurs et les outils d'estimation des vulnérabilités	185
5.2. La corrélation entre les facteurs de vulnérabilités	186
5.2.1. Définition de l'importance relative des indicateurs	187
5.3. La fonction de l'aléa sismique à Dellys	188
5.3.1. Micro zonage sismique de site urbain de Dellys	190
5.4. Évaluation de la vulnérabilité globale de la basse Casbah de Dellys	195
5.4.1. Évaluation de la vulnérabilité physique du bâti (systèmes physiques)	195
5.4.1.1. Retour sur les méthodes	195
5.4.1.2. La méthode de l'index de vulnérabilité pour les constructions en maçonnerie	196
5.4.1.3. Éléments de calcul	197
5.4.1.4. La méthode retenue pour l'évaluation de la vulnérabilité du bâti en Algérie et notre cas d'étude la basse Casbah de Dellys	198
5.4.1.5. Les résultats	201
5.4.2. La vulnérabilité structurelles des voies	203
5.4.2.1. Déterminer et identifier les voies exposés	203
5.4.2.2. Les critères retenus et leurs normalisation	206
5.4.2.3. Les résultats	208
5.4.3. La vulnérabilité socio-humaine et le choix des facteurs	210
5.4.3.1. Les résultats	212
5.5. Le risque sismique à la vieille ville et la ville de Dellys	219
5.5.1. Croissement de la vulnérabilité globale et de l'aléa sismique à l'échelle des quartiers de la ville	219
5.6. Le risque à Dellys	224
Conclusion	226
Conclusion de la partie II	226
PARTIE III. La trajectoire globale du risque naturel de la ville de Dellys	228
Introduction de la partie III	229
Chapitre 6. Les politiques publiques de gestion des risques naturels et de préservation du patrimoine urbain à Dellys	230
Introduction	231
6.1. Les orientations des instruments d'urbanismes et les risques naturels à Dellys (la gestion urbaine des risques naturels)	231
6.1.1. Les différents plans directeurs d'aménagement et d'urbanisme PDAU à Dellys	232
6.1.2. Les POS(s).	233
6.2. La prévention : les mesures de réparation du bâti et de relogement, après le séisme de 2003	237
6.2.1. Les effets négatifs des opérations de relogement sur le bâti et sur la vieille ville de Dellys après 2003.	238
6.2.2. Des exemples de réparation du bâti, après la catastrophe de 2003 (entre bonne et mauvaise)	240
6.3. Les effets positifs de la catastrophe sismique de 2003 sur la vieille ville de Dellys	246
6.3.1. La préservation du patrimoine : la création du secteur sauvegardé et la mise en place d'un plan permanent de sauvegarde et de mise en valeur du secteur sauvegardé (PPSMVSS) en 2007	246
6.3.2. Les mesures d'urgence du PPSMVSS (2009) et ses effets sur le bâti de la vieille ville de Dellys.	252
Conclusion	253
Chapitre 7. Culture et représentation des risques dans la population de la vieille ville de Dellys	254

Introduction	255
7.1. La connaissance et la représentation des risques (la culture du risque)	255
7.2. Enquêter la culture du risque naturel (la représentation du risque sismique) à Dellys	257
7.2.1. Cohabiter avec le danger, la perception du risque à Dellys	259
7.2.2. La connaissance du phénomène, c'est apprendre le danger	262
7.2.2.1. Causes d'un séisme	262
7.2.2.2. Reconnaître un séisme	263
7.2.3. Comportements face à un séisme	264
7.2.3.1. Les attitudes à adopter pendant la secousse	265
7.2.3.2. Attitudes en cas d'évacuation et les lieux de refuges	265
7.2.4. Mémoire et expérience d'un séisme	266
7.2.5. Information sur les risques	267
7.2.5.1. Informer qui par qui ?	267
7.2.5.2. Développer la confiance dans les bâtiments	269
7.3. La dimension sociale : les aides	272
7.3.1. La gestion des catastrophes et des événements est un protocole codifié	272
7.3.2. La aides et la gestion de la crise à Dellys	273
7.3.2.1. À l'échelle de la wilaya de Boumerdes	273
7.3.2.2. À l'échelle de la ville de Dellys	276
7.3.2.3. Les différentes formes d'aides	280
Conclusion	281
Chapitre 8. L'évaluation de la trajectoire globale du risque sismique à l'échelle de la vieille ville de Dellys.	282
Introduction	283
8.1. Une vulnérabilité globale dynamique	283
8.1.1. Un bâti patrimonial vulnérable	283
8.1.2. Des habitants vulnérables avec des capacités à faire face	288
8.1.3. Une politique de prévention difficile à amorcer à l'échelle locale.	289
8.2. Un aléa naturel probable	291
8.2.1. Des phénomènes naturels probables : séismes, inondations, glissements de terrain et feux de forêt	293
8.3. Une trajectoire globale du risque sismique	294
Conclusions et perspectives	296
Références bibliographiques	300
Liste des illustrations	323
Table des matières	331
Annexes	335

Annexe 1 : Échelle de Mercalli modifiée

Degrés	Évaluation	Étendue des dégâts observés
I	Instrumentale	Aucun mouvement n'est perçu. Le séisme n'est détecté que par des instruments sensibles et quelques personnes dans des conditions particulières.
II	Très légère	Quelques personnes peuvent sentir un mouvement si elles sont au repos et/ou dans les étages élevés de grands immeubles.
III	Légère	À l'intérieur de bâtisses, beaucoup de gens sentent un léger mouvement. Les objets suspendus bougent. En revanche, à l'extérieur, rien n'est ressenti.
IV	Assez forte	À l'intérieur, la plupart des gens ressentent un mouvement. Les objets suspendus bougent, mais aussi les fenêtres, plats, assiettes, loquets de porte.
V	Moyenne	La plupart des gens ressentent le mouvement. Les personnes sommeillant sont réveillées. Les portes claquent, la vaisselle se casse, les tableaux bougent, les petits objets se déplacent, les arbres oscillent, les liquides peuvent déborder de récipients ouverts.
VI	Forte	Tout le monde sent le tremblement de terre. Les gens ont la marche troublée, les objets et tableaux tombent, le plâtre des murs peut se fendre, les arbres et les buissons sont secoués. Des dommages légers peuvent se produire dans des bâtiments mal construits, mais aucun dommage structurel.
VII	Très forte	Les gens ont du mal à tenir debout. Les conducteurs sentent leur voiture secouée. Quelques meubles peuvent se briser. Des briques peuvent tomber des immeubles. Les dommages sont modérés dans les bâtiments bien construits, mais peuvent être considérables dans les autres.
VIII	Destructrice	Les chauffeurs ont du mal à conduire. Les maisons avec de faibles fondations bougent. De grandes structures telles que des cheminées ou des immeubles, peuvent se tordre et se briser. Les bâtiments bien construits subissent de légers dommages, contrairement aux autres qui en subissent de sévères. Les branches des arbres se cassent. Les collines peuvent se fissurer si la terre est humide. Le niveau de l'eau dans les puits peut changer.
IX	Dévastatrice	Tous les immeubles subissent de gros dommages. Les maisons sans fondations se déplacent. Quelques conduits souterrains se brisent. La terre se fissure.
X	Désastreuse	La plupart des bâtiments et leurs fondations sont détruits. Il en est de même pour quelques ponts. Des barrages sont sérieusement endommagés. Des éboulements se produisent. L'eau est détournée de son lit. De larges fissures apparaissent sur le sol. Les rails de chemin de fer se courbent.
XI	Catastrophique	La plupart des constructions s'effondrent. Des ponts sont détruits. Les conduits souterrains sont détruits.
XII	Cataclysmique	Presque tout est détruit. Le sol bouge en ondulant. De grands pans de roches peuvent se déplacer.

