

Université de Montréal

**La vulnérabilité face au risque cyclonique :
le cas du wilayat Bawshar en Oman**

par
Anwar Kahlan Mohamed

Institut d'urbanisme
Faculté de l'aménagement

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du grade de Maîtrise
en urbanisme (M. Urb.)

Mai, 2013

©Anwar Kahlan Mohamed, 2013

Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé :

**La vulnérabilité face au risque cyclonique :
le cas du wilayat Bawshar en Oman**

présenté par :
Anwar Kahlan Mohamed

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Gérard Beaudet, président-rapporteur
Isabelle Thomas, directrice de recherche
Sébastien Lord, membre du jury

Résumé

L'objectif de ce mémoire est de réaliser une étude descriptive et évaluative de la vulnérabilité du wilayat Bawshar (district du gouvernorat Mascate, capitale du Sultanat d'Oman), face au risque cyclonique et ce, dans le but de promouvoir la prévention et l'adaptation. À partir des diverses méthodes d'analyse de la vulnérabilité, présentées dans le cadre théorique, nous souhaitons développer une méthode basée sur la prémisse que la vulnérabilité est un système composé de plusieurs facteurs. Cette méthode sera ensuite adaptée au contexte du wilayat Bawshar en lien avec le risque cyclonique. Cette approche est réalisée autour de trois dimensions de la vulnérabilité : physique, sociale et institutionnelle. À la suite de l'application à notre cas d'étude des différentes théories et méthodes analytiques, réalisée grâce à une analyse qualitative et quantitative, générée par une recherche documentaire, des entrevues semi-dirigées, des données statistiques et géomatiques, une observation directe du terrain d'étude ainsi qu'un sondage, voici les importants résultats que nous avons obtenus : les cyclones affectant le gouvernorat de Mascate génèrent d'importants dommages tels que les pertes de vies humaines, la destruction des maisons et des principaux réseaux de transport, ainsi que d'autres perturbations, ceci dû principalement aux inondations émanant des cyclones. Cet endommagement s'explique par la combinaison et l'interaction de plusieurs facteurs tels que les changements océanographiques et atmosphériques affectant le pays ainsi que la topographie et l'hydrologie du site. Les facteurs tels que l'étalement urbain, l'urbanisation de zones à risques, l'explosion démographique, la non diversification de l'économie ainsi que les conditions socio-économiques amplifient la vulnérabilité face au risque cyclonique. Toutefois d'autres facteurs et changements réalisés par le Sultanat d'Oman dans les dernières années diminuent la vulnérabilité de sa population et réduisent l'endommagement à la suite de tels aléas. Parmi eux, nous retrouvons le développement que le pays a soutenu depuis 1970 dans plusieurs secteurs tels que la santé, l'éducation, les infrastructures et l'instauration de politiques de développement durable visant à diversifier l'économie. Depuis le passage des cyclones Gonu et Phet au Sultanat d'Oman, la gestion des risques est au centre même des priorités gouvernementales.

Mots-clés : vulnérabilité, aléa, risque cyclonique, inondation, wilayat Bawshar, cyclone Gonu

Abstract

The objective of this thesis is to conduct a descriptive and evaluative study on the vulnerability of wilayat Bawshar (district of the Muscat governorate, capital of Oman), to cyclonic risk in order to promote prevention and adaptation. From the various analytical methods of vulnerability, presented in the theoretical framework, we want to develop a method based on the premise that vulnerability is a system comprised of numerous factors. This method will then be adapted to the context of cyclonic risk in wilayat Bawshar. This approach is based upon three dimensions of vulnerability: physical, social and institutional. Following the implementation of the various theories and analytical methods to our case study, using a qualitative and quantitative analysis, generated by a literature review, semi-structured interviews, statistical and geomatics data, on site observation and a survey, the following results were obtained: cyclones affecting Muscat generate significant damage, such as loss of life, destruction of homes and major transportation networks, as well as other disturbances and this is mainly caused by the flooding emanating from the cyclones. This damage results from the combination and interaction of several factors like the oceanographic and atmospheric changes affecting the country as well as the topography and hydrology of the studied site. Factors such as urban sprawl, urbanization of risk areas, population explosion, non-diversification of the economy and socio-economic conditions all exacerbate the vulnerability to cyclonic risk. However, other factors and changes made by the Sultanate of Oman in recent years reduce the vulnerability of its population, thus diminishing the damage caused by this hazard. Among them is the development experienced by the country since 1970 in several sectors such as health, education, and infrastructures together with the establishment of sustainable policies aimed at diversifying the economy. Since cyclone Gonu and Phet struck the Sultanate, risk management has been a key priority for the Omani government.

Keywords: vulnerability, hazard, cyclonic risk, flood, wilayat Bawshar, cyclone Gonu

Table des matières

Résumé	i
Abstract	ii
Table des matières	iii
Liste des figures	vi
Liste des tableaux	viii
Liste des sigles et abréviations	x
Dédicaces	xiii
Remerciements	xiv
Chapitre 1 : Introduction générale	2
1.1 Profil du gouvernorat de Mascate	3
1.2 Réduction du risque naturel et communauté internationale	15
1.2.1 Réduction du risque naturel et la conférence de Yokohama (1994)	15
1.2.2 Cadre d'action de Hyogo.....	16
2.1 Risque naturel	22
2.2 Aléa	24
2.2.1 Aléa cyclonique	24
2.2.2 Cyclone tropical.....	25
2.2.3 Concept de catastrophe.....	27
2.3 Endommagement	28
2.4 Résilience	30
2.5 Vulnérabilité	30
2.5.1 Vulnérabilité biophysique et sociale	33
2.5.2 Vulnérabilité comme un système de variables	38
2.5.3 Population vulnérable	39
2.5.4 Échelles de la vulnérabilité	40
2.5.5 Limites d'une analyse de la vulnérabilité.....	41
2.6 Approches de la vulnérabilité	42
2.6.1 Approches facteurs structurels, géographiques et conjoncturels de la vulnérabilité selon Thouret et D'Ercole (1996).....	42
2.6.2 Réponse sociale : mode de comportement en cas de crise.....	49
2.6.3 Disaster Pressure and Release Model (PAR).....	51
2.6.4 Access to Ressource Model.....	54
2.6.5 Autres indicateurs	58

Chapitre 3 : Cadre analytique.....	63
3.1 Étude de cas	65
3.2 Analyse de contenu	67
3.2.1 Observation documentaire.....	67
3.2.2 Banques de données et représentation cartographique.....	69
3.2.3 Observation directe	70
3.2.4 Entrevue semi-dirigée	71
3.2.5 Sondage.....	72
3.2.6 Traitement des données recueillies.....	73
3.2.7 Approbation éthique.....	78
3.2.8 Schématisation du cadre analytique et du fil directeur du projet de recherche.....	78
Chapitre 4 : Présentation des résultats.....	82
4.1 Vulnérabilité physique.....	82
4.1.1 Phénomènes océanographiques et atmosphériques affectant le Sultanat d'Oman.....	84
4.1.2 Conséquences d'un réchauffement climatique sur l'océan Indien Nord	87
4.1.3 Analyse des facteurs géographiques et conjoncturels qui influencent la vulnérabilité du wilayat Bawshar face au risque cyclonique	91
4.1.4 Mangroves et leurs liens avec la vulnérabilité cyclonique	103
4.1.5 Inondations résultant des cyclones Gonu et Phet	105
4.1.6 Urbanisation et étalement urbain à Mascate	108
4.1.7 Recommandations afin de contrer l'étalement urbain	114
4.1.8 Représentation cartographique de la vulnérabilité des quartiers Al-Ghubra et Al-Azaiba	115
4.1.9 Conclusion.....	127
4.2 Vulnérabilité sociale	128
4.2.1 Limites de l'analyse des facteurs de vulnérabilité sociale	129
4.2.2 Endommagement subi par les résidents à la suite du passage du cyclone Gonu	131
4.2.3 Facteurs sociodémographiques de la population omanaise	137
4.2.4 Facteurs techniques de la vulnérabilité	144
4.2.5 Adaptation du <i>Social Vulnerability Concepts and Metrics</i> de Cutter et al. (2003) à notre zone d'étude.....	154
4.2.6 Responsabilité sociale des entreprises omanaises à la suite du cyclone Gonu.....	164
4.2.7 Conclusion.....	168
4.3 Vulnérabilité institutionnelle et développement au Sultanat d'Oman	170
4.3.1 Développement au Sultanat d'Oman depuis 1970.....	170
4.3.2 Gestion des risques en Oman	173
4.3.3 Lacunes et leçons apprises par le DGMAN	182
4.3.4 Augmenter la sensibilisation du public face au risque cyclonique	185
4.3.5 Changements en gestion du risque à la suite du cyclone Gonu	186
4.3.6 Premiers secours à la suite du passage des cyclones Gonu et Phet	187
4.3.7 Gouvernance omanaise et réduction de la vulnérabilité environnementale.....	187
4.3.8 Cadre d'action de Hyogo et réduction de la vulnérabilité en Oman	192

4.3.9 Conclusion.....	194
Chapitre 5 : Conclusion générale.....	197
Bibliographie.....	207
Annexes.....	xv

Liste des figures

Figure 1 : Photo satellite du gouvernorat de Mascate.....	6
Figure 2 : Photo satellite de l'ouest du gouvernorat de Mascate	7
Figure 3 : Photo satellite du centre du gouvernorat de Mascate	8
Figure 4 : Photo satellite de l'est du gouvernorat de Mascate	9
Figure 5 : Morphologie urbaine du wilayat Bawshar	10
Figure 6 : Quartiers Al-Azaiba Nord, Al-Azaiba Sud, Al-Ghubra Nord et Al-Ghubra Sud situés dans le wilayat Bawshar	12
Figure 7 : Typologie de l'endommagement.....	28
Figure 8 : Graphique The Hazards-of-Place Model of Vulnerability par Cutter	35
Figure 9 : Type de réponses des groupes sociaux.....	50
Figure 10 : Pressure and Release (PAR) model: the progression of vulnerability	52
Figure 11 : Schéma représentant les grandes lignes du Access model	55
Figure 12 : Accès aux ressources (Access to resources: 'normal life')	56
Figure 13 : Méthodologie de la collecte de données par types de vulnérabilité	79
Figure 14 : Fil directeur de la présentation des résultats	80
Figure 15 : Chronologie de l'analyse des facteurs de la vulnérabilité physique	83
Figure 16 : Mousson estivale (mousson du Sud-Ouest)	85
Figure 17 : Mousson hivernale (mousson du Nord-Est).....	86
Figure 18 : Cyclones tropicaux et tempêtes ayant affecté la mer d'Arabie	90
Figure 19 : Trajet du cyclone Gonu du 3 juin au 7 juin 2010.....	94
Figure 20 : Topographie du gouvernorat de Mascate	96
Figure 21 : Photo satellite du bassin versant de l'oued Al Ansab	101
Figure 22 : Contraintes physiques dans le wilayat Bawshar à la suite du cyclone Gonu	107
Figure 23 : Urbanisation et géographie du gouvernorat de Mascate avant 1979.....	109
Figure 24 : Évolution de l'urbanisation du gouvernorat de Mascate depuis 1970	111
Figure 25 : Contraintes topographiques et urbanisation non contrôlée dans l'ancien quartier de Al Hamriyah à Mascate	111
Figure 26 : Chaînes de montagnes qui entourent la vieille ville de Mascate.....	112
Figure 27 : Quartiers du wilayat Bawshar	120

Figure 28 : Quartier Al-Ghubra Nord	121
Figure 29 : Zones inondables du quartier Al-Ghubra Nord.....	122
Figure 30 : Quartier Al-Azaiba Nord.....	123
Figure 31 : Zones inondables du quartier Al-Azaiba Nord.....	124
Figure 32 : Chronologie de l'analyse des facteurs de la vulnérabilité sociale.....	129
Figure 33 : Pertes financières (coût total).....	132
Figure 34 : Coûts des dommages associés à la résidence (terrain et biens).....	133
Figure 35 : Coûts des pertes associées à l'automobile(s)	134
Figure 36 : Population de Mascate par groupes d'âge en 2010	138
Figure 37 : Niveau d'éducation des résidents ayant participé au sondage	140
Figure 38 : Maison d'un résident sondé du quartier Al-Ghubra Nord.....	146
Figure 39 : Rue résidentielle du quartier Al-Ghubra Nord	146
Figure 40 : Exemple de la surélévation typique des maisons omanaises	147
Figure 41 : Aménagement entourant la maison de la figure 38.....	147
Figure 42 : Conséquences d'une inondation (période de récurrence de 100 ans) sur le réseau routier avoisinant l'oued Al Ansab	151
Figure 43 : Conséquence d'une inondation sur le réseau routier avoisinant l'oued Al Ansab, après les travaux proposés	152
Figure 44 : Conséquences de l'inondation, après les travaux proposés et l'expropriation de certaines résidences.....	153
Figure 45 : Structure organisationnelle du NCCD.....	174
Figure 46 : Structure de la gestion des catastrophes par le NCCD et lien avec les différents acteurs	175
Figure 47 : Différents types de désastres dont l'Oman se prépare à faire face de façon efficace.....	179
Figure 48 : Différents niveaux de réponses à la suite d'une catastrophe, tel que répertorié par le NCCD	180
Figure 49 : Pressure and Release (PAR) model adapté au contexte omanais.....	202

Liste des tableaux

Tableau 1 : Ensemble de définitions anglo-saxonnes de la vulnérabilité	31
Tableau 2 : Facteurs socio-démographiques, thèmes et indicateurs	46
Tableau 3 : Facteurs socio-culturels, thèmes et indicateurs.....	47
Tableau 4 : Facteurs fonctionnels et techniques, thèmes et indicateurs	47
Tableau 5 : Facteurs institutionnels et politico-administratifs, thèmes et indicateurs	48
Tableau 6 : Facteurs géographiques et conjoncturels, thèmes et indicateurs	48
Tableau 7 : Période de temps pour les composantes du modèle d'accès (Access model) .	57
Tableau 8 : Paramètres sociaux et indicateurs	58
Tableau 9 : Sélection de paramètres et indicateurs en fonction du niveau social et de l'aléa	59
Tableau 10 : Articles académiques en lien avec la problématique du cyclone Gonu et des cyclones tropicaux dans une optique de changement climatique	68
Tableau 11 : Historique des importants cyclones et tempêtes tropicales en Oman	90
Tableau 12 : Résumé de l'évolution météorologique du cyclone Gonu	93
Tableau 13 : Zonage du quartier Al-Ghubra Nord.....	125
Tableau 14 : Zonage du quartier Al-Azaiba Nord	125
Tableau 15 : Lots du quartier Al-Ghubra Nord situés dans des zones inondables (récurrence de 100 ans).....	126
Tableau 16 : Lots du quartier Al-Azaiba Nord situés dans des zones inondables (récurrence de 100 ans).....	126
Tableau 17 : Primes perçues et indemnités payées par les compagnies d'assurance	136
Tableau 18 : Évolution de la situation économique en Oman de 2000 à 2008.....	142
Tableau 19 : Permis de constructions alloués pour le gouvernorat de Mascate par type d'usage	144
Tableau 20 : Type de technologie (médias) utilisé régulièrement par les résidents sondés	148
Tableau 21 : Analyse de concept et facteurs de la vulnérabilité sociale à Mascate.....	154
Tableau 22 : Développement en Oman 1970 vs 2008	170

Tableau 23 : Classement Améliorations d'IDH, d'IDH non monétaire et de PIB, 1970-2010.....	172
Tableau 24 : Statut des éléments requis afin d'atteindre les priorités d'actions.....	192

Liste des sigles et abréviations

CPÉR : Comité plurifacultaire d'éthique de la recherche

CSP : Catégories socioprofessionnelles

DGMAN : General of Meteorology and Air Navigation

EIA : Environmental Impact Assessment

EUMETSAT : European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites

IDH : Indice de développement humain

IMD : India Meteorological Department

NCCD : National Committee for Civil Defence

NSIDC : National Snow and Ice Data Center

OGC : Oman Gas Company

OMM : Organisation météorologique mondiale

ONFC : Oman National Forecasting Center

ROP : Royal Oman Police

ONFC : Oman National Forecasting Committee

ONU : Organisation des Nations Unies

PAR : Pressure and release model

PED : Pays en développement

PNUD : Programme des Nations Unies pour le développement

SIG : Systèmes d'informations géographiques

SQU : Sultan Qaboos University

UN-Habitat : United Nations Human Settlements Programme

UNdata : United Nations databases from The United Nations Statistics Division, under the United Nations Department of Economic and Social Affairs

UNDRO : United Nations Disaster Relief Organization

UNISDR : United Nations International Strategy for Disaster Reduction

WCDR : World Conference on Disaster Reduction

WHO : World Health Organization

*« Théâtre de l'aventure humaine, la ville traduit
la manière d'être de nos sociétés, elle retrace
leur passé, elle préfigure leur devenir »*

Antoine Bailly

Dédicaces

*À mes très chers parents et à mes frères,
pour vos sacrifices, votre générosité, votre
soutien et votre amour, je vous dédie ce
mémoire.*

*Papa, Maman, Denise, Théophile et Astérie,
un grand chapitre de l'école de la vie se termine
et fait place à un autre...*

*Samia et Jamila,
j'ouvre la porte de la grande école du monde...*

Remerciements

Le projet de recherche que nous avons réalisé est le produit d'un travail collectif et n'aurait jamais été possible sans la grande et constante coopération de nombreuses personnes et organismes; qu'ils trouvent ici l'expression de notre plus profonde reconnaissance.

En premier lieu, nous aimerions remercier notre directrice de recherche, la professeure Isabelle Thomas-Maret, ainsi que notre superviseur sur le terrain d'étude (Muscat, Oman), le professeur Adnan Rashid Al-Azri, qui nous ont permis de mener à bien cette recherche. L'encadrement du professeur Al-Azri, sa vision, ses judicieux conseils ainsi que son soutien inconditionnel furent essentiels à la réalisation de ce projet de recherche.

En deuxième lieu, nous remercions aussi tous les professeurs de l'institut d'urbanisme de l'Université de Montréal, sans oublier Sylvie Beaudoin, la technicienne en gestion des dossiers étudiants, ainsi que l'Université Sultan Qaboos pour toute son aide et son accueil chaleureux, digne de l'hospitalité omanaise.

En troisième lieu, nous offrons nos remerciements aux résidents qui ont accepté de se soumettre aux sondages ainsi qu'à tous les acteurs qui ont participé aux entretiens et qui nous ont partagé plusieurs données, sans qui ce travail n'aurait jamais été possible, tels que Ahmed Al-Harthy, Badr Al Rumhi, Dr. Juma Al Maskari, Dr. Andy Kwarteng, Dr. Yassine Cherabi, Ibrahim Al-Ajmi, Colonel Hassan Al-Balushi, Ahmed Taqi et Sulaiman Al Harthy.

Finalement, nous souhaitons aussi remercier la famille (proche et étendue) et les amis (du Canada, d'Oman et d'ailleurs) qui nous ont toujours offert conseils, réconfort et soutien lors de cette grande aventure que fût ce mémoire de maîtrise.

Chapitre 1 : Introduction générale

Chapitre 1 : Introduction générale

Depuis quelques décennies, plusieurs instances internationales (i.e., ONU, UN-Habitat, WHO, UNISDR, etc.) et l'ensemble de la communauté scientifique tentent de nous sensibiliser quant aux multiples dangers inhérents qu'entraînent notre développement économique et notre urbanisation. Depuis la conférence des Nations Unies de Yokohama en 1994, nombreux sont les communiqués, les études et les rapports démontrant une convergence des analyses et des préoccupations en lien avec les risques et les changements climatiques. Aujourd'hui, nous sommes conscients que nos modes d'urbanisation, les changements d'occupation des sols et le développement socio-économique ont augmenté le potentiel des dommages dus aux risques dans de nombreuses régions urbaines à travers le monde et posent de ce fait l'interrogation quant aux modalités nécessaires à un aménagement urbain viable.

Nous savons dorénavant que la croissance des phénomènes naturels due aux changements climatiques et l'accroissement des enjeux dû aux territoires urbains densément peuplés mènent à l'accentuation de la vulnérabilité des populations face aux risques (Thomas-Maret, 2009). Dans le but d'influencer le processus décisionnel ainsi que les politiques d'aménagement mises de l'avant par les planificateurs urbains, une étude exhaustive des différents facteurs de la vulnérabilité s'avère essentielle afin de cerner les enjeux de prévention et d'adaptation auxquels font face les populations à risque. Selon Thouret et D'Ercole, « D'après l'étymologie, la vulnérabilité est le fait d'être sensible aux blessures, aux attaques ou d'éprouver des difficultés pour recouvrer une santé mise en péril. » (1996, p. 407). « By vulnerability we mean the characteristics of a person or group and their situation that influence their capacity to anticipate, cope with, resist and recover from the impact of a natural hazard (an extreme natural event or process). » (Wisner, Blaikie, Cannon et Davis, 2004, p. 11).

La vulnérabilité se mesurant selon une échelle spatiale et temporelle, il est donc nécessaire de réaliser une analyse locale dans l'espoir de bien identifier les différents enjeux.

Un bon nombre de politiques urbaines souhaite une amélioration de la qualité de vie et cela commande maintes politiques de revitalisation, d'aménagement et d'urbanisme pour les différents

territoires de la ville; jamais la ville n'est apparue aussi vulnérable et soumise au choc de phénomènes naturels dévastateurs. Quelle est donc la vulnérabilité de nos villes ? Comment l'étude de cette vulnérabilité se réalise-t-elle ?

Pour ce projet de recherche, nous réaliserons une étude descriptive et évaluative de la vulnérabilité du wilayat (district) de Bawshar, situé dans le gouvernorat de Mascate, face au risque cyclonique. Afin que les politiques urbanistiques implantées puissent réduire le risque naturel de cette ville, il faut être en mesure de bien identifier la vulnérabilité de celle-ci, étude qui à ce jour n'a toujours pas été réalisée. Dans les dernières années, les chercheurs se sont penchés sur l'étude de la vulnérabilité dans plusieurs villes de pays en voie de développement (ex. Chardon et Thouret (1994), Blaikie et al. (1994), Wisner et al. (2004), Pielke Jr. et al. (2003), Kelly and Adger (2000)). Bien que l'étendue de la vulnérabilité du gouvernorat de Mascate ne fait plus aucun doute, avec les répercussions dévastatrices des cyclones Gonu (juin 2007) et Phet (juin 2010), l'étude de sa vulnérabilité y est toujours déficiente. En se basant sur les nombreuses méthodes d'analyse de la vulnérabilité, provenant de théories et d'études de cas pertinentes qui seront présentées dans le cadre théorique, nous souhaitons développer une méthode d'analyse de la vulnérabilité adaptée à la problématique du risque cyclonique du wilayat Bawshar. Cette première étude de la vulnérabilité face au risque cyclonique d'une région du gouvernorat de Mascate permettra d'identifier les facteurs de la vulnérabilité ainsi que la manière selon laquelle ces mêmes facteurs influencent la vulnérabilité face au risque cyclonique. L'objectif de cette recherche est que la méthode d'analyse développée va promouvoir la prévention ainsi que l'adaptation face au risque cyclonique.

1.1 Profil du gouvernorat de Mascate

En 2009, la population du gouvernorat de Mascate était de 949 694 habitants (Sultanate of Oman Ministry of National Economy, 2010). La région métropolitaine couvre une superficie d'environ 3900 km² et inclut 6 wilayats (district), soit Bawshar, Al Amrat, As Seeb, Qurayyat, Mutrah et Mascate (la capitale de l'Oman).

La ville de Mascate apparaît dès le premier siècle de notre ère comme un important port de commerce entre l'Orient et l'Occident. Elle sera au cours de son histoire gouvernée par plusieurs tribus indigènes ainsi que par des puissances étrangères telles que les Perses et l'Empire portugais. Puissance militaire au 18^e siècle dans la région, l'influence de Mascate s'étend aussi loin qu'en Afrique de l'est ainsi qu'au Zanzibar. Ville portuaire d'importance dans le Golfe d'Oman, Mascate attira plusieurs commerçants et colons étrangers du 18^e au 20^e siècle (Le Cour Grandmaison, 2000). Depuis l'ascension en 1970 du présent Sultan, Qabous bin Sa'id Al Sa'id, le Gouvernorat de Mascate a connu une urbanisation rapide et peu contrôlée, conjointement à un important développement de ses infrastructures, ce qui suscita une remarquable croissance économique et donna lieu à une nouvelle société cosmopolite. Bruno Le Cour Grandmaison décrit les effets de cette hausse démographique ainsi que le manque de planification urbaine durant les années soixante-dix :

La poussée de l'urbanisation, de 60 000 à 600 000 habitants en une vingtaine d'années, est presque un raz-de-marée qui, ne pouvant déplacer les montagnes, s'est étalé dans la plaine plus au nord sur une quarantaine de kilomètres jusqu'à l'aéroport de Sib. Ces premières années ont été celles des constructions utilitaires réalisées sans plan d'ensemble, les bâtiments sortaient de terre plus rapidement que ne s'élaboraient les plans d'urbanisme. Les premiers quartiers développés à Matrah et à Ruwi, sa jumelle, portent l'empreinte de ces années où, propulsée par la force des pétrodollars, la construction précédait toute réflexion. (2000, p. 15).

Cette révolution socio-économique qu'engendra le Sultan Qabous, financée en grande partie par l'exploitation du pétrole, mena à la création de nouveaux ministères afin de soutenir le développement du pays, dont les ministères de la santé et de l'éducation. De nouveaux ports ainsi qu'un nouvel aéroport international furent créés lors des premières années du règne du Sultan. Il faut comprendre que la tâche était d'autant plus colossale en raison du fait que son prédécesseur (son père le Sultan Sa'id bin Taymur) avait laissé le pays dans un état très précaire et ses politiques totalitaires nuisaient au développement du pays et de son peuple. Les bureaux, les entrepôts, ainsi que les magasins transformèrent les vieux villages de Ruwi et Muttrah en de nouveaux districts commerciaux. Le premier plan quinquennal de développement instauré en 1976 avait pour mission de développer les infrastructures de Mascate, ce qui offrit de nouvelles opportunités pour le commerce et le tourisme dans les années 1980-1990, attirant ainsi des migrants de régions avoisinantes. L'urbanisme de la ville de Mascate en est donc révolu :

Passées les dernières collines de Matrah, une tout autre ville apparaît; les réalisations des années quatre-vingt, et au-delà, sont d'une autre facture. Les urbanistes sont parvenus à rattraper les promoteurs et à organiser la croissance. Ils ne se sont pas contentés d'élaborer des schémas et de les faire respecter : ils ont associé des paysagistes à leurs travaux. La plaine ingrate et minérale a été plantée de milliers d'arbres, des espaces verts ont été ménagés. Grâce à la cogénération d'électricité et d'eau, et grâce aussi à son recyclage, près de quarante kilomètres de plaine ont été mis en irrigation. Aujourd'hui, la région de la capitale a été transformée en cité-jardin. (Le Cour Grandmaison, 2000, p. 15)

Le paysage de la ville de Mascate est grandement dominé par les montagnes rocheuses Al Hajar à l'ouest (elles séparent les basses plaines côtières d'Oman du haut plateau désertique), par la mer d'Oman (mer d'Arabie) à l'est et elle est située non loin du détroit stratégique d'Hormuz. Les précipitations annuelles sont de 100 mm (10 cm) de pluie, dont la majorité durant le mois de janvier. Le climat est extrêmement chaud et sec, avec des températures qui oscillent entre 40 et 50 degrés Celsius entre les mois de mai et septembre.