Échelle d'intensité de Mercalli Modifiée (MM) Source: Wood, H.O., and F. Neumann, 1931. Modified Mercalli Intensity Scale of 1931. Bulletin of the Seismological Society of America, 21, 277-283. Adaptée de l'échelle de Mercalli-Cancani de Sieberg.			Magnitude (Richter)
MM I.	Non ressenti ou seulement par quelques personnes dans des circonstances très favorables. Sous certaines conditions, les effets suivants peuvent apparaître dans la région immédiate affectée par une secousse: oiseaux et petits animaux semblent perturbés; rarement des nausées ou des étourdissements sont ressentis; quelquefois les arbres, les structures, les liquides et les étendues d'eau peuvent s'agiter - les portes peuvent se balancer très lentement.		2
MM II.	Ressenti par quelques personnes, surtout par celles situées aux étages supérieurs des maisons ou par des gens nerveux ou sensibles. Certains effets peuvent être perçus comme pour l'intensité I, mais avec plus de vigueur: balancement possible des objets délicatement suspendus; quelquefois les arbres, les structures, les liquides et les étendues d'eau peuvent s'agiter - les portes peuvent se balancer très lentement; oiseaux et petits animaux semblent perturbés; rarement des nausées ou des étourdissements sont ressentis.		3
	Homme endormi		
MM III.	Ressenti par plusieurs à l'intérieur, souvent le mouvement semblable à une vibration rapide. Au début, plusieurs personnes ne se rendent pas compte qu'il s'agit d'un séisme. Durée appréciable et quelquefois estimée. Vibrations analogues à celles causées par des camions légers ou par des camions lourds circulant à bonne distance. Les objets suspendus peuvent osciller légèrement. Le mouvement peut être plus notable aux étages supérieurs des hautes structures. Les voitures en stationnement peuvent osciller légèrement.		4
MM IV.	Séisme ressenti à l'intérieur des constructions par de nombreuses personnes, à l'extérieur par quelques-unes. Dormeurs légers réveillés la nuit. Seules les personnes ayant ressenti un séisme important auparavant sont apeurées. Vibration semblable à celle d'un camion lourd passant tout près. Sensation analogue à un corps lourd heurtant l'immeuble ou comme si un objet lourd tombe dans la maison. Vibration des fenêtres, des portes, de la vaisselle et de la verrerie. Craquement des murs. Les objets suspendus se balancent vigoureusement. Les liquides dans les contenants ouverts sont agités. Les voitures en stationnement oscillent.		
	Homme debout du au secousse		5
MM V.	Ressenti par presque tous à l'intérieur et par la plupart à l'extérieur. À l'extérieur on peut estimer la direction du mouvement. De nombreux dormeurs réveillés. Sentiment d'excitation, mais peu de gens sont effrayés. Une minorité court à l'extérieur. Les immeubles tremblent en entier. Vaisselle, verrerie et quelques fenêtres brisées. Quelques petits objets instables sont déplacés, renversés ou tombent au sol. Les objets suspendus et les portes se balancent considérablement. Les cadres accrochés aux murs claquent contre ceux-ci ou sont tout simplement jetés par terre. Les portes et les volets s'ouvrent et se referment. Les pendules peuvent s'arrêter ou sonner. Le liquide se renverse des contenants les plus pleins. Perturbation possible d'arbres, poteaux et autres objets de haute taille.		
MM VI.	Ressenti par tous; plusieurs sont effrayés et courent à l'extérieur. Excitation générale. Tous les dormeurs sont réveillés. Les gens se déplacent d'une manière chancelante. Arbres et buissons branlent modérément. Les liquides s'agitent vigoureusement. De petites cloches sonnent (école, église). Petit dégâts aux maisons de mauvaise construction. Quelques cheminées et plâtre endommagés (fissures). Vaisselle, verrerie et vitres brisées en bonne quantité. Bibelots, livres et cadres projetés au sol. Certains articles de mobilier lourd sont déplacés.		6
	Homme qui tiend le lit due au brassement		
MM VII.	Alerte générale, tout le monde se précipite à l'extérieur. Souvent difficile de se tenir debout. Vibrations ressenties par les conducteurs d'automobiles. Arbres et buissons balancent considérablement. Vagues perçues à la surface des étangs et des lacs. Fait sonner les grosses cloches d'église. Les objets suspendus peuvent trembler. Dégâts négligeables dans les édifices bien construits, légers à modérés dans les structures ordinaires d'assez bonne construction, considérables dans les structures mal construites ou mal conçues. Quelques cheminées brisées, murs craqués. Chute de plâtre et de stucco en grande quantité. Plusieurs vitres brisées. Bris des corniches sur les tours et les grands immeubles. Briques et pierres des murs délogées, mobilier renversé. Dommages aux canaux de drainage en béton.		7
MM VIII.	Peur générale, près de la panique. Conducteurs d'automobiles en mouvement perturbés. Arbres balancent violemment, branches brisées. Éjection de petites quantités de sable et de boue. Changements dans le débit et le niveau d'eau des puits. Dégâts légers dans les structures spécialement conçues; considérables dans les gros immeubles ordinaires, avec effondrement partiel; très considérables dans les structures mal construites. Chutes de cheminées, colonnes, monuments, murs. Mobilier renversé.		
	Lit en morceaux		8
MM IX.	Panique générale. Dégâts considérables dans les structures spécialement conçues; structures bien conçues mises hors d'aplomb; dégâts très considérables dans les gros immeubles, effondrement partiel. Immeubles détachés de leurs fondations. Sol fissuré. Rupture des réservoirs et des canalisations souterraines.		
MM X.	Crevasse, importants glissements de terrain à partir des berges de rivières et dans les pentes abruptes. Sable et boue déplacés. Changements importants dans le niveau d'eau des puits. Eau des rivières et des lacs projetée sur le rivage. Changements importants dans le niveau d'eau des puits. Dommages aux barrages, aux remblais et aux ponts qui peuvent aussi être détruits. Destruction de quelques bâtiments à charpente bien construite; destruction de la plupart des structures à maçonnerie et à charpente et de leurs fondations; chemins de fer pliés, canalisations souterraines endommagées. Fissures dans les pavés et dans l'asphalte.		9
MM XI.	Affecte le sol en plusieurs endroits, surtout les sols mous et humides; glissements de terrain, effondrements, larges fissures. Eau transportant du sable et de la boue éjectée du sol. Dommages importants aux structures en bois, aux barrages, aux remblais, etc. Il ne reste pratiquement aucune structure de maçonnerie. Ponts détruits. Chemins de fer tordus. Canalisations souterraines hors de service.		
MM XII.	Destruction totale. Pratiquement toutes les constructions sont grandement endommagées ou encore détruites. Topographie bouleversée - apparition de très larges fissures sur le sol, glissements de terrain, chutes de roches, effondrement des berges des rivières - en plusieurs endroits. Fracturation dans de grosses masses rocheuses, déplacements verticaux et horizontaux importants le long des failles. Modifications majeures dans le cours des rivières et des eaux souterraines, isolement des lacs, apparition de chutes. Ondes vues sur le sol. Peut projeter des objets verticalement dans les airs.		
	Mobilier renversé		9
	Note: L'échelle de Mercalli modifiée est conçue afin de décrire les effets d'un séisme, à un endroit donné, sur des objets naturels, sur des installations industrielles et sur les êtres humains. L'intensité diffère de la magnitude, qui est liée à l'énergie relâchée par un séisme. Il y a plusieurs versions de l'échelle MM; celle qui suit est la version de 1931.		