La région métropolitaine de Mascate se caractérise par ses poches de développements résidentiels denses et ses districts commerciaux qui sont entrecoupés par des terrains non développés, conséquence d'un étalement urbain causé par un manque de planification urbaine ainsi que par des contraintes géographiques (chaines de montagnes et mer). Les importants centres de développement peuvent être divisés en trois groupes principaux :

- Les quartiers Al-Seeb, Al-Azaiba, Bawshar, Al-Ghubra et Ghala
- Les quartiers Al-Khuwair, Madinat Al Sultan Qaboos, Shati-Al Qurum, Qurum et Ras Al Hamra.
- Les quartiers Wattayah, Ruwi, Matrah, Kalbuh, Old Muscat, Sidab et Al-Bustan

Figure 1 : Photo satellite du gouvernorat de Mascate



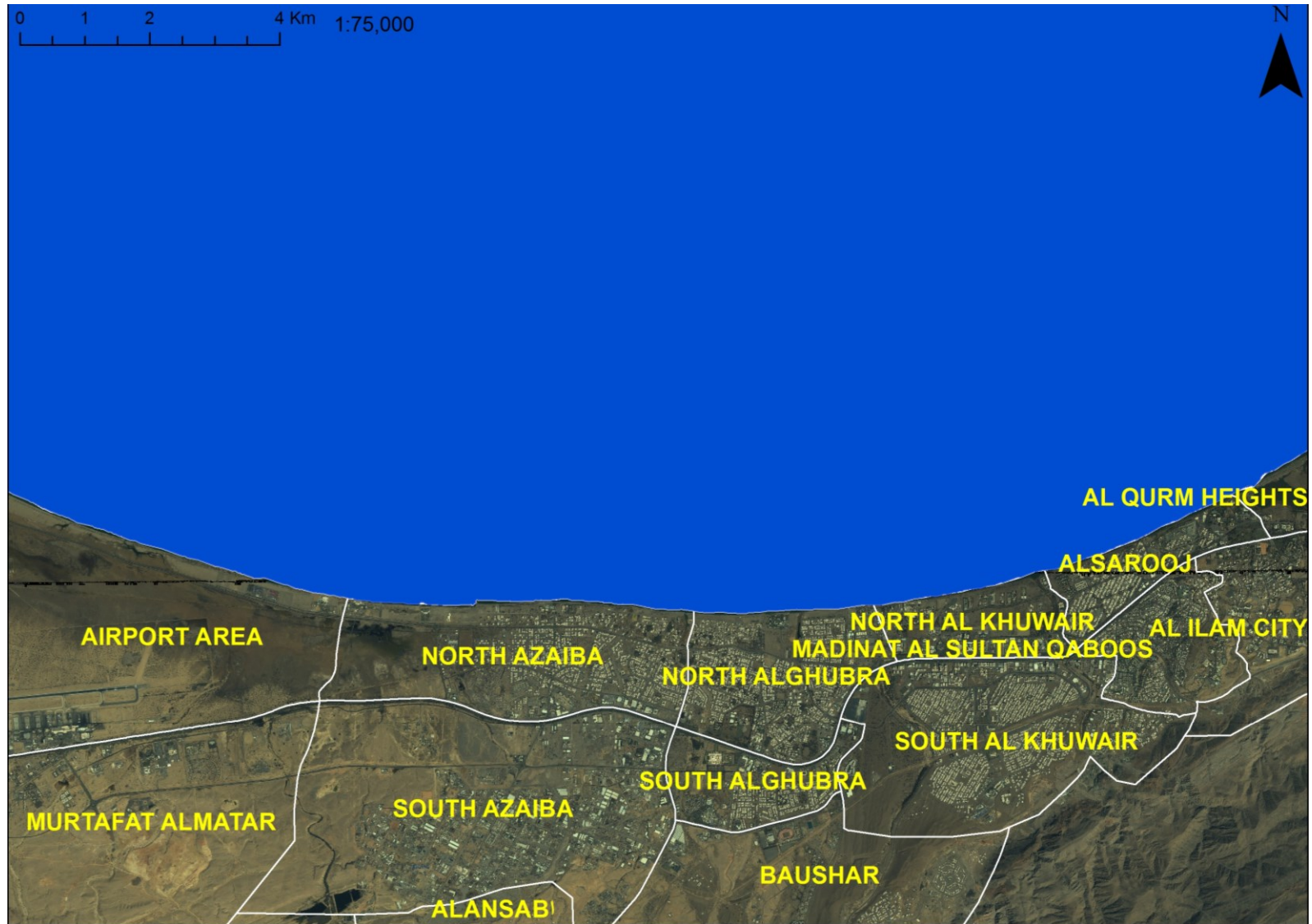
Source : Mohamed, 2012 à partir de données géomatiques fournies par l'Université Sultan Qaboos (SQU)

Figure 2 : Photo satellite de l'ouest du gouvernorat de Mascate



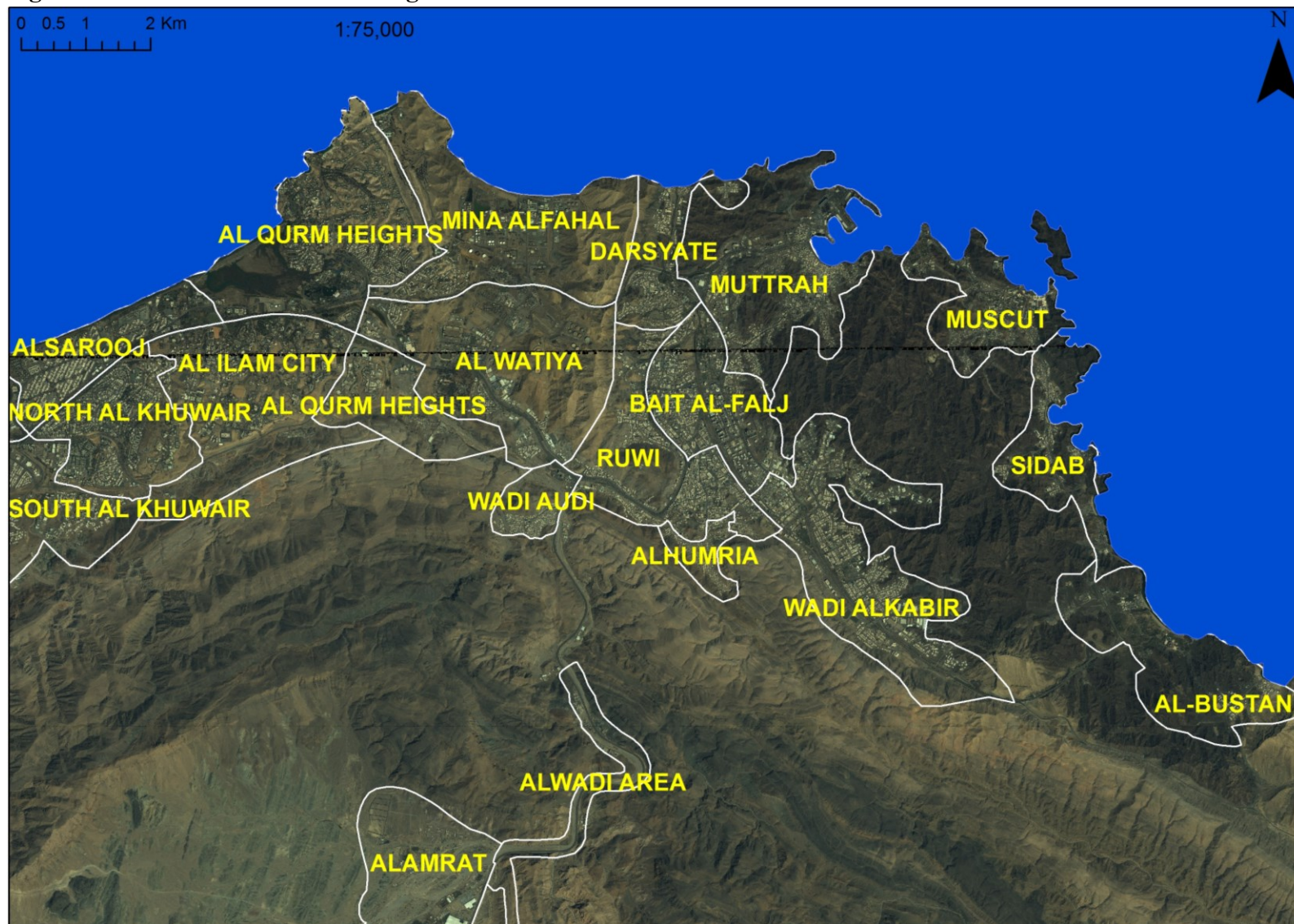
Source : Mohamed, 2012 à partir de données géomatiques fournies par SQU

Figure 3 : Photo satellite du centre du gouvernorat de Mascate



Source : Mohamed, 2012 à partir de données géomatiques fournies par SQU

Figure 4 : Photo satellite de l'est du gouvernorat de Mascate



Source : Mohamed, 2012 à partir de données géomatiques fournies par SQU

En général, le gouvernorat de Mascate présente une morphologie relativement homogène de basse à moyenne densité (les maisons unifamiliales sont omniprésentes et on y retrouve peu d'édifices à plus de cinq étages). La majorité des bâtiments sont de couleur blanche; ceux à vocation résidentielle, gouvernementale ou commerciale rappellent le passé architectural du pays.

Figure 5 : Morphologie urbaine du wilayat Bawshar



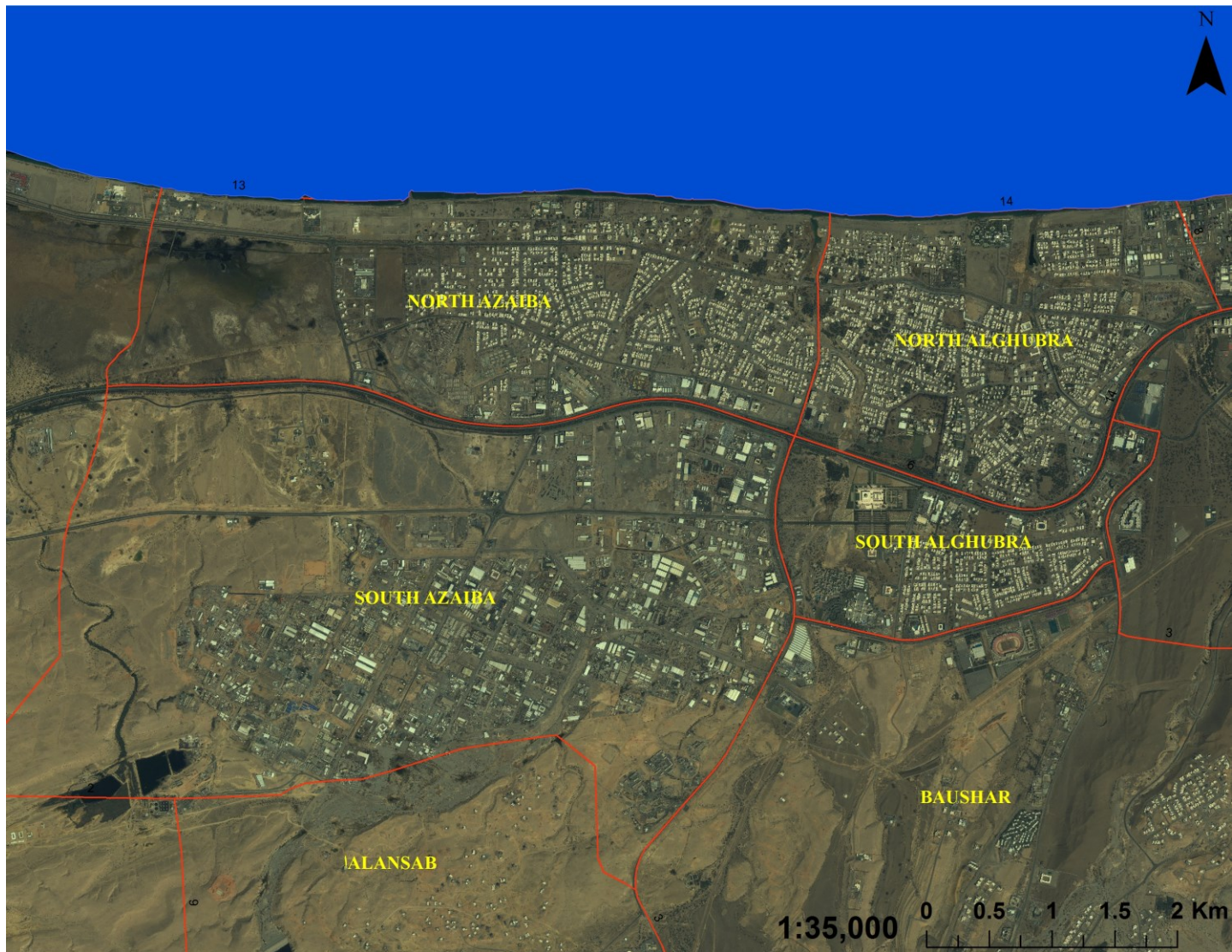
Source : (Harrison, 2010)

Pour une ville qui se situe aux bords de la Péninsule arabique et dans des conditions climatiques torrides, Mascate est remarquablement verte, avec ses rues bordées d'arbres reliant les différents quartiers, plusieurs parcs publics, ainsi que le gazon, les arbustes, les fleurs décoratives qui ornent les nombreux carrefours giratoires et autres espaces publics.

Finalement, comme le reste du Sultanat d'Oman, l'économie de Mascate est dominée par le commerce. Outre l'exportation de sa ressource première, le pétrole (près de 800 000 barils/jour), d'autres exportations (cuivre, dattes, nacre, encens, poissons, etc.) sont aussi courantes.

Le wilayat Bawshar fut choisi comme terrain d'étude pour cette analyse de la vulnérabilité face au risque cyclonique car il regroupe plusieurs enjeux socio-économiques de la société omanaise d'aujourd'hui. Cette ville contient des quartiers comme Al-Ghubra, Al-Azaiba, Al-Khuwair et autres, où il fait « bon vivre », où les résidences se mêlent aux commerces et aux édifices à usage mixte (voir annexe 1), et où ses habitants choisissent d'y résider principalement pour son emplacement géographique. Au nord du wilayat Bawshar, on y retrouve les plages qui sillonnent la mer d'Oman et au sud les montagnes rocheuses qui sont omniprésentes dans cette partie du nord de l'Oman (voir annexe 2). Les quartiers de Al-Ghubra Nord (urbanisation début 1980) et de Al-Azaiba Nord (urbanisation début 1990) s'étendent le long de ses côtes, site résidentiel de premier choix pour cette classe moyenne-élevée omanaise qui ne cesse d'émerger depuis quelques décennies. Toutefois, Al-Ghubra et Al-Azaiba sont aussi des quartiers de Mascate qui furent sévèrement touchés lors du passage du cyclone Gonu en juin 2007.