Annexe 2 : EMS 1998

8 Forme abrégée de l'échelle EMS-98

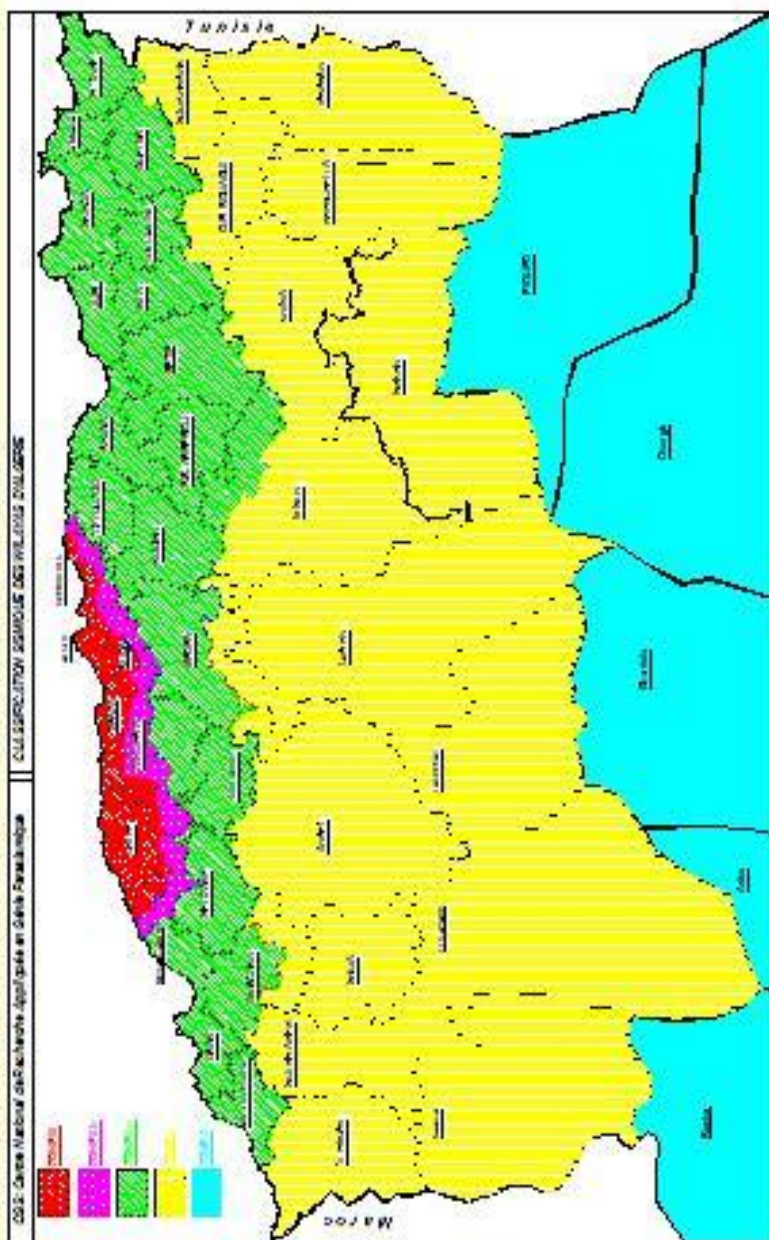
La forme abrégée de l'Echelle Macrosismique Européenne, tirée de la partie principale, est conçue pour donner une vision très simplifiée et générale de l'échelle EMS. Elle peut, par exemple, être utilisée à des fins éducatives. *Cette forme abrégée ne convient pas pour les estimations d'intensité.*