Figure 6 : Quartiers Al-Azaiba Nord, Al-Azaiba Sud, Al-Ghubra Nord et Al-Ghubra Sud situés dans le wilayat Bawshar



Source : Mohamed, 2012 à partir de données géomatiques fournies par SQU

Le gouvernorat de Mascate, qui coexiste de façon coutumière avec des phénomènes naturels tels que les inondations (celles-ci sont issues de rares précipitations dont le ruissèlement est accentué par les chaînes de montagnes, ce qui résulte souvent en un débordement des oueds), fait maintenant face à un autre aléa qui, jusqu'à il y a trois ans, était peu connu de la majorité de ses habitants : les cyclones. Le 6 juin 2007, le cyclone Gonu, plus fort cyclone enregistré dans la Péninsule arabique, atteint la grande région métropolitaine de Mascate, causant d'importants dommages aux infrastructures ainsi qu'à son activité commerciale (Fritz, Blount, Albusaidi et Al-Harthy, 2010). À la suite de son passage en Oman, le cyclone Gonu a engendré la mort de 49 personnes et des dommages s'élevant à environ 4 milliards de dollars américains, le confirmant comme étant le pire désastre naturel qu'Oman ait connu (Fritz et al., 2010). Par la suite, le cyclone Gonu termina sa trajectoire sur les terres de l'Iran, causant ainsi la mort de 23 personnes et 215 millions de dollars américains de dommages. Plus récemment, le 4 juin 2010, le cyclone Phet atteignit plusieurs régions en Oman, dont Mascate la ville capitale, laissant derrière lui des dommages de plus de 780 millions de dollars américains et 24 morts. (Al-Shaibany, (2010); Press TV, 2010).

À la suite du passage du cyclone Gonu, on dénote que les secteurs les plus touchés étaient de denses développements résidentiels et commerciaux : « Commercial centers and residences at Qurum, Ghubra and Ghala localities were among the worst hit. » (Sultanate of Oman, 2009). Les quartiers de Al-Ghubra et de Al-Azaiba du wilayat Bawshar situés dans le gouvernorat de Mascate, des quartiers à vocation résidentielle qui possèdent aussi d'importants développements à usage mixte (commercial et résidentiel), furent gravement affectés par les inondations résultant du cyclone Gonu.

Quelle est la vulnérabilité du wilayat Bawshar face au risque cyclonique ? Dans un contexte de changements climatiques, une connaissance détaillée de cette vulnérabilité permettra aux planificateurs urbains de réfléchir aux politiques possibles de préventions et d'adaptations dans le but de réduire l'impact de ce risque. Plus de trois ans après les inondations causées par le passage du cyclone Gonu, et même si certaines régions de l'Oman se remettent toujours des impacts de ce cyclone ainsi que de ceux du cyclone Phet, il est primordial de réaliser l'analyse de cette même vulnérabilité pour le wilayat Bawshar et, de ce fait, d'intégrer ces enjeux au sein

du processus de planification urbaine. Il n'existe à ce jour aucune étude scientifique ni article académique traitant de la vulnérabilité du wilayat Bawshar (ou de ses quartiers) en lien aux aléas naturels. Pour ce qui est des études traitant de la vulnérabilité de Mascate, celles-ci ne traitent pas de la vulnérabilité comme d'un système composé de plusieurs facteurs reliés. Il convient donc de définir cette vulnérabilité afin que des politiques d'urbanisme désireuses de la réduire soient instaurées.

L'approche analytique de la vulnérabilité décrite par Thouret et D'Ercole (1996), appelée aussi la « nouvelle approche », permet de développer, selon les auteurs, une planification préventive en milieu urbain et ce, surtout pour les pays en développement. Bien que plusieurs auteurs aient étudié la vulnérabilité de centres urbains de pays en développement (i.e., la ville de Manizales par Chardon et Thouret, 1994 ainsi que la ville de Quito par Chatelain, Guillier, Souris, Dupérier et Yepes, 1995), aucun ne semble s'être penché sur le cas de Mascate. Cette « nouvelle approche » de Thouret et D'Ercole (1996), complétée par les démarches d'analyse de la vulnérabilité sociale de Cutter, Boruff et Shirley (2003) ainsi qu'avec le *Disaster Pressure and Release Model* et l'*Access to Ressource model* de Wisner et al. (2004), peut-elle offrir une analyse efficiente de la vulnérabilité du wilayat Bawshar de Mascate face au risque cyclonique ?

La recherche a donc pour but de générer une méthode d'analyse de la vulnérabilité adaptée au cas du gouvernorat de Mascate et d'établir l'état actuel de cette vulnérabilité. Un constat sur la vulnérabilité face au risque cyclonique affectant Mascate, plus précisément une évaluation de la vulnérabilité du wilayat Bawshar, dans le but de compléter les connaissances existantes sur la problématique des cyclones tropicaux. **Quelle est la vulnérabilité du wilayat Bawshar face au risque cyclonique?**

Afin de répondre à cette question, nous soumettrons les approches de la vulnérabilité retenues dans le cadre d'analyse (Chardon et Thouret, 1996, Cutter et al. (2003) et Wisner et al., 2004) à la vérification empirique, vérifiant ainsi la transférabilité de ces approches dans une optique descriptive et évaluative de la vulnérabilité du wilayat Bawshar face au risque cyclonique.

Ce projet de recherche permettra d'étudier la vulnérabilité du wilayat Bawshar face au risque cyclonique, dans le but d'outiller les autorités locales afin de pratiquer une planification urbaine plus sensible aux enjeux de risques naturels, ce qui permettrait de réduire la vulnérabilité du wilayat Bawshar face au risque cyclonique et, de ce fait, de diminuer le niveau d'endommagement lors d'éventuels cyclones tropicaux. Une étude de la vulnérabilité face au risque cyclonique est d'autant plus importante en raison des nouveaux développements résidentiels qui ne cessent de jaillir dans ce pays émergent (*The Wave, Muscat, Jebel Sifah, Muscat Hills, etc.*).

1.2 Réduction du risque naturel et communauté internationale

1.2.1 Réduction du risque naturel et la conférence de Yokohama (1994)

Dans l'optique de promouvoir l'adaptation face au risque cyclonique, le gouvernorat de Mascate doit, conséquemment, mettre de l'avant des politiques visant la réduction de sa vulnérabilité. C'est en 1994 à Yokohama qu'a eu lieu la première conférence de l'UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction) dont le but était de sensibiliser la communauté internationale sur l'importance de prioriser la réduction du risque naturel et, de ce fait, identifier les domaines clés pour le développement d'un cadre pertinent pour l'action. Bien que les politiques de réduction de risques naturels soient le fruit des politiques de planification de chaque pays, l'objectif de l'UNISDR est de guider, grâce à ce cadre, les pays membres sur les priorités d'actions et les approches nécessaires à la réduction de risques naturels.

La Conférence mondiale sur la prévention des catastrophes naturelles (World Conference on Disaster Reduction (WCDR)) est une conférence de la International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR) qui est une entité des Nations Unies et dont le Sultanat d'Oman est membre. La Conférence réunit des représentants de gouvernements, ainsi que plusieurs experts non gouvernementaux et autres spécialistes du monde entier afin de discuter de l'augmentation croissante de personnes atteintes par les catastrophes naturelles.

La Conférence mondiale sur la prévention des catastrophes naturelles de Kobe en janvier 2005 devait faire le point sur le progrès accompli dans la réduction de risques de catastrophes depuis la conférence de Yokohama en 1994, ainsi que planifier les approches des dix prochaines années. Le fruit de cette conférence fut l'élaboration du Cadre d'action de Hyogo (UNISDR, 2005).

En 1994, la stratégie de Yokohama pour un monde plus sûr identifia les lacunes et les défis dans les cinq grands domaines suivants :

Specific gaps and challenges are identified in the following five main areas:

- (a) Governance: organizational, legal and policy frameworks;
- (b) Risk identification, assessment, monitoring and early warning;
- (c) Knowledge management and education;
- (d) Reducing underlying risk factors;
- (e) Preparedness for effective response and recovery.

These are the key areas for developing a relevant framework for action for the decade 2005–2015. (UNISDR, 2005, p.7-8)

En utilisant la méthode d'analyse adaptée au contexte de la vulnérabilité du gouvernorat de Mascate et développée lors de ce projet de recherche, nous espérons être en mesure d'identifier plusieurs lacunes et défis dans les domaines présentés ci-haut.

1.2.2 Cadre d'action de Hyogo

Le Cadre d'action de Hyogo de 2005 se distingue du statu quo en évoquant une approche plus préventive afin de renforcer la résilience des nations en opposition aux approches préconisant une bonne gestion/réaction face aux catastrophes. Ces priorités d'actions permettent de rendre plus concrète l'application de politiques visant à réduire les risques naturels, que ce soit à une échelle locale, régionale ou nationale.

Son but fondamental est d'instaurer la résilience des nations et des collectivités face aux catastrophes par une réduction considérable des pertes dues aux catastrophes d'ici 2015 - pertes tant en vies humaines qu'au niveau du capital social, économique et environnemental des collectivités et des pays. (UNISDR, 2007, p. 2)

Il se veut aussi un moyen pour : « aider les États, les organisations et les autres acteurs à définir leurs approches à la réduction des risques de catastrophe » (UNISDR, 2007, p. 3). Les priorités d'actions du Cadre d'action de Hyogo présentées par UNISDR sont :

1- Ériger la réduction des risques de catastrophe en priorité

« Veiller à ce que la réduction des risques de catastrophe soit une priorité nationale et locale et à ce qu'il existe, pour mener à bien les activités correspondantes, un cadre institutionnel solide. »

(UNISDR, 2007, p. 2).

Pour ce faire, il faut :

- Une volonté nationale et locale ferme;
- Une prise en compte et une évaluation des aléas naturels lors de processus décisionnels publics et privés;
- Une mise en place ou modification des politiques, législations, plans, et programmes afin d'intégrer la réduction des risques de catastrophe;
- Une intégration de la réduction des risques de catastrophe à la planification;
- Une participation des communautés afin de répondre convenablement aux besoins locaux.

(UNISDR, 2007)

2- Identifier les risques et passer à l'action

« Mettre en évidence, évaluer et surveiller les risques de catastrophe et renforcer les systèmes d'alerte précoce. »

(UNISDR, 2007, p. 3)

Pour ce faire, il faut :

- Des investissements scientifiques, techniques et institutionnels;
- Des outils offrant des données statistiques sur les catastrophes, des cartes de risques, ainsi que des indicateurs de vulnérabilité et de risques;
- Des systèmes d'alerte précoces plus efficaces. (ex. système d'alerte cubain).

(UNISDR, 2007)

3- Instaurer une compréhension et une conscience des risques

« Utiliser les connaissances, les innovations et l'éducation pour instaurer une culture de sécurité et de résilience à tous les niveaux. »

(UNISDR, 2007, p. 3)

Pour ce faire, il faut :

- Informer les populations des mesures qu'elles peuvent entreprendre pour réduire leur vulnérabilité;
- Renforcer les dialogues entre experts techniques/scientifiques, les planificateurs et autres acteurs;
- Intégrer l'enseignement de la réduction des risques de catastrophes à plusieurs niveaux;
- Renforcer ou mettre en place les programmes communautaires de gestion des risques;
- Collaborer avec les médias afin d'accroître la sensibilisation face à la réduction des risques de catastrophes.

(UNISDR, 2007)

4- Réduire les risques

« De bonnes initiatives en matière d'assurance et de microfinance peuvent aider à transférer les risques et à se doter de ressources supplémentaires. »

(UNISDR, 2007, p. 4)

Pour ce faire, il faut :

- Éviter l'installation d'établissements humains dans des endroits directement exposés aux aléas (plaines inondables, etc.);
- Ne pas raser les forêts et les terrains marécageux (réduction de la capacité de résistance de l'environnement aux aléas);
- Ne pas construire des infrastructures et des habitations non résistantes aux aléas;
- Avoir une présence de mécanismes sociaux et financiers.

(UNISDR, 2007)

5- Se préparer et se tenir prêt à agir

« Renforcer la préparation aux catastrophes afin de pouvoir intervenir plus efficacement à tous les niveaux lorsqu'elles se produisent. »

(UNISDR, 2007, p. 4).

Pour ce faire, il faut :

- Mettre en place des plans d'urgence et vérifier l'efficacité de ceux-ci;
- Mettre en place des fonds d'urgence;
- Adopter des approches régionales coordonnées en vue d'une réponse efficace aux catastrophes;
- Établir un dialogue poursuivi entre les agences chargées de la réponse, les planificateurs, les décideurs et les agences de développement.

(UNISDR, 2007)

Bien que le Sultanat d'Oman ait ratifié le Cadre d'action de Hyogo, il semble que les politiques mises de l'avant par le gouvernement omanais tendent plutôt à se préoccuper de la prévention de risques en lien avec la problématique de déversements de pétrole. Avant le cyclone Gonu, la notion de vulnérabilité cyclonique était quasiment inexistante et le risque de déversements de pétrole et/ou d'accidents liés à l'extraction du pétrole (première ressource naturelle en importance au Sultanat) représentait la plus grande menace environnementale (Al-Ajmi, 2011).

Le Cadre d'action de Hyogo se veut un système de différents objectifs (outils) que doivent utiliser les gouvernements des pays membres afin de pratiquer un urbanisme visant à réduire les risques naturels. Bien entendu, une réduction du risque naturel sous-entend une étude de la vulnérabilité pour une zone précise, afin d'optimiser les efforts de réduction de la vulnérabilité. Le fait qu'il n'existe pas d'étude ayant eu comme objectif d'identifier et d'analyser la vulnérabilité de la grande région métropolitaine de Mascate (ou de ses régions), il s'avère difficile pour les autorités locales d'implanter des politiques urbanistiques fonctionnelles dans une optique de réduction du risque.

Lors de la synthèse de ce projet de recherche, nous ferons un retour analytique sur les priorités d'actions du Cadre d'action de Hyogo, en étudiant chacune d'elles en lien avec les politiques actuelles du gouvernorat de Mascate face à la problématique du risque cyclonique.

Chapitre 2 : Cadre théorique

Chapitre 2 : Cadre théorique

Cette partie du mémoire vise à exposer de manière détaillée le concept de la vulnérabilité en lien avec l'aléa. Dans le but de faciliter la compréhension de la « vulnérabilité » en rapport avec l'enjeu de catastrophes naturelles, il est d'abord nécessaire de définir le risque naturel, l'aléa, l'endommagement ainsi que la résilience, et de se positionner par rapport aux nombreuses définitions dans la littérature. Bien que de nombreux auteurs aient donné leurs définitions de ces thèmes, le choix des définitions présentées se base sur la structure établie afin d'analyser de façon systémique le concept de vulnérabilité pour le wilayat Bawshar à Mascate. Une analyse de la vulnérabilité du wilayat Bawshar utilisant un système composé de plusieurs facteurs reliés permettra d'identifier les enjeux de vulnérabilité à différentes échelles, pour les planificateurs urbains, preneurs de décisions et autres acteurs.

Dans le cadre de ce projet de recherche sur la vulnérabilité face au risque cyclonique, nous partons de la prémisse que le risque naturel est le résultat d'un phénomène naturel générateur de dommages (aléas) multiplié (intensifié/augmenté) par la vulnérabilité d'une population. Nous définirons donc, dans cette section, les termes tels que le risque naturel, l'aléa (plus précisément l'aléa cyclonique), le concept de catastrophe, l'endommagement (résultat « concret » de l'impact entre l'aléa et une société vulnérable), la résilience (capacité d'une société à se remettre d'une catastrophe), ainsi que les multiples aspects de la vulnérabilité et les facteurs qui la caractérisent.

2.1 Risque naturel

Le risque naturel est le résultat d'un phénomène naturel (aléa) dont les effets sont amplifiés par la vulnérabilité.

Une définition communément admise du risque naturel est l'équation **risque naturel = phénomène naturel générateur de dommage x vulnérabilité**. Le phénomène naturel ou géodynamique interne (géophysique) ou externe (hydrométéorologique, etc.) représente la menace et s'exprime par un champ d'action (espace), une magnitude (volume), une intensité ou un débit, une violence (impact) et une récurrence (fréquence). (Thouret et D'Ercole, 1996, p. 407)

Dans l'évaluation du risque, la production sociale de la vulnérabilité doit être considérée avec au moins le même degré d'importance qui est alloué à la compréhension et au traitement de l'aléa naturel. Les catastrophes sont l'aboutissement de l'interaction entre l'aléa et la vulnérabilité. (Wisner et al., 2004)

Chardon et Thouret utilisent aussi l'analogie de la multiplication : « **risque naturel = menace** (ou aléa) **x vulnérabilité** (physique, socio-économique et conjoncturelle). (1994, p. 37). C'est en fait le degré de vulnérabilité d'une zone qui souvent influence l'endommagement de cette zone à la suite d'un phénomène naturel.

En décembre 2003, trois séismes de magnitude 6.5 ont eu lieu dans les villes de Cambria en Californie, de Chengkung à Taiwan, et Bam en Iran. Pour ces trois cas, c'est le risque naturel qui a été différent car l'aléa était semblable. Celui de Cambria en Californie se solda par peu de dommages (quelques bâtiments détruits) et deux victimes (BBC, 2003); celui de Taiwan ne fit aucune victime ainsi que peu de dommages (une dizaine de maisons endommagées) (Chu, 2004); toutefois le séisme de Bam fut dévastateur avec plus de 30 000 personnes (??) et 30 000 blessés, ainsi que la perte de près de 85 % des bâtiments de la ville (UNISDR, 2007). Une réglementation parasismique adéquate, mais qui fut « librement appliquée », l'information et la formation des autorités locales quasi-inexistantes, et l'absence d'un plan de secours sont tous des éléments qui augmentèrent la vulnérabilité et par conséquent firent en sorte qu'un aléa identique (séisme de magnitude de 6.5) eut un effet dévastateur pour la ville de Bam.

Le risque naturel dans le cas de la ville de Bam illustre la grande vulnérabilité de cette ville et notamment de l'ensemble de ses bâtiments. Selon l'ingénieur en génie civil M. Rahimnejad : « Ce sont les maisons - non pas le séisme - qui ont tué les gens. » (UNISDR, 2007, p. 4). Dans le cas de la région métropolitaine de Mascate, même si plusieurs phénomènes naturels (outre le cyclone Gonu) comme les tempêtes de 1977 et de 1890 ont déjà créé plusieurs dommages et démontré une préparation défailante des autorités, la culture du risque ne semble pas être partie

prenante des politiques d'urbanisme du pays contrairement, à plusieurs pays asiatiques (ex. Indonésie, Japon, etc.).

2.2 Aléa

D'après Chardon et Thouret : « L'aléa est le phénomène géodynamique (géophysique, hydrométéorologique, etc.) exprimé par une magnitude, une intensité, une récurrence et sa capacité d'endommagement. » (1994, p. 37). En fait l'aléa est le phénomène naturel qui cause une menace potentielle pour les populations et les biens matériels à l'intérieur d'une zone et d'une période précises. Il se classe par l'ampleur de l'impact, le degré de prévision possible et le bilan des dommages et des effets indirects. (Thouret, 2002)

Wisner et al. (2004) le définissent comme ceci :

'Hazard' refers to the natural events that may affect different places singly or in combination (coastlines, hillsides, earthquake faults, savannahs, rainforests, etc.) at different times (season of the year, time of day, over return periods of different duration). The hazard has varying degrees of intensity and severity. (p. 49)

Selon ces derniers, l'aléa comporte lui aussi toujours une échelle temporelle et spatiale.

What we are arguing is that the risk of disaster is a compound function of the natural hazard and the number of people, characterized by their varying degrees of vulnerability to that specific hazard, who occupy the space and time of exposure to the hazard event. There are three elements here: risk (disaster), vulnerability, and hazard, whose relations we find it convenient to schematise in a pseudo-equation: $R = H \times V$. (p. 49)

2.2.1 Aléa cyclonique

Selon Dao et Peduzzi (2004), plus de 119 millions de personnes dans 84 pays seraient exposées chaque année aux aléas cycloniques. Ils recensent aussi 251 000 morts à travers le monde et ce, seulement pour la période 1980-2000. Même si les cyclones n'atteignent pas toujours la terre, il n'en reste pas moins que près de 80 cyclones se forment chaque année sur les océans tropicaux chauds. (Caroff et Westrelin, 2006). Ce sont souvent les vents violents, les pluies torrentielles,

les marées de tempête ainsi que les fortes houles que les cyclones génèrent qui font en sorte que ce phénomène naturel devient un des risques naturels les plus dévastateurs. Bien que les cyclones subissent une constante surveillance et sont assujettis à des systèmes d'alertes et de prévision, cela n'empêche pas, dans certains cas, les pertes de vies humaines et les nombreux dégâts matériels qui en résultent.

Le risque cyclonique dans le cas du gouvernorat de Mascate représente les effets de l'impact d'un cyclone amplifié par la vulnérabilité d'un site en particulier. Dans le cas de cette recherche, le site étudié est celui du wilayat Bawshar.

Le phénomène cyclonique :

Caroff et Westrelin (2006) définissent cet aléa comme suit :

Les cyclones tropicaux sont des perturbations atmosphériques tourbillonnaires occasionnant, en particulier, des vents violents et des pluies diluviennes. Le cyclone se caractérise par une énorme masse nuageuse d'un diamètre moyen de 500 kilomètres, sachant que des « petits » cyclones peuvent présenter une extension horizontale inférieure à 200 km, tandis que des cyclones de grande taille peuvent dépasser exceptionnellement 1000 kilomètres de diamètre. [...] Le cyclone est associé à une zone de basse pression atmosphérique (ou dépression) très creuse. La pression centrale est généralement inférieure à 960 hPa, voire 900 hPa pour les cyclones les plus intenses, sachant que la pression atmosphérique moyenne habituelle est de 1013 hPa. Cette différence de pression entre le cœur du système et sa périphérie est à l'origine des vents violents du cyclone. Ainsi, le vent augmente de la périphérie vers le centre pour devenir maximal dans le mur de l'œil où les rafales peuvent dépasser les 300 km/h. Par définition, un cyclone tropical est une dépression d'origine tropicale dans laquelle la vitesse des vents maximaux, moyennés sur 10 minutes, est égale ou supérieure à 118 km/h, sachant qu'à ce stade, les rafales maximales peuvent déjà atteindre 170 km/h. [...] A noter que l'intensité d'un cyclone n'est pas liée à sa taille. On peut très bien avoir un cyclone de petite taille, mais très intense, et au contraire un cyclone de grande dimension, mais relativement peu intense au cœur. (p. 27)

2.2.2 Cyclone tropical

Depuis des siècles, plusieurs populations ont choisi de se localiser le long des côtes. Depuis la moitié du 20^e siècle, ce choix de positionnement devint d'autant plus populaire et ce, notamment en raison de la globalisation des marchés (Wisner et al., 2004). Aujourd'hui, la globalisation des marchés et l'industrie du tourisme, qui sont toutes deux en constante expansion dans les pays émergents du golfe Persique (Émirats Arabes Unis, Oman, Qatar) ne font qu'augmenter l'attractivité des zones côtières. Ce choix de localisation, qu'il soit optionnel ou dicté par l'emplacement d'anciennes localités à vocation agricole ou de pêche (voir section 4.1.6 Urbanisation et étalement urbain à Mascate), augmente conséquemment la vulnérabilité des populations côtières face à l'aléa cyclonique.

L'aléa dans cette étude, soit le cyclone tropical, représente en tant que phénomène naturel un des phénomènes atmosphériques les plus puissants. Un ouragan pleinement développé relâche l'équivalent en énergie de plusieurs bombes atomiques du type de celle utilisée à Hiroshima. (Cuny, 1983; Milne 1986 : 71; Alvarez 1999; Gray, 2000 dans Wisner et al., 2004). Ces tempêtes naissent durant l'été au-dessus des océans dans une ceinture au nord et au sud de l'équateur. Dans le but de notre recherche, nous allons nous concentrer plus spécifiquement sur les cyclones tropicaux de l'océan Indien Nord. Selon Webster et al. (2005) les cyclones tropicaux de l'océan Indien Nord se développent entre 55°E et 90°E et entre 5°N et 20°N. Il existe donc deux saisons cycloniques dans l'océan Indien Nord, soit la saison pré-mousson (mai) ainsi que la saison post-mousson (octobre et novembre); certains cyclones se forment lors de la période transitionnelle qui est du mois de juin au mois de septembre (Fritz et al., 2010). Outre les dommages créés par les vents et les inondations que génèrent les cyclones, il y aussi une multitude d'effets physiques, sociaux, économiques et naturels qui sont engendrés. On appelle onde de tempête le phénomène par lequel, lors de l'impact avec un cyclone tropical, l'eau s'empile grâce au vent contre les côtes le long de plateaux océaniques peu profonds. Lorsque cela se produit à marée haute, l'onde de tempête peut atteindre jusqu'à 6 m de hauteur. Les décès et les dommages engendrés par le cyclone Gonu sont principalement attribués aux inondations des oueds (*wadi* en anglais et en arabe) ainsi qu'aux ondes de tempête (Fritz et al., 2010).

2.2.3 Concept de catastrophe

Les catastrophes naturelles et notre vie quotidienne étant interreliées, la recherche sur ce sujet expose comment le risque encouru en cas de catastrophes est lié à la vulnérabilité générée par l'ensemble de la population à travers leur existence normale. Cette analyse recherche donc les liens entre les risques auxquels est confronté une population, ainsi que les raisons de leur vulnérabilité aux aléas. Les catastrophes ne sont pas seulement le produit d'un phénomène naturel, mais aussi le résultat d'un environnement social, politique et économique; en raison de la façon dont elles structurent la vie de différentes populations. (Wisner et al., 2004)

There is a danger in treating disasters as something peculiar, as events that deserve their own special focus. It is to risk separating 'natural' disasters from the social frameworks that influence how hazards affect people, thereby putting too much emphasis on the natural hazards themselves, and not nearly enough on the surrounding social environment. [...] In disasters, a geophysical or biological event is implicated in some way as a trigger event or a link in a chain of causes. Yet, even where such natural hazards appear to be directly linked to loss of life and damage to property, there are social factors involved that cause peoples' vulnerability and can be traced back sometimes to quite 'remote' root and general causes. This vulnerability is generated by social, economic and political processes that influence how hazards affect people in varying ways and with differing intensities. (Wisner et al., 2004, pp. 4, 7)

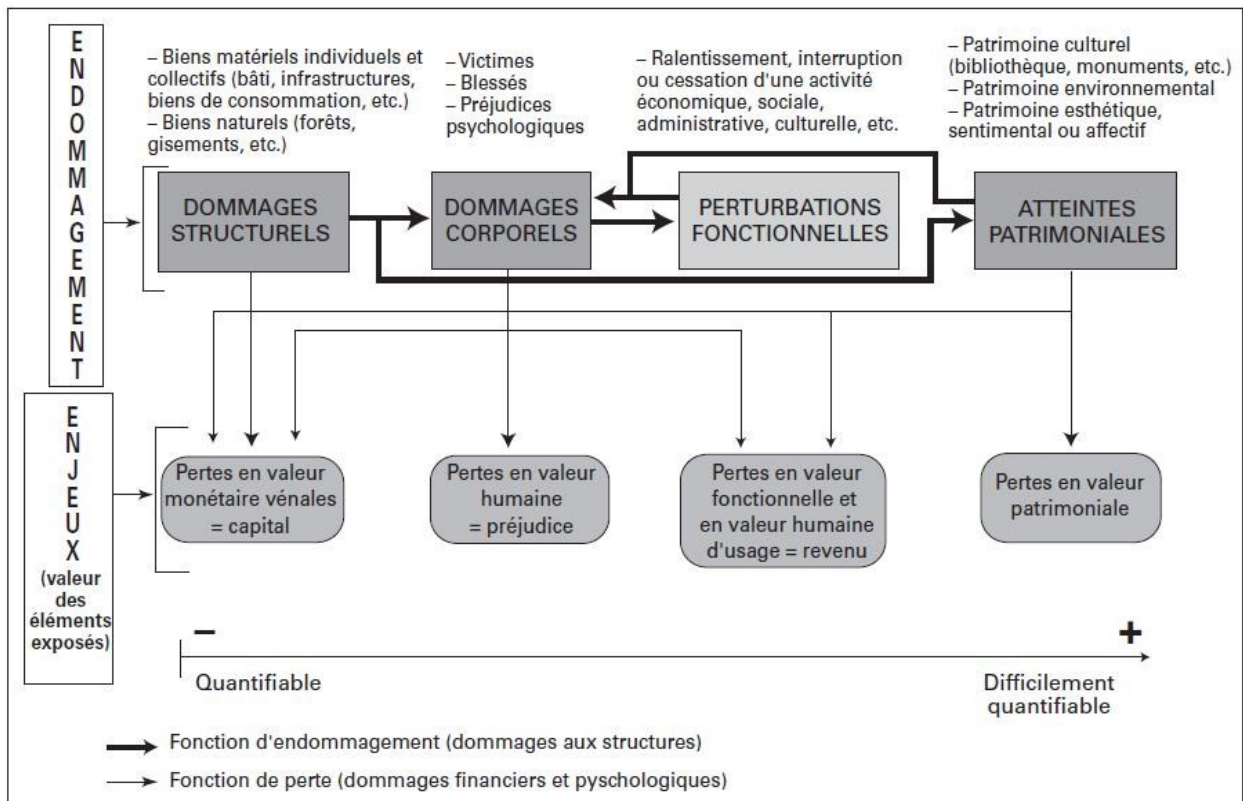
Certaines activités humaines peuvent modifier les conséquences de phénomènes physiques et biologiques, même si celles-ci sont parfois localisées à deux endroits différents (ex. la déforestation qui contribue aux inondations en aval) ou même si ces activités se produisent à un intervalle de plusieurs années (ex. la substitution d'une forme d'architecture pour une autre qui, elle, est moins sécuritaire). Cette vision alternative des catastrophes naturelles ne dénie pas l'importance de l'aléa comme élément déclencheur, mais met l'accent sur les différentes façons selon lesquelles ces systèmes sociaux opèrent afin de générer des catastrophes en rendant les populations vulnérables. (Wisner et al., 2004)

2.3 Endommagement

Le risque existant de façon virtuelle (risque naturel = aléa x vulnérabilité), la catastrophe se matérialise donc par l'expression d'un endommagement, résultat de l'impact de l'aléa sur une société et son territoire. C'est une notion très relative en fonction du lieu d'où est perçu l'évènement jugé catastrophique, une construction psychosociale dont la cause « naturelle » est souvent à rechercher bien loin des effets constatés (Gaillard, 2001, cité par Léone et Vinet, 2006, p. 9).