Intensité EMS	Définition	Description des effets typiques observés (résumée)
I	Non ressenti	Non ressenti.
II	Rarement ressenti	Ressenti uniquement par quelques personnes au repos dans les maisons.
III	Faible	Ressenti à l'intérieur des habitations par quelques personnes. Les personnes au repos ressentent une vibration ou un léger tremblement.
IV	Largement observé	Ressenti à l'intérieur des habitations par de nombreuses personnes, à l'extérieur par très peu. Quelques personnes sont réveillées. Les fenêtres, les portes et la vaisselle vibrent.
V	Fort	Ressenti à l'intérieur des habitations par la plupart, à l'extérieur par quelques personnes. De nombreux dormeurs se réveillent. Quelques personnes sont effrayées. Les bâtiments tremblent dans leur ensemble. Les objets suspendus se balancent fortement. Les petits objets sont déplacés. Les portes et les fenêtres s'ouvrent ou se ferment.
VI	Dégâts légers	De nombreuses personnes sont effrayées et se précipitent dehors. Chute d'objets. De nombreuses maisons subissent des dégâts non structuraux comme de très fines fissures et des chutes de petits morceaux de plâtre.
VII	Dégâts	La plupart des personnes sont effrayées et se précipitent dehors. Les meubles se déplacent et beaucoup d'objets tombent des étagères. De nombreuses maisons ordinaires bien construites subissent des dégâts modérés: petites fissures dans les murs, chutes de plâtres, chutes de parties de cheminées; des bâtiments plus anciens peuvent présenter de larges fissures dans les murs et la défaillance des cloisons de remplissage.
VIII	Dégâts importants	De nombreuses personnes éprouvent des difficultés à rester debout. Beaucoup de maisons ont de larges fissures dans les murs. Quelques bâtiments ordinaires bien construits présentent des défaillances sérieuses des murs, tandis que des structures anciennes peu solides peuvent s'écrouler.
IX	Destructions	Panique générale. De nombreuses constructions peu solides s'écroulent. Même des bâtiments bien construits présentent des dégâts très importants: défaillances sérieuses des murs et effondrement structural partiel.
X	Destructions importantes	De nombreux bâtiments bien construits s'effondrent.
XI	Catastrophe	La plupart des bâtiments bien construits s'effondrent, même ceux ayant une bonne conception parasismique sont détruits.
XII	Catastrophe généralisée	Pratiquement tous les bâtiments sont détruits.

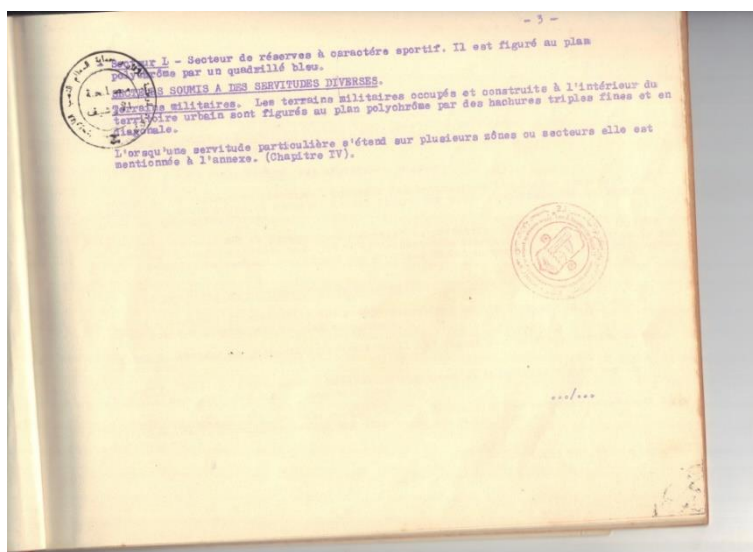
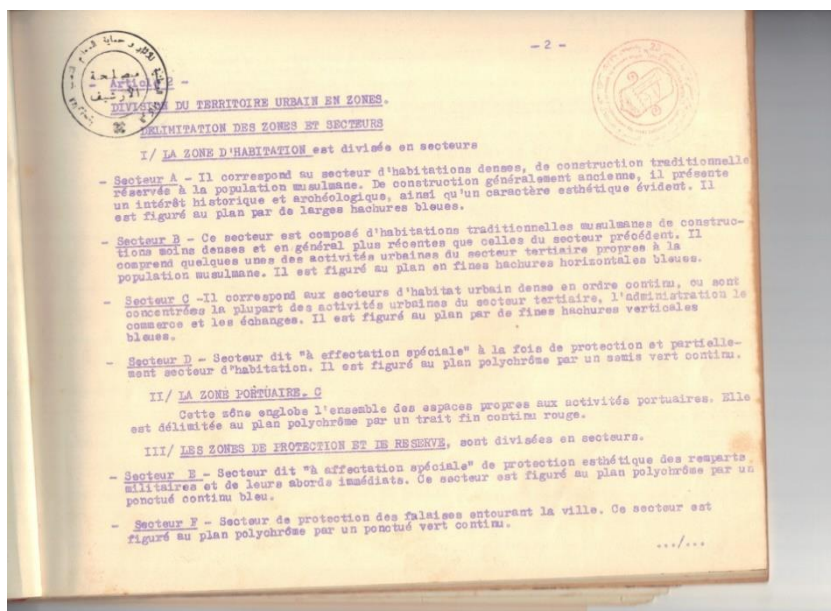
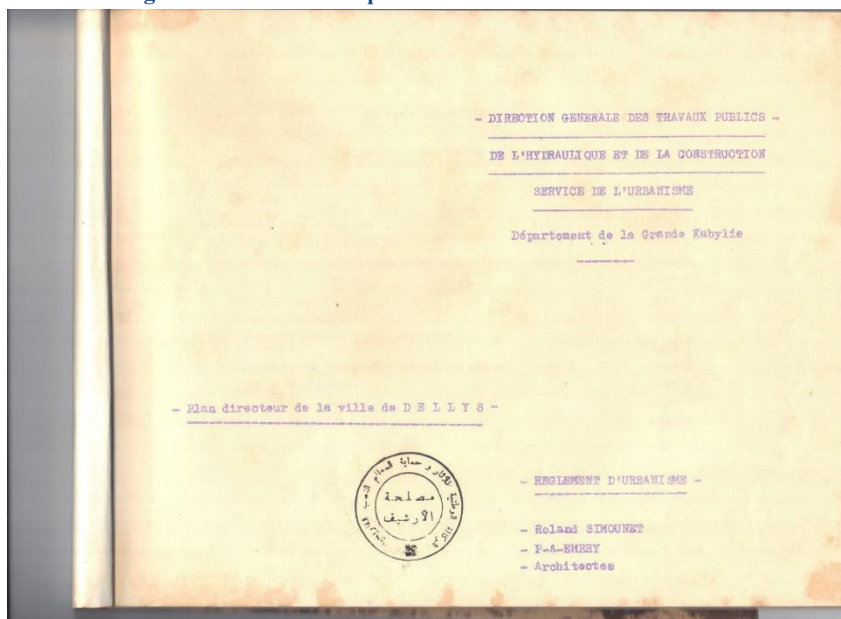
Annexe 3 : Tableau des indices de vulnérabilité du bâti à la basse Casbah