L'endommagement est défini par Thouret comme : « le pourcentage de la valeur perdue en cas de catastrophe, le nombre de vies et le coût de la propriété, des ouvrages ou des moyens de production. » (2002, p. 507).

Figure 7 : Typologie de l'endommagement



Source : Léone et al., 1995 dans Touret, 2002.

Cette typologie de l'endommagement représente bien un sommaire des différents types de dommages et les enjeux de pertes résultant de catastrophes naturelles, ainsi que la quantifiabilité de la valeur de ces mêmes pertes.

Le degré ou le niveau d'endommagement du wilayat Bawshar à la suite des inondations est une conséquence de l'aléa (dans notre cas les cyclones tropicaux ou plus précisément les inondations résultant de ces cyclones) ainsi que de la vulnérabilité de sa population. Tel que présenté plus tôt, l'endommagement peut être utilisé comme principal indicateur de la vulnérabilité d'une société et de son territoire (selon une échelle spatiale et temporelle définie); typiquement utilisée par l'ancienne méthode d'analyse de la vulnérabilité. Dans notre cas d'étude, les informations requises sur l'endommagement à la suite du passage du cyclone Gonu seront utilisées afin de réaliser une analyse quantitative en lien avec les différents indicateurs choisis (présentés dans les prochaines sections du mémoire). Rappelons que c'est en réduisant la vulnérabilité que les dommages résultant de l'impact d'un aléa diminueront par conséquent le risque.

Cet endommagement sera analysé selon plusieurs indicateurs numériques et nominaux pour ce qui est des dommages non quantifiables. Selon Thouret et D'Ercole (1996), les effets et répercussions spatiaux, temporels, socio-économiques et culturels dépendant de la vulnérabilité peuvent être catégorisés comme suit :

- Coût direct évalué (habitat, infrastructures, moyens de production, activités économiques, emplois);
- Coût immédiat (sinistrés, endommagement);
- Coût indirect à court terme, engendré par les perturbations des activités économiques;
- Coût indirect de la réadaptation et de la reconstruction à long terme;
- Patrimoine culturel et paysages (valeurs financière et esthétique);
- Patrimoine de la vie (préjudice corporel, sauvetage et assurance).

2.4 Résilience

Holling (1973) définit la résilience écologique : un écosystème est résilient s'il revient à son état antérieur après une perturbation ; il persiste sans changement qualitatif de sa structure. La résilience est, dans l'étude de risques naturels, le temps requis afin de revenir à cet état antérieur. Selon Dauphiné et Provitolo : « Globalement, un système socionaturel résilient permet de mieux répondre aux aléas qui génèrent des catastrophes. » (s.d., p. 1).

Selon P. Timmerman (Timmerman, 1981) par exemple, la résilience « mesure la capacité de tout ou partie du système à absorber et à se relever de l'occurrence d'un aléa. » La résilience est vue comme un antonyme de la vulnérabilité. Pour W. N. Adger, il s'agit de « la capacité des communautés humaines à supporter les chocs ou les perturbations externes qui affectent leur infrastructure, telles que la variabilité environnementale ou sociale, les bouleversements économiques ou politiques, et de se relever de telles perturbations ». Dans ces conditions, la résilience est un facteur de « durabilité » (Reghezza, 2006 dans Léone et Vinet, 2006, p. 37).

2.5 Vulnérabilité

La vulnérabilité est un terme très polysémique; ces dernières décennies ont vu plusieurs auteurs et acteurs la définir. Même si parfois certaines définitions semblent floues, la pluralité de ces définitions offre une analyse de celle-ci sous différents angles. Évolutive à travers le temps, les définitions de la vulnérabilité sont nombreuses, que ce soit dans la langue de Molière ou dans le monde anglo-saxon.

Jean-Claude Thouret, volcanologue à l'université Blaise Pascal (France), et Robert D'Ercole, géographe à l'université de Savoie (France), sont tous deux d'importants piliers de la recherche scientifique sur les questions de vulnérabilité en milieu urbain. Ces mêmes auteurs expliquent que la définition de la vulnérabilité aux risques naturels suppose la considération de deux effets : les dommages potentiels ou la capacité d'endommagement des phénomènes naturels menaçants, ainsi que les obstacles qu'une société mal préparée rencontre pour réagir à la crise, puis restaurer l'équilibre en cas de sinistre (Thouret et D'Ercole, 1996).

Le tableau 1 présente une sélection de définitions anglo-saxonnes, répertoriée par Weichselgartner (2001), sur la vulnérabilité à laquelle nous avons rajouté la définition de Wisner et al. (2004) ainsi qu'un résumé en français.

Tableau 1 : Ensemble de définitions anglo-saxonnes de la vulnérabilité

Auteurs, dates et définitions	Résumé
Gabor and Griffith (1980) Vulnerability is the threat (to hazardous materials) to which people are exposed (including chemical agents and the ecological situation of the communities and their level of emergency preparedness). Vulnerability is the risk context.	La menace à laquelle les populations sont exposées.
UNDRO (1982) Vulnerability is the degree of the loss to a given element or set of elements at risk resulting from the occurrence of a natural phenomenon of a given magnitude.	Le degré de la perte d'un élément donné (ou un ensemble d'éléments) en danger résultant d'un phénomène naturel d'une ampleur donnée.
Susman et al. (1983) Vulnerability is the degree to which different classes of society are differentially at risk.	Le degré auquel plusieurs classes de société sont différemment exposées aux risques.
Mitchell (1989) Vulnerability is the potential for loss.	Le potentiel et/ou degré de la perte
Liverman (1990) Distinguishes between vulnerability as a biophysical condition and vulnerability as defined by political, social and economic conditions of society. She argues for vulnerability in geographic space (where vulnerable people and places are located) and vulnerability in social space (who in that place is vulnerable).	La vulnérabilité dans l'espace géographique (le ou ?) ainsi que dans l'espace social (le qui ?).
Dow (1992) Vulnerability is the differential capacity of groups and individuals to deal with hazards, based on their positions within physical and social worlds.	La capacité de faire face aux aléas.
Alexander (1993) Human vulnerability is function of the costs and benefits of inhabiting areas at risk from natural disaster.	La fonction d'une analyse coûts/bénéfices quant au fait d'habiter des zones à risques.
Cutter (1993) Vulnerability is the likelihood that an individual or group will be exposed to and adversely affected by a hazard. It is the interaction of the hazard of place (risk and mitigation) with the social profile of communities.	La probabilité pour un individu/groupe d'être exposé ou affecté par les aléas.

Green et al. (1994) Vulnerability to flood disruption is a product of dependence (the degree to which an activity requires a particular good as an input to function normally), transferability (the ability of an activity to respond to a disruptive threat by overcoming dependence either by deferring the activity in time, or by relocation, or by using substitutes), and susceptibility (the probability and extent to which the physical presence of flood water will affect inputs or outputs of an activity).	Un produit de dépendance, de transférabilité et de susceptibilité.
Gilard and Givone. (1997) Vulnerability represents the sensitivity of land use to the hazard phenomenon.	La sensibilité du zonage face aux aléas.
Weichselgartner and Bertens (2000) By vulnerability we mean the condition of a given area with respect to hazard, exposure, preparedness, prevention, and response characteristics to cope with specific natural hazards. It is a measure of capability of this set of elements to withstand events of a certain physical character.	Une mesure de la capacité d'un ensemble d'éléments à résister à des événements d'un caractère physique.
Wisner, Blaikie, Cannon and Davis (2004) By vulnerability we mean the characteristics of a person or group and their situation that influence their capacity to anticipate, cope with, resist and recover from the impact of a natural hazard (an extreme natural event or process).	Les caractéristiques d'une personne ou d'un groupe et leurs conditions qui influencent leur capacité d'anticiper, de faire face, de résister et de se rétablir de l'impact d'un aléa naturel.

Source : Mohamed, 2012 à partir de Weichselgartner, 2001 et Wisner, 2004

Selon Cutter et al. (2003), dans le domaine de la recherche sur la vulnérabilité, il existe trois principes :

- l'identification des conditions qui rendent les gens ou les lieux vulnérables aux phénomènes naturels extrêmes (Burton, Kates, and White, 1993; Anderson, 2000);
- l'hypothèse selon laquelle la vulnérabilité est une condition sociale (Blaikie et al., 1994; Hewitt, 1997);
- l'intégration de l'exposition potentielle et de la résilience sociétale avec une emphase particulière sur des endroits et régions spécifiques (Kasperson, Kasperson, and Turner, 1995; Cutter, Mitchell, and Scott, 2000).

2.5.1 Vulnérabilité biophysique et sociale

Dans son article *Vulnerability, risk and adaptation : A conceptual framework*, Nick Brooks (2003) du Tyndall Centre for Climate Change Research, explore plusieurs cadres conceptuels de la vulnérabilité, dont la vulnérabilité biophysique ainsi que la vulnérabilité sociale. Brooks (2003) souligne d'ailleurs que l'on ne peut traiter de manière significative de la vulnérabilité d'un système spécifique que si celle-ci est mise en lien avec un risque ou un ensemble de risques précis.

La vulnérabilité biophysique s'intéresse particulièrement aux répercussions ultimes d'un aléa, et elle est souvent considérée en termes d'endommagement (i.e. montant des dommages subis par un système) à la suite d'un impact avec un phénomène naturel. « Jones and Boer (2003) are therefore referring to biophysical vulnerability when they state that “Vulnerability is measured by indicators such as monetary cost, human mortality, production costs, [or] ecosystem damage...” » (Brooks, 2003, p. 4). En somme, la vulnérabilité biophysique nous offre des indicateurs de résultats plutôt que des indicateurs de l'état d'un système avant la survenue d'un aléa. (Brooks, 2003)

Les facteurs tels que le niveau de pauvreté, d'inégalité, de marginalisation, d'accès à la nourriture, d'accès à des assurances, de qualité du logement et autres, déterminent la vulnérabilité sociale (Blaikie et al., 1994; Adger and Kelly, 1999; Cross, 2001 dans Brooks, 2003). « Social vulnerability is a measure of both the sensitivity of a population to natural hazards and its ability to respond to and recover from the impacts of hazards. » (Cutter et Finch, 2008, p. 2301).

La recherche sur le terrain ainsi que la cartographie de la vulnérabilité mettent l'accent sur la vulnérabilité sociale afin d'identifier les membres les plus vulnérables de la société ainsi que les variations de vulnérabilité à l'intérieur d'une même zone géographique et/ou d'autres zones géographiques faisant face à un même aléa. Par conséquent, le niveau de vulnérabilité sociale dépendra du type d'aléa auquel la population est exposée. Même si la vulnérabilité sociale n'influence pas de manière directe la sévérité ou l'occurrence du phénomène naturel (l'aléa),

certaines de ces propriétés feront en sorte que la population cible sera plus vulnérable face à cet aléa qu'à un autre. (Brooks, 2003).

Bien que dans l'étude de la vulnérabilité, la communauté scientifique ait examiné de manière considérable les composantes biophysiques de la vulnérabilité et celles du cadre bâti (Mileti, 1999 dans Cutter et al., 2003), les connaissances en ce qui concerne les aspects sociaux de la vulnérabilité sont limitées. La vulnérabilité générée socialement est souvent ignorée dû au fait qu'il est difficile de quantifier la vulnérabilité sociale, ce qui explique l'absence de détails quant aux pertes sociales lors de rapports sur l'endommagement à la suite d'un désastre. La vulnérabilité sociale pour Cutter, Boruff et Shirley est définie comme suit :

Social vulnerability is partially the product of social inequalities—those social factors that influence or shape the susceptibility of various groups to harm and that also govern their ability to respond. However, it also includes place inequalities—those characteristics of communities and the built environment, such as the level of urbanization, growth rates, and economic vitality, that contribute to the social vulnerability of places. [...] The social fabric includes community experience with hazards, and community ability to respond to, cope with, recover from, and adapt to hazards, which in turn are influenced by economic, demographic, and housing characteristics.(2003, p. 243)

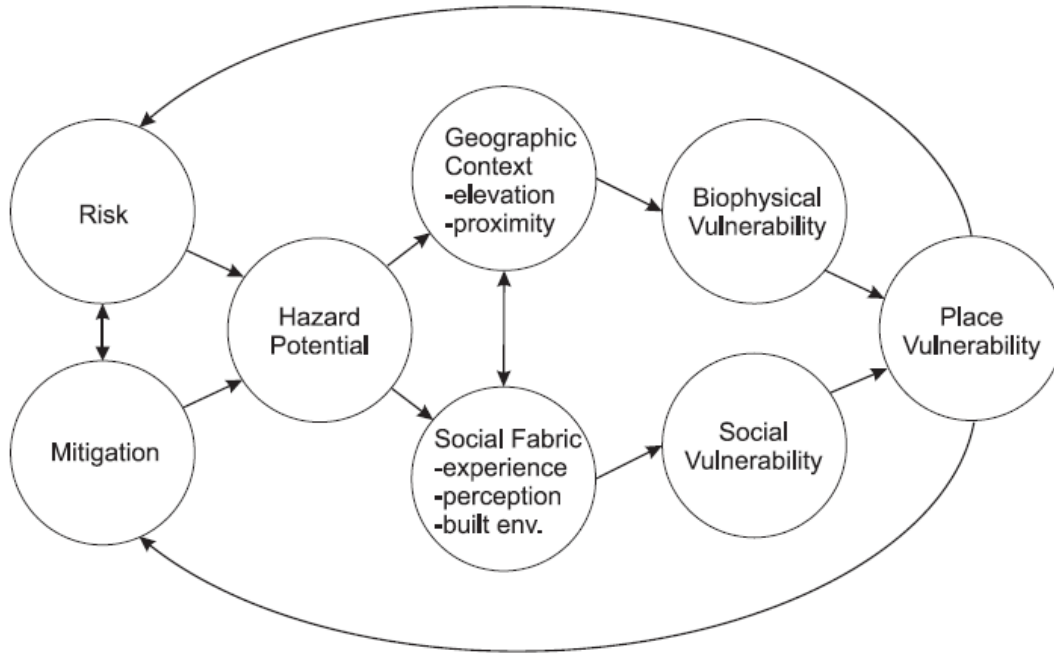
La vulnérabilité économique peut être décrite selon Cutter et al. (2003) comme le fait de dépendre singulièrement d'un secteur économique afin de générer ses revenus.

The boom and bust economies of oil development, fishing, or tourism-based coastal areas are good examples — in the heyday of prosperity, income levels are high, but when the industry sees hard times or is affected by a natural hazard, the recovery may take longer. The agricultural sector is no exception and is, perhaps, even more vulnerable given its dependence on climate. Any change in weather conditions or increases in hydrometeorological hazards, such as flooding, drought, or hail, can affect annual and decadal incomes and the sustainability of the resource base (Cutter et al., 2003, p. 253).

Tel que schématisé dans la figure 8, la vulnérabilité sociale et biophysique interagissent et résultent en la vulnérabilité globale d'un lieu précis.

Figure 8 : Graphique The Hazards-of-Place Model of Vulnerability par Cutter

The Hazards-of-Place Model of Vulnerability (Modified from Cutter, 1996)



Source : Cutter et al. 2003, p.244

Bien qu'il existe des indicateurs sociaux tels que l'indice de développement humain (IDH) des Nations Unies et celui de la Banque Mondiale mesurant la durabilité environnementale des économies nationales de pays en voie de développement, il n'existe toujours pas d'ensembles cohérents de mesures afin de mesurer la vulnérabilité face aux risques environnementaux, quoique certains chercheurs ont demandé la création d'un tel index (Comfort et al., 1999; Cutter, 2001b dans Cutter et al. 2003). De manière générale, il existe un consensus au sein de la communauté des sciences sociales sur les facteurs majeurs qui influencent la vulnérabilité sociale. Nous formulerons aussi une courte définition pour chacun des facteurs majeurs :

- **Un manque d'accès aux ressources (information, connaissance et technologie)**

L'accès à l'information est souvent critique en lien avec la réduction du risque. Par exemple les procédures à suivre lors d'une catastrophe naturelle peuvent facilement être communiquées à une population à risque; la résilience est aussi liée à la qualité des

différents réseaux d'informations et des technologies de communication. La connaissance générale et l'éducation de la population face au risque dépendent donc de la qualité de l'accès à ces différentes ressources.

- **Un accès limité au pouvoir et à la représentativité politique**

Les sociétés sous des régimes élitistes ou dictatoriaux manquent souvent de représentativité politique et cela devient problématique quand les besoins des populations vulnérables ne sont pas bien représentés et par conséquent ne deviennent pas une priorité.

- **Le capital social (réseaux sociaux)**

Les réseaux sociaux offrent plusieurs avantages en lien avec la réduction de la vulnérabilité face au risque : transfert d'information rapide, entraide, éducation, etc.

- **Les croyances et les coutumes**

Parfois les croyances et les coutumes populaires peuvent être en contradiction avec les mesures entreprises afin de réduire la vulnérabilité d'une population. Certaines croyances peuvent aussi prôner un laisser-faire face aux catastrophes naturelles (ex. fin du monde).

- **Le parc immobilier et l'âge des bâtiments**

- **Le type, la densité ainsi que la durée de vie des infrastructures**

Les centres urbains à très haute densité résidentielle, les bâtiments obsolètes, les infrastructures périmées et surutilisées, l'urbanisation de zones à risques sont tous des facteurs qui intensifient la vulnérabilité.

- **Une population ayant des limitations physiques et/ou une santé faible**

Les populations à besoins spéciaux sont par défaut plus vulnérables et requerront plus de soutien afin d'assurer une résilience efficace lors de la période post-désastre.

L'évacuation de personnes à mobilité réduite requiert aussi une logistique plus sophistiquée.

(Cutter, 2001a; Tierney, Lindell, and Perry, 2001; Putnam, 2000; Blaikie et al., 1994 dans Cutter et al. 2003)

Toutefois, cette même communauté scientifique est souvent en désaccord lorsqu'il s'agit de sélectionner des variables spécifiques afin de représenter ces concepts plus généraux.

Une multitude de facteurs et de paramètres peuvent donc influencer la vulnérabilité d'une société, cette même vulnérabilité peut aussi être directe ou indirecte tel que décrit par le concept des effets dominos.

En gestion du risque et surtout lors de l'étude post-catastrophe, il est d'autant plus important de réaliser une analyse des effets dominos car ceux-ci expliquent souvent la chaîne des événements et la source même de plusieurs aspects de l'endommagement. Dans la grande majorité des villes, la nature composite et continue des tissus bâtis et les liens d'interdépendance qui fédèrent les nombreux sous-systèmes assurant le fonctionnement de l'urbain résultent en le déclenchement des effets dominos.

[...] les effets de dominos sont le fait d'un aléa entraînant par effet en chaîne l'événement catastrophique. L'aléa déclencheur, le plus souvent d'origine naturelle ou technique, produit des aléas dérivés, source de nouveaux désastres à l'intérieur ou au prolongement d'une catastrophe. Cet emboîtement territorial est souvent observé dans les supercatastrophes. Il explique le nombre élevé de victimes lors du séisme suivi d'un tsunami dans l'océan Indien en décembre 2004. (Provitolo, 2005, p. 2)

Dans les effets dominos, les aléas peuvent par conséquent créer d'autres aléas dérivés de même nature ou de nature différente. Dans le cas de même nature : un séisme suivi d'un tsunami, ou dans le cas de nature différente : une inondation suivi d'une épidémie, un tremblement de terre suivi d'un accident industriel (Provitolo, 2005). Dans le cadre de notre projet de recherche, nous étudierons certains des effets dominos qui furent engendrés par le cyclone Gonu. Par exemple, nous avons les effets dominos de même nature : le cyclone Gonu qui, avec ses précipitations, a engendré des inondations, ou de nature différente : le cyclone Gonu a engendré de nombreuses pannes de courant électrique ainsi que des problèmes de circulation dans certains quartiers.

2.5.2 Vulnérabilité comme un système de variables

Historically, sociologists and engineers studied disasters, primarily focusing on failures in the infrastructure and built environment and societal responses to the extreme event. Geographers, planners, and natural scientists studied hazards and risks, examining the underlying social and physical processes that produced the hazards and which precipitated the disaster event. (Cutter, 2003, p. 440)

Plusieurs publications identifient la vulnérabilité comme un système et non comme un élément pouvant être étudié de façon isolée (Liverman, 1990, Blaikie et al., 1994 et Wisner et al. 2004, Chardon et Thouret, 1994, Thouret et D'Ercole, 1996, Weichselgartner et Bertens, 2000, Cutter et al., 2003, etc.). Ces définitions voulant analyser la vulnérabilité comme un système comprenant plusieurs variables/facteurs/indicateurs serviront de base littéraire pour cette recherche pour favoriser ainsi une approche systémique visant à identifier cette vulnérabilité tout en se basant sur les facteurs de cette dernière. Ainsi, il sera possible pour les urbanistes, les planificateurs, et autres acteurs de s'outiller avec l'analyse de la vulnérabilité du wilayat Bawshar dans le but de réduire cette dernière et, de ce fait, l'endommagement que le quartier pourrait subir lors de phénomène naturels.

Dès 1994, la vulnérabilité apparaît comme : « 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. » (D'Ercole et al, p. 87). La vulnérabilité, au sens large du terme, « s'inscrit dans un système qui englobe les préjudices corporels et moraux aux personnes et l'endommagement potentiel des éléments exposés (biens de production, activités socio-économiques et patrimoine). » (Thouret et D'Ercole, 1996, p. 407-408). Un système qui, comme il le sera présenté plus loin, obéit à des facteurs structurels, géographiques et conjoncturels.

Deux approches sont donc identifiées afin d'analyser la vulnérabilité : la première, l'approche classique, consiste à mesurer l'endommagement potentiel des éléments exposés; la deuxième et plus récente approche, intègre la notion d'endommagement de la première approche mais est complémentaire à cette dernière en visant à identifier les conditions ou les facteurs favorables

aux endommagements ou qui peuvent influencer la capacité de réponse d'une société à une situation de crise. (Thouret et D'Ercole, 1996).

Notre approche de la vulnérabilité diffère du constat classique de l'endommagement, car elle porte d'abord sur les facteurs de vulnérabilité structurels, géographiques et conjoncturels, notamment en milieu urbain ; elle examine ensuite les types de réponses des populations exposées et sinistrées que ces facteurs induisent. (Thouret et D'Ercole, 1996, p. 411)

Cette « nouvelle approche » a pour but « de servir à la recherche opératoire et au développement de la planification préventive en milieu urbain, notamment dans les pays en développement (PED). » (Thouret et D'Ercole, 1996, p. 407).

2.5.3 Population vulnérable

Certains groupes de la société sont plus enclins à l'endommagement, à la perte et à la souffrance et ce, dépendamment des risques. Certaines des variables qui expliquent ces variations d'impacts sont la classe sociale, la profession, la caste, l'ethnicité, le genre, l'état de santé, la présence d'handicap, l'âge, le statut d'immigration ainsi que la nature et l'étendue des réseaux sociaux. Bien que la pauvreté ne soit pas un élément qui permet à lui seul de dresser un portrait de la vulnérabilité, il existe souvent une très forte corrélation avec cette dernière. (Wisner et al., 2004)

Afin de développer ce concept, Wisner et al. (2004) donnent l'exemple de pluies torrentielles qui affecteraient (ex. glissement de terrain) des populations riches résidant sur des collines dans les secteurs avoisinant Los Angeles et San Francisco, ainsi que des populations moins nanties de Rio de Janeiro et Caracas :

There are three important differences, however, between the vulnerability of the rich and the poor in such cases. Firstly, few rich people are affected if we compare the number of victims of landslides in various cities around the world. [...] Secondly, living in the hazardous canyon environment is a choice made by some of the rich in California, but not by the poor Brazilian or Philippine job seekers who live in hillside slums or on the edge of waste dumps. [...] Thirdly, the consequences of a landslide for the rich are far less severe than for the surviving poor. (Wisner et al., 2004, pp. 12-14).

Pour les riches, l'argent fait en sorte que l'architecture et l'ingénierie utilisées lors de la conception des bâtiments situés dans les zones à risques minimisent les impacts de l'aléa (mais logiquement ne les éliminent pas). Pour les moins nantis, dans le cas où l'accessibilité au foncier ou à un loyer abordable sous-entend le fait d'habiter des zones à risques, ceux-ci s'y établiront indépendamment des risques associés. Les maisons et les avoirs des riches sont généralement assurés, il est aussi plus facile pour ces derniers d'avoir accès à des abris temporaires lors de catastrophes tout en continuant leurs activités rémunératrices à la suite de l'impact avec l'aléa et ceux-ci ont aussi souvent accès à des réserves monétaires et au crédit. À l'inverse, les moins nantis ont généralement l'entièreté de leur stock de capital (maison, vêtements, outils pour la fabrication artisanale, etc.) réuni à même la zone à risque. (Wisner et al, 2004).

2.5.4 Échelles de la vulnérabilité

Il est important de noter que lorsque l'on traite de vulnérabilité, celle-ci se mesure selon une échelle de temps et d'espace. La vulnérabilité contient une dimension temporelle : elle peut donc être mesurée en termes des dommages que subiront de futurs moyens de subsistance et non seulement en termes de pertes de vies et de propriétés à la suite d'un aléa. L'échelle de temps est d'autant plus importante lorsque l'on analyse la vulnérabilité d'une population, car les populations les plus vulnérables sont celles qui auront le plus de difficulté à rétablir leurs moyens de subsistance à l'état pré-catastrophe ce qui, par conséquent, les rend beaucoup plus vulnérables aux effets d'aléas ultérieurs. (Wisner et al., 2004). « The time dimension is extremely important in another way. Social, economic and political processes are themselves often modified by a disaster in ways that make some people more vulnerable to an extreme event in the future. » (Wisner et al., 2004, pp. 7, 9)

« Since losses vary geographically, over time, and among different social groups, vulnerability also varies over time and space. » (Cutter et al., 2003, p. 242). Logiquement, pour ce qui est des indicateurs utilisés lors de l'analyse de la vulnérabilité pour un endroit choisi, ceux-ci aussi seront définis par une échelle de temps et d'espace. Certains indicateurs ou variables utilisés lors d'une étude de la vulnérabilité peuvent offrir un niveau de détails spécifiques au quartier

étudié tandis que d'autres indicateurs seront propres à une échelle régionale, provinciale ou nationale.

2.5.5 Limites d'une analyse de la vulnérabilité

Afin de promouvoir une analyse de la vulnérabilité comme outil pouvant servir à la planification urbaine ainsi qu'à l'élaboration de politiques, plusieurs se sont intéressés à vouloir la quantifier (Gupta et al. 1996; Davidson et al. 1997, 2000; Hill and Cutter 2001; UNDP 2003; Yarnal et al. 2002; Gheorghe 2003 dans Wisner et al., 2004). Toutefois cela relança le débat à savoir tout d'abord s'il est possible de quantifier la vulnérabilité et quel est le juste équilibre entre les données quantitatives et qualitatives. (Wisner et al., 2004)

La vulnérabilité de l'un n'est pas nécessairement la vulnérabilité de l'autre : « Vulnerability can be assessed reasonably precisely for a specific group of people living and working at a specific time and place [...] (Wisner et al., 2004, p. 60)

La première partie du cadre analytique (chapitre 3) ainsi que la section 3.2.6 présenteront de manière détaillée la méthodologie ainsi que les outils utilisés lors de la collecte de données et le rapport du quantitatif et du qualitatif pour ce mémoire de maîtrise. Ce même chapitre étalera aussi les grandes limites auxquelles souscrit cette recherche. Dans le chapitre 4 nous dévoilerons précisément les limites d'une étude hydrologique (utilisée lors de l'analyse des facteurs de vulnérabilité physique) ainsi que les limites de l'analyse des facteurs de vulnérabilité sociale.