ID_Bat	Photo	B	Etat du Bati	Résistance total au cisaillement				Régularité en plan				Régularité en élévation				Contextion de murs				Type de murs				Plancher				Toiture				Content du sol				Maintenance				Modifications			
		A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D						
1		0	7,5	37,5	67,5	0	2,5	12,5	22,5	0	2,5	12,5	22,5	0	5	25	45	0	1,25	6,25	11,25	0	1,25	6,25	11,25	0	3,75	18,75	33,75	0	5	25	45	0	2,5	12,5	22,5						
2				37,5		0	2,5				2,5				5	25				6,25			6,25			11,25						25		25		22,5							
3				37,5			2,5				2,5				25					6,25			6,25			11,25						25		25		22,5							
4				37,5			2,5				2,5				25					6,25			6,25			11,25						25		25		22,5							
5				37,5			2,5				2,5				25					6,25			6,25			11,25						25		25		22,5							
6				37,5	6		2,5				2,5				6					11,25			11,25			11,25						25		25		22,5							
7																																											
8																																											
9																																											
10																																											
11																																											
12				7,5		37,5			12,5		2,5		12,5		5		45			1,25	6,25	11,25		1,25	6,25	11,25						25				22,5							
13				7,5				2,5			2,5		22,5		5							11,25										0				22,5							
14				7,5				2,5			2,5				5					1,25	6,25	11,25		1,25	6,25	11,25							25			22,5							
15				7,5				2,5			2,5				5					1,25				6,25			11,25					5				12,5							
16																																											
17																																											
18																																											
19				37,5				2,5			2,5				45					11,25	6,25	11,25		11,25	6,25	11,25										22,5							
20				37,5				2,5			2,5				45					11,25	6,25	11,25		11,25	6,25	11,25										22,5							
21				37,5				2,5			2,5				45					11,25	6,25	11,25		11,25	6,25	11,25										22,5							
22																																											
23						67,5			12,5			12,5					45				11,25			11,25			11,25							45			22,5						
24																																											
25																																											
26																																											
27																																											
28																																											
29																																											
30																																											
31																																											
32																																											
33																																											
34																																											
35																																											
36																																											
37																																											
38																																											

CARTE DE ZONAGE SISMIQUE DU TERRITOIRE NATIONAL - RPA99/ APRES ADDENDA



Annexe 5 : règlement d'urbanisme plan directeur 1959



Annexe 6 : Fiche d'évaluation des dommages pour le séisme de 2003

SEISME DE BOUMERDES 21 Mai 2003 FICHE D'EVALUATION DES DOMMAGES			
Code Inspecteur _____			
Date : _____			
IDENTIFICATION DE LA CONSTRUCTION			
Secteur _____	zone _____	Construction calculée au séisme : Oui - Non _____	
Adresse ou éléments d'identification _____		Construction contrôlée : Oui - Non _____	
USAGE DE LA CONSTRUCTION (*)			
Logement _____	Scolaire _____	Commercial _____	
Administratif _____	Hospitalier _____	Industriel _____	
Socioculturel _____	Sportif _____	Réservoir d'eau _____	
Autres (à préciser) _____			
DESCRIPTION SOMMAIRE			
Age approximatif : _____		Vide sanitaire :	Oui - Non (*) _____
Nombre de niveaux : _____		Sous-sol :	Oui - Non (*) _____
Nombre de joints de dilatation : _____		Eléments extérieurs indépendants (escaliers, auvent, passage couvert) _____	
- en élévation : _____			
- Infrastructure _____			
Problème de sol autour de la construction (*)			
Faïlle : Oui - Non _____	- Affaissement _____	- Soulèvement : Oui - Non _____	
Liquéfaction : Oui - Non _____	- Glissement _____	Oui - Non _____	
FONDACTIONS - INFRASTRUCTURE (*)			
Fondations :		Infrastructure (dans le cas VS ou S/Sol)	
- type de fondation _____		- voile béton continu : 1-2-3-4-5	
- type de dommages _____		- poteaux béton avec remplissage : 1-2-3-4-5	
. Tassement uniforme : Oui - Non _____			
. Glissement : Oui - Non _____			
. Basculement : Oui - Non _____			
STRUCTURE RESISTANTE (*)			
Eléments porteurs (charges verticales)		Eléments de contreventement	
- murs en maçonnerie 1-2-3-4-5		- murs en maçonnerie 1-2-3-4-5	
- Voiles béton 1-2-3-4-5		- voiles béton 1-2-3-4-5	
- poteaux béton 1-2-3-4-5		- portiques béton armé 1-2-3-4-5	
- poteaux métalliques 1-2-3-4-5		- portiques métalliques 1-2-3-4-5	
- poteaux bois 1-2-3-4-5		- palées triangulées 1-2-3-4-5	
- autres 1-2-3-4-5		- autres 1-2-3-4-5	
Planchers - Toiture terrasse		Toiture inclinée	
- béton armé 1-2-3-4-5		- charpente métallique 1-2-3-4-5	
- solives métalliques 1-2-3-4-5		- charpente bois 1-2-3-4-5	
- solives bois 1-2-3-4-5		- Couverture tuile 1-2-3-4-5	
		- Couverture amiante ciment 1-2-3-4-5	
		- Couverture métallique 1-2-3-4-5	
(*) entourer la mention utile, dans le cas de numéros : un ou plusieurs numéros peuvent être entourés			

ELEMENTS SECONDAIRES**Escaliers:**

- Béton	1-2-3-4-5
- métal	1-2-3-4-5
- bois	1-2-3-4-5

Remplissages extérieurs

- maçonnerie	1-2-3-4-5
- béton préfabriqué	1-2-3-4-5
- bardages	1-2-3-4-5
- autres	1-2-3-4-5

Autres éléments intérieurs:

- plafonds	1-2-3-4-5
- cloisons	1-2-3-4-5
- éléments vitrés	1-2-3-4-5
-	
-	
-	

Eléments extérieurs:

- balcons	1-2-3-4-5
- garde-corps	1-2-3-4-5
- au vent	1-2-3-4-5
- acrotères-corniches	1-2-3-4-5
- cheminées	1-2-3-4-5
- Autres	1-2-3-4-5

INFLUENCE DES CONSTRUCTIONS ADJACENTES (*)

La construction menace une autre construction	Oui - Non
La construction est menacée par une autre construction	Oui - Non
La construction peut-être un soutien pour une autre construction	Oui - Non
La construction peut-être soutenue par une autre constructio	Oui - Non

VICTIMES (*)

Oui - Non - Peut-être Si oui combien ?

COMMENTAIRES SUR LA NATURE ET LA CAUSE PROBABLE DES DOMMAGES

	<u>Sens transversal (*)</u>			<u>Sens longitudinal (*)</u>		
- symétrie en plan	bon	moyen	mauvais	bon	moyen	mauvais
- régularité en élévation	bon	moyen	mauvais	bon	moyen	mauvais
- redondances des files	bon	moyen	mauvais	bon	moyen	mauvais

AUTRES COMMENTAIRES :**EVALUATION FINALE (*)**

Niveau général des dommages	Couleur à utiliser
1 - 2 - 3 - 4 - 5	VERT - ORANGE - ROUGE

MESURES IMMEDIATES A PRENDRE :

Annexe 7 : questionnaire

Enquête sur le vulnérabilité sociale de la vieille ville de Dellys

2017 - Sehili Farida

Dans le cadre de l'élaboration de mon thème de recherche (doctorat) sur la vulnérabilité sismique de la vieille ville de Dellys, une enquête sur la vulnérabilité sociale des occupants face au risque sismique est lancée. Je vous remercie de bien vouloir participer à cette enquête.

METADONNEES

1. Numéro de codage :		3. Photographie du bâtiment	
2. (Lat)Y, (Long) X		4. Date de passage	

VOTRE LIEN AVEC Dellys

5. Habitez-vous à Dellys ? ☐ 1. Oui ☐ 2. Non <i>Aller à '8-Connaissance et attachement au lieu' si Origine = "Oui"</i>	15. Quel type de logement habitez-vous ? ☐ 1. Individuel ☐ 2. semi collectif ☐ 3. Collectif ☐ 4. Mixte (commerce et logement) ☐ 5. Logement de fonction ☐ 6. autres précisez																																																												
6. Si 'Non', précisez :	16. Si 'autres ', précisez :																																																												
7. Connaissiez-vous Dellys ☐ 1. Oui ☐ 2. Non	17. Etes-vous ☐ 1. locataire ☐ 2. propriétaire ☐ 3. autre précisez																																																												
8. Depuis combien de temps vivez-vous à Dellys	18. Si 'autre ', précisez :																																																												
9. Nom de votre quartier 	Quelle est l'importance des facteurs suivants dans la décision de vous installer à Dellys																																																												
10. Depuis combien de temps vivez-vous dans ce quartier?	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>19. La qualité des paysages climat; mer ; forêts</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>20. Les ressources du site, les terres agricoles, le port</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>21. Les facteurs financiers prix des terrains et des logements</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>22. Alger-Tizi-ouzou et Boumerdes</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>23. La réalisation d'un investissement</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>24. La proximité des commerces, écoles, lieu du travail, des moyens de transport</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>25. L'offre du travail</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>26. La proximité de la famille et amis</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>27. Un bien reçu par héritage</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>28. La Casbah de Dellys et ses valeurs culturelles</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>29. la mentalité et la sociabilité des habitants</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> <td>☐</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	4	19. La qualité des paysages climat; mer ; forêts	☐	☐	☐	☐	20. Les ressources du site, les terres agricoles, le port	☐	☐	☐	☐	21. Les facteurs financiers prix des terrains et des logements	☐	☐	☐	☐	22. Alger-Tizi-ouzou et Boumerdes	☐	☐	☐	☐	23. La réalisation d'un investissement	☐	☐	☐	☐	24. La proximité des commerces, écoles, lieu du travail, des moyens de transport	☐	☐	☐	☐	25. L'offre du travail	☐	☐	☐	☐	26. La proximité de la famille et amis	☐	☐	☐	☐	27. Un bien reçu par héritage	☐	☐	☐	☐	28. La Casbah de Dellys et ses valeurs culturelles	☐	☐	☐	☐	29. la mentalité et la sociabilité des habitants	☐	☐	☐	☐
	1	2	3	4																																																									
19. La qualité des paysages climat; mer ; forêts	☐	☐	☐	☐																																																									
20. Les ressources du site, les terres agricoles, le port	☐	☐	☐	☐																																																									
21. Les facteurs financiers prix des terrains et des logements	☐	☐	☐	☐																																																									
22. Alger-Tizi-ouzou et Boumerdes	☐	☐	☐	☐																																																									
23. La réalisation d'un investissement	☐	☐	☐	☐																																																									
24. La proximité des commerces, écoles, lieu du travail, des moyens de transport	☐	☐	☐	☐																																																									
25. L'offre du travail	☐	☐	☐	☐																																																									
26. La proximité de la famille et amis	☐	☐	☐	☐																																																									
27. Un bien reçu par héritage	☐	☐	☐	☐																																																									
28. La Casbah de Dellys et ses valeurs culturelles	☐	☐	☐	☐																																																									
29. la mentalité et la sociabilité des habitants	☐	☐	☐	☐																																																									
11. Depuis combien de temps vivez-vous dans ce logement	<i>Sans importance (1), Peu important (2), Assez important (3), Très important (4).</i>																																																												
12. Type de bâtiment ☐ 1. Maison individuelle ☐ 2. Bâtiment collectif ☐ 3. Maison à étages ☐ 4. Equipement	30. Est que la qualité de vie a dégradé à Dellys ☐ 1. Oui ☐ 2. Non ☐ 3. ne sais pas																																																												
13. Quel est l'usage du bâtiment ☐ 1. Logement ☐ 2. scolaire ☐ 3. commercial ☐ 4. administratif ☐ 5. hospitalier ☐ 6. industriel ☐ 7. culturel ☐ 8. sportif ☐ 9. autres																																																													
14. Si 'autres', précisez :																																																													

PERCEPTION DES RISQUES

31. Selon vous quels sont les risques les plus importants dans votre vie (pour vous et votre famille)?

Classez ces phénomènes naturels selon leur ordre d'importance?

	1	2	3	4
32. Incendie de forêt	☐	☐	☐	☐
33. Inondation	☐	☐	☐	☐
34. Séisme	☐	☐	☐	☐
35. Glissement de terrain	☐	☐	☐	☐

Sans importance (1), Peu important (2), Assez important (3), Très important (4).

36. Qualifiez le tremblement de terre sur Dellys?

- ☐ 1. Très fort ☐ 2. Fort ☐ 3. Modéré
☐ 4. Faible ☐ 5. Inexistant

37. Vous sentez vous concerné par le tremblement de terre ?

- ☐ 1. Oui ☐ 2. Non

CONNAISSANCE DU PHENOMENE (SEISME)

38. Quelles sont les causes possibles d'un tremblement de terre ?

41. A votre avis quels sont les conséquences d'un tremblement de terre ?

39. Qu'est-ce qui permet de reconnaître un tremblement de terre lorsqu'il se produit?

42. Vous sentez-vous exposé à un tremblement de terre dans la vie quotidienne ?

- ☐ 1. Non ☐ 2. Un peu ☐ 3. Beaucoup ☐ 4. Ne sais pas

40. Qu'est-ce qui serait le plus dangereux si un tremblement de terre se produisait à Dellys ?

MEMOIRE ET EXPERIENCE D'UN TREMBLEMENT DE TERRE

43. Avez-vous déjà vécu à un tremblement de terre ?

- ☐ 1. Oui ☐ 2. Non

51. Qui vous a apporté cette aide ?

44. Si 'Oui', précisez : le lieu, la date et l'intensité

52. Pour vous est ce que les secours étaient bien organisés ?

- ☐ 1. Oui ☐ 2. Non ☐ 3. Ne sais pas

45. Que pensez-vous des secousses?

53. Avez-vous reçu une aide financière de l'Etat ?

- ☐ 1. Oui ☐ 2. Non

46. Avez-vous vécu le séisme de 2003 ?

- ☐ 1. Oui ☐ 2. Non

54. Est ce que vous avez subi des dommages dans votre habitation?

- ☐ 1. Oui ☐ 2. Non

47. Si 'Oui', précisez :

55. Est ce que vous avez quitté votre habitation ?

- ☐ 1. Oui ☐ 2. Non

48. Avez-vous perdu des proches ?

- ☐ 1. Oui ☐ 2. Non

56. Si 'Oui', précisez : où vous avez logé?

49. Avez-vous reçu des aides ?

- ☐ 1. Oui ☐ 2. Non

57. Avez-vous été relogé par l'Etat ?

- ☐ 1. Oui ☐ 2. Non

50. Si oui quels types d'aides ?

58. Si oui, où ?

CONFIANCE DANS LES BATIMENTS

59. Est ce que l'état du bâti est la cause des dégâts à Dellys ?
☐ 1. Oui ☐ 2. Non

60. Si 'Oui', précisez :

61. Avez-vous fait des travaux de renforcement dans votre habitation ?
☐ 1. Oui ☐ 2. Non

62. Après cette catastrophe, est-ce que vous avez assuré votre maison ?
☐ 1. Oui ☐ 2. Non ☐ 3. Ne sais pas

63. Après cette catastrophe est ce que vous avez changé de comportement dans la vie quotidienne ?
☐ 1. Oui ☐ 2. Non

64. Si 'Oui', précisez :

65. Pensez-vous que votre maison résistera à un futur tremblement de terre ?
☐ 1. Oui ☐ 2. Non ☐ 3. Ne sais pas

COMPORTEMENTS A SUIVRE EN CAS DE SEISME

66. En cas d'un séisme quelles sont les attitudes à adopter ?

67. Un Tremblement de terre assez violent se produit alors que vous êtes chez vous. Quelle est selon vous la meilleure réaction ?

68. Vous avez des enfants à l'école. Quelle est votre réaction au moment du séisme ?

69. Connaissez-vous des lieux pour se réfugier après les secousses ?
☐ 1. Oui ☐ 2. Non ☐ 3. ne sais pas

INFORMATION SUR LES RISQUES

70. Avez-vous déjà eu une information sur le risque de tremblement de terre à Dellys ?
☐ 1. Oui ☐ 2. Non ☐ 3. Ne sais pas

71. Si non, pensez-vous que une information sur le risque sismique serait utile à mettre en place sur Dellys ?
☐ 1. Oui ☐ 2. Non ☐ 3. Ne sais pas

72. Si oui qui devrait faire cette information ?

73. Connaissez-vous des organismes ou des personnes qui interviennent auprès des sinistrés ?
☐ 1. Oui ☐ 2. Non ☐ 3. Ne sais pas

74. Si oui citez-les ?

75. Y'a-t-il des pompiers à Dellys ?
☐ 1. Oui ☐ 2. Non ☐ 3. Ne sais pas

76. Avez-vous reçu des formations aux premiers secours ?
☐ 1. Oui ☐ 2. Non ☐ 3. Ne sais pas

77. Si non y'a-t-il une personne habitant votre domicile qui a reçu une formation aux premiers secours ?
☐ 1. Oui ☐ 2. Non ☐ 3. Ne sais pas

PROFIL DE L'INDIVIDU

78. Êtes-vous...
☐ 1. Un homme ☐ 2. Une femme

79. Classe d'âge
☐ 1. 6-17 ☐ 2. 18-24 ☐ 3. 25-34 ☐ 4. 35-49
☐ 5. 50-64 ☐ 6. 65+

80. Quel est votre niveau d'études ?
☐ 1. Universitaire ☐ 2. Lycée
☐ 3. CEM ☐ 4. primaire
☐ 5. Sans diplôme ☐ 6. CFP
☐ 7. Ne veut pas répondre

81. Au sujet de votre activité professionnelle ?
☐ 1. J'exerce une activité professionnelle
☐ 2. Je suis à la recherche d'un emploi
☐ 3. Je suis au chômage
☐ 4. Je suis retraité(e) ou préretraité(e)
☐ 5. Je suis collégien(ne), lycéen(ne)
☐ 6. Je suis Etudiant(e)
☐ 7. Je reste au foyer
☐ 8. J'effectue le service national
☐ 9. Autre

82. Si 'Autre', précisez :

83. Catégorie socio-professionnelle ☐ 1. Agriculteur ☐ 2. Commerçant, artisan, chef Entreprise ☐ 3. Cadre.Prof.Intellectuelle.Sup. ☐ 4. Profession intermédiaire ☐ 5. Employé ☐ 6. Ouvrier ☐ 7. Chômeur ☐ 8. Elève, Etudiant ☐ 9. Inactif ☐ 10. Autre	85. Quelle est votre situation matrimoniale ? ☐ 1. Célibataire ☐ 2. Marié(e) ☐ 3. Veuf(Ve) ☐ 4. Divorcé(e)
	86. Nombre de personnes vivant au foyer
	87. Nombre d'enfants dans votre foyer ou ménage ?
	88. Y a-t-il dans votre foyer des personnes handicapés ?
	89. Y a-t-il dans votre foyer des personnes âgées ?
84. Si 'Autre', précisez :	
LES ESPACES MENACES -VECU QUOTIDIEN-	
90. Est ce qu'il y a plus de risque naturel à Dellys ? ☐ 1. Oui ☐ 2. Non	94. Veuillez colorier la partie de la ville que vous considérez à risque ? ☐ 1. Oui ☐ 2. Non
91. Si oui Lesquels ? ☐ 1. Inondation ☐ 2. Tremblement de terre ☐ 3. Glissement de terrain ☐ 4. Feu de forêts <i>Vous pouvez cocher plusieurs cases.</i>	95. Si non, citez le nom d'un quartier à risque selon vous ?
92. Citez les facteur(s) à l'origine de cette augmentation ? 	96. Durée du questionnaire
93. Avez-vous subis des dommages suite à une de ces catastrophes naturelles ? ☐ 1. Oui ☐ 2. Non	

Résumé

À travers son histoire, l'Algérie a connu nombre d'événements naturels, dont plusieurs ont été désastreux et ont entraîné d'importants dégâts humains et matériels. Cette forte exposition aux risques l'a renforcée à se doter d'une politique nationale de prévention et de gestion des risques naturels, qu'elle améliore après chaque catastrophe, et d'évaluer ces capacités à faire face. Le lien entre l'aléa, la vulnérabilité des enjeux en tant que facteur clé des risques de catastrophes naturelles a été peu étudié en Algérie. La thèse vise à développer des méthodes et outils d'analyse pour évaluer les causes et améliorer la prévention, la gestion et la remédiation de l'impact des catastrophes naturelles. L'approche méthodologique se fonde, tout d'abord, sur une lecture analytique des impacts des catastrophes naturelles à différentes échelles. Puis, la réalisation, à l'échelle locale, d'un diagnostic systémique, complété par une évaluation des enjeux afin d'estimer des indices de vulnérabilité globale des ménages exposés à divers dangers et occupant le site patrimonial de la Casbah de Dellys. Cette analyse a permis de constater l'existence de disparités spatio-temporelles des dommages des catastrophes naturelles à l'échelle locale et régionale. La forte vulnérabilité de la région de Boumerdes, face aux séismes, s'explique par l'ampleur des fragilités des facteurs internes et externes des différents enjeux structurants les milieux urbains et les changements de leurs fonctions. Les facteurs des différentes vulnérabilités apparaissent comme les principales causes de la construction du risque naturel à Dellys et Boumerdes. In fine, bien qu'un panel de mesures et de politiques de gestion des risques ait été adopté, afin de limiter les conséquences des catastrophes naturelles, le défi de réduire les effets des catastrophes reste considérable. Face à cette situation, une culture du risque des populations et de leurs capacités à faire face constitue les moyens adéquats de prévention de tout risque naturel dans une trajectoire globale et locale.

Mots clés : Catastrophes naturelles, risque, enjeux, vulnérabilités, trajectoire, construction, Dellys.

ملخص عبر تاريخها، شهدت الجزائر العديد من الحوادث الطبيعية، الكثير منها كان كارثيا وتسبب في خسائر بشرية ومادية مهمة. قد عزز هذا التعرض الشديد للمخاطر، الحاجة الى سياسة وطنية للوقاية من المخاطر الطبيعية وادارتها، حيث تحسن وتقيم قدرتها على المواجهة بعد كل كارثة. العلاقة بين الخطر، جروحية التحديات، القدرة على المواجهة ومخاطر الكوارث الطبيعية، لم تتم دراستها الا قليلا في الجزائر. تهدف الأطروحة الى تطوير طرق وادوات التحليل لتقييم الاسباب وتحسين الوقاية والإدارة لآثار الكوارث الطبيعية. تستند المقاربة المنهجية، في البداية، الى قراءة تحليلية لآثار الكوارث الطبيعية على مستويات مختلفة. ومن ثم، اجراء تشخيص نسقي على المستوى المحلي يستكمل بالتحقيقات الميدانية الاستقصائية من اجل تقدير مؤشرات الجروحية الشاملة للأسر المعرضة لمخاطر والتي تشغل الموضع التراثي لقصبة تدلس. وقد أظهر هذا التحليل تفاوتات زمكانية في الاضرار الناجمة عن الكوارث الطبيعية على المستويين المحلي والمناطقى. يمكن تفسير الجروحية الشديدة لبومرداس، في مواجهه الزلازل، بمدى هشاشه العوامل الداخلية والخارجية لمختلف التحديات المهيكله للبيئات الحضرية وتغيرات وظائفها. يبدو ان العوامل المتعلقة بالجروحية المتعددة هي الاسباب الرئيسية لتكوين الخطر الطبيعي في تدلس وبومرداس. ختاماً، وعلى الرغم من اعتماد لوائح من التدابير والسياسات المتعلقة بإدارة المخاطر، للحد من تبعات الكوارث الطبيعية، فإن تحدي تخفيف أثارها لا يزال معتبراً. في مواجهه هذه الوضعية، تشكل ثقافه الخطر للسكان وقدرتهم على المواجهة الوسائل الملائمة للوقاية من اي خطر طبيعي ضمن مسار شامل ومحلي.

الكلمات الجوهرية: الكوارث الطبيعية، المخاطر، التحديات، الجروحية، المسار، البناء، تدلس.

Abstract

Throughout its history, Algeria has experienced many natural events, many of which have been disastrous and have resulted in significant human and material damage. This high exposure to risks has reinforced the need for a national policy of prevention and management of natural hazards; Which it improves after each disaster, and to assess their ability to cope with. The link between hazard, vulnerability of steaks as a key factor of risks disasters has been little studied in Algeria. The thesis aims to develop analytical methods and tools to assess the causes and improve the prevention, management, and remediation of the impact of natural disasters. The methodological approach is based, first, on an analytical reading of the impacts of natural disasters at different scales. Then the realization, at the local scale of a systemic diagnosis completed by field surveys in order to estimate the global vulnerability indices of households exposed to various hazards and living in the heritage site of the Kasbah of Dellys. This analysis has shown the existence of spatio-temporal disparities of damage from natural disasters at the local and regional levels. The high vulnerability of the region of Boumerdes, facing the earthquakes is explained by the extent of the fragility of the internal and external factors of the various issues structuring the urban environments and the changes in their functions. The factors of the different vulnerabilities appear as the main causes of the construction of natural risk in Dellys and Boumerdes. To conclude, although a range of risk management measures and policies have been adopted to limit the consequences of natural disasters, the challenge of reducing the effects of disasters remains considerable. Faced with this situation, a culture of risk of the populations and their capacities to face constitutes suitable means of prevention of any natural risk in a global and local trajectory.

Key words: Natural disasters, risk, issues, vulnerabilities, trajectory, construction, Dellys.