2.6 Approches de la vulnérabilité

2.6.1 Approches facteurs structurels, géographiques et conjoncturels de la vulnérabilité selon Thouret et D'Ercole (1996)

Facteurs sociodémographiques et économiques

Ces facteurs doivent définir les populations exposées selon leur structure et leur mobilité, comme par exemple leurs rythmes de croissance, les ressources et activités professionnelles disponibles, le niveau de formation/scolarisation, le type de quartier urbain, etc.. Il est aussi important d'identifier les facteurs de cohésion/décohésion et de stabilité/instabilité, les inégalités sociales et de segmentation (mobilité, migrations, types d'associations et de communautés, etc.).

Exemples de critères (voir tableau 2) :

- Croissance démographique de la population étudiée;
- Migration rurale;
- Composition de la population selon leur âge et leur genre, etc.;
- Population citoyenne vs population expatriée;
- Revenu familial;
- Dépendances économiques;
- Ressources naturelles;
- Taux d'employabilité;
- Endommagement (coûts, pertes, répercussions, effets dominos, etc.).

« L'objectif général de la définition des types de populations et d'associations est la prévision des réponses imminentes et latentes aux crises, ainsi que l'utilisation possible de structures sociales existantes pour la transmission des informations. » (Thouret et D'Ercole, 1996, p. 412).

Facteurs socioculturels

L'analyse de ces facteurs permet de vérifier les connaissances acquises et les expériences de sinistres vécus et aussi l'existence et la qualité de la prévention et des solutions de défense envisagées; elle permet également de comprendre à quel groupe ou à quel organisme la responsabilité est demandée ou transférée en cas d'alerte et de sinistre. Cette analyse cherche à prévoir les modes de comportements des populations exposées (réactions individuelles et collectives).

Cette étude de facteurs socioculturels ne pourra pas toutefois être utilisée lors de cette recherche dans le sens propre tel que défini par Thouret et D'Ercole, car celle-ci aurait du être réalisée pendant la crise, au moment de l'impact et après la catastrophe. Elle sera donc complétée à l'aide d'études documentaires et sera adaptée aux conditions spécifiques de l'étude de la vulnérabilité du wilayat Bawshar.

Exemples de critères (voir tableau 3) :

- Enjeux socio-économiques majeurs;
- Existence de notion du risque chez les habitants;
- Niveau d'éducation;
- Type de cohésion entre les différentes populations;
- Langues parlées.

Facteurs physiques, techniques et fonctionnels

Cette étude couvrira des éléments d'analyse tels que la qualité du bâti et des infrastructures, la qualité opérationnelle des organismes, l'accessibilité et la disponibilité des flux et relais existants, l'organisation et la mise en œuvre des secours, etc.

« L'étude de ces facteurs contribue à évaluer, a priori et a posteriori, l'efficacité des organismes et à repérer les blocages et les dysfonctionnements éventuels qui peuvent enrayer l'organisation des secours en cas de catastrophe. » (Thouret et D'Ercole, 1996, p. 412).

Exemples de critères (voir tableau 4) :

- Type de zonage en zone à risque;
- Qualité et typologies des constructions résidentielles;
- Moyens de communication (types de médias utilisés par la population);
- Qualité du réseau routier.

Facteurs institutionnels et politico-administratifs

L'analyse est ici tournée sur les rouages administratifs de prévention et de gestion des risques, ce qui comprend les choix politiques de planification préventive (occupation et utilisation du sol), les opérations de protection civile (plans d'intervention) ainsi que la gestion de l'après-crise (phase d'adaptation de la population sinistrée et réhabilitation des biens endommagés).

La gouvernance du gouvernorat de Mascate, surtout en ce qui a trait à l'urbanisme, est extrêmement centralisée. Les comités d'urbanisme au sein du *Oman Supreme Committee for Town Planning* et la *Muscat Municipality* (Municipalité de Mascate), bien qu'ils soient des organisations gouvernementales à part entière, pratiquent une planification de type Top – Down. Ceci est dû au fait que le système politique en place centralise l'ensemble des décisions, lois et décrets.

The Cabinet of Ministers is the highest executive authority, deriving its power from His Majesty the Sultan, to whom it is collectively responsible. Laws and decrees are authorized by His Majesty. International treaties, agreements and charters signed or approved by His Majesty become law from the date of their publication in the Official Gazette. (Oman Information Center, 2009).

Plusieurs acteurs sont donc impliqués à une multitude d'échelles dans le processus de planification, dont malheureusement les décisions manquent parfois d'arbitrage. Bien souvent, les décisions en ce qui a trait à la planification urbaine ont été prises dans le but de stimuler l'activité économique, ainsi que les investissements pour une région donnée et, de ce fait, pour favoriser les intérêts du développeur sans toutefois s'inquiéter des conséquences à long terme.

Exemples de critères (voir tableau 5) :

- Structure politique;
- Plan d'urgence;
- Niveau et mesure du développement du pays;
- Qualité de la gestion des risques;
- Mandats des organismes gouvernementaux liés à la réduction des risques;
- Restructuration réalisée à la suite d'une catastrophe;
- Communication entre le gouvernement/organismes et le public;
- Réduction du risque comme partie prenante du processus décisionnel.

Facteurs géographiques

On définit par cette analyse les contraintes de localisation, le lieu et le moment précis, le style et la récurrence de l'impact (tableau 6). Ces facteurs se réfèrent aux paramètres spatio-temporels de l'impact d'un phénomène naturel créateur de dommages et aux caractéristiques de la catastrophe. Par exemple, les facteurs limitant la catastrophe ou les facteurs de déclenchement de cette dernière seront étudiés. En définissant le lieu et le moment exact de l'impact, ces données sont utilisées afin de connaître l'extension géographique ainsi que la durée d'une catastrophe.

Facteurs conjoncturels

Plusieurs facteurs conjoncturels tels que les dysfonctionnements urbains et techniques, les blocages institutionnels et les défaillances temporaires, bien qu'imprévisibles, accentuent les effets d'une catastrophe naturelle (tableau 6).

Les facteurs conjoncturels ou contingents, liés aux dysfonctionnements temporaires et imprévisibles, accentuent les facteurs géographiques cités et modifient certains facteurs structurels déjà mentionnés. C'est la coïncidence entre les caractéristiques spatio-temporelles de l'impact et l'émergence des dysfonctionnements contingents, internes ou

externes, qui provoque l'impact catastrophique d'un phénomène naturel, c'est-à-dire soudain, violent et dévastant une grande surface. (Thouret et D'Ercole, 1996, p. 415).

Les indices d'analyse utilisés lors de l'analyse des facteurs permettront d'offrir un diagnostic à long et à moyen termes.

Facteurs sociodémographiques :

C'est grâce à ces facteurs que l'on définit les populations exposées.

Tableau 2 : Facteurs sociodémographiques, thèmes et indicateurs

Thème	Indicateur
Portrait démographique	Composition de cette démographie selon âge, sexe, famille
Structure socio-économique	Catégories socioprofessionnelles (CSP), formation scolaire, migrations quotidiennes et antérieures, santé, alimentation
Facteurs de décohésion et d'instabilité, d'inégalités sociales et de segmentation	Mobilité : taux et rythme de renouvellement, origine géographique et migrations, relations avec les campagnes environnantes
Associations et communautés : parentale, voisinage, religieuse, politique, sportive, réseaux sociaux informels	
Leaders et autorités	Hierarchies et relais utilisés et utilisables
Quartier	Typologie socio-économique

Source : Mohamed, 2012 à partir de Thouret et D'Ercole, 1996

Facteurs socioculturels

Tableau 3 : Facteurs socioculturels, thèmes et indicateurs

Thème	Indicateur
Cognitif ou éducatif	Connaissances acquises (école, université, rue, association)
Expériences passées vécues	Inventaires des dégâts, réponses des populations, solutions mises au point
Perceptif	Représentation des aléas et risques (gravité, fréquence, type), environnement urbain, écologie urbaine (pollution)

Source : Mohamed, 2012 à partir de Thouret et D'Ercole, 1996

« Le hiatus entre le « connu » et le « perçu » influe directement sur le type de réaction d'un individu, d'une communauté face à l'impact d'un sinistre » (Thouret et D'Ercole, 1996, tableau 1).

Facteurs fonctionnels et techniques

Tableau 4 : Facteurs fonctionnels et techniques, thèmes et indicateurs

Thème	Indicateur
Structures de défense existantes	Digues, pompiers, police, etc.
Organisation des réseaux et des flux existants	Qualité opérationnelle avant, pendant et après le sinistre
Organisation qualitative et quantitative des secours en cas de catastrophe	Plan d'intervention
Facultés de réponse	Communication de l'information préventive et réseau d'alerte, circulation et accessibilité
Bâti, infrastructure et voirie créatrice de blocages	Effets dominos
Qualité du bâti, matériaux de construction	Effets dominos

Source : Mohamed, 2012 à partir de Thouret et D'Ercole, 1996

Facteurs institutionnels et politico-administratifs

Tableau 5 : Facteurs institutionnels et politico-administratifs, thèmes et indicateurs

Thème	Indicateur
Structures administratives et politiques chargées de la prévention urbaine	Présence ou non de plan de réduction du risque
Règlements juridiques et législatifs, planification	Mode d'urbanisme, éléments structurels
Qualité des réseaux de communication et d'alerte	Mise en évidence des dysfonctionnements
Organismes compétents	Échelles et domaines de compétence, qualité des relais
Enjeux politiques et stratégiques, directs et indirects	

Source : Mohamed, 2012 à partir de Thouret et D'Ercole, 1996

Facteurs géographiques et conjoncturels

Tableau 6 : Facteurs géographiques et conjoncturels, thèmes et indicateurs

Thème	Indicateur
Contraintes de localisation	Site et situation de l'espace urbain menacé
Aléa	Lieu et moment précis de l'impact avec l'aléa et occurrence du phénomène
Dysfonctionnements urbains et techniques imprévisibles	Réseaux et voies de communication, organisation des quartiers, moyens de communication
Dysfonctionnements institutionnels imprévisibles et temporaires	Absence ou défaillance des responsables compétents, crise politique/économique, relais de communication rompus
Localisation des infrastructures clés	Écoles, hôpitaux, etc.

Source : Mohamed, 2012 à partir de Thouret et D'Ercole, 1996

2.6.2 Réponse sociale : mode de comportement en cas de crise

À la suite d'une alerte d'urgence, lors de l'impact entre l'aléa et une société, ainsi que lors de la crise qui résulte de cette catastrophe, interviennent plusieurs réponses de la part des populations exposées, réponses qui reflètent le rôle des facteurs présentés ci-hauts (qui seront étudiés dans les prochains chapitres) et qui induisent aussi les effets de la catastrophe (Thouret et D'Ercole, 1996).

Ces réponses s'expriment par des modes de comportement contrastés, variables dans l'espace, dans le temps, entre les sociétés et en leur sein. Ces variations dépendent non seulement des facteurs analysés plus haut, mais aussi d'un petit nombre de seuils socioculturels qui vont façonner le comportement humain en cas de catastrophe. (Thouret et D'Ercole, 1996, p. 415)

Il existe quatre modes de réponses sociales (Mileti, 1993 ; Drabek, 1986 dans Thouret et D'Ercole 1996) :

- 1- L'absorption passive de l'endommagement répété;
- 2- L'acceptation de l'endommagement;
- 3- La réduction de l'endommagement;
- 4- La modification radicale à priori du comportement social en cas de crise.

Le premier mode, l'absorption passive de l'endommagement répété, se définit par une absence de conscience du risque chez l'individu à laquelle il faut ajouter une absence de préparation à la crise chez la communauté, ce qui résulte en un endommagement maximal ainsi que des coûts d'ajustement postcatastrophe exorbitants.

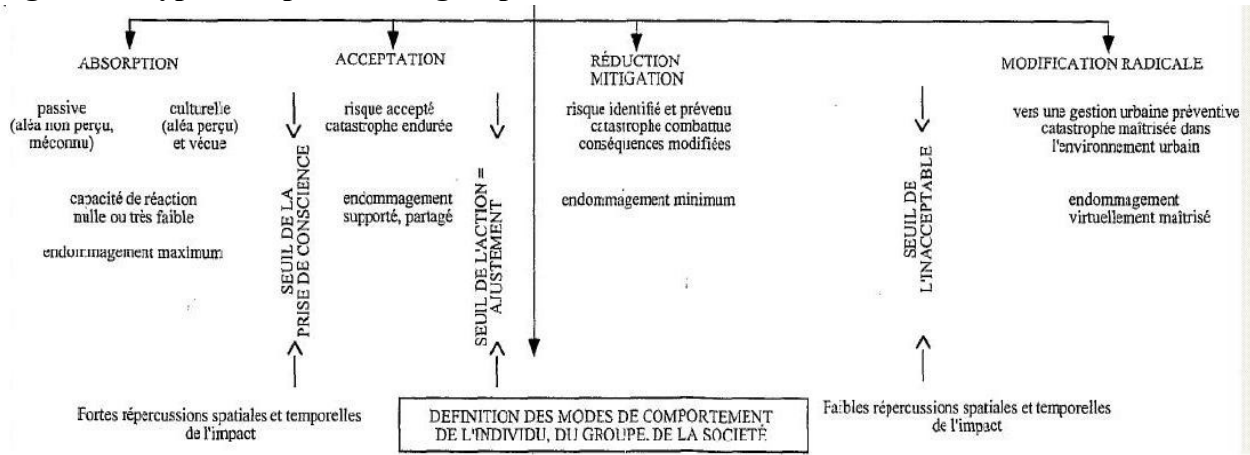
Le deuxième mode, l'acceptation de l'endommagement, sous-entend une prise de conscience des populations, un ajustement temporaire et partiel aux effets des catastrophes, une solidarité et une entraide des communautés ainsi qu'un système d'assurance des dommages prévisibles.

Le troisième, la réduction de l'endommagement, induit une atténuation individuelle ou collective avant, pendant et après la catastrophe naturelle, la présence de plans de protection et d'évaluation, une prise de conscience du « risque acceptable » et une estimation correcte du coût de l'atténuation.

Enfin, le quatrième mode, la modification radicale à priori du comportement social en cas de crise, arrive seulement une fois que le seuil de refus de la catastrophe est dépassé. Plus rare, ce mode de réponse sociale est décrit par Thouret et D'Ercole comme : « l'apanage d'une société « postindustrielle » » (1996, p. 417). Cette modification radicale est partiellement réalisée dans les régions sismiques autour de volcans actifs au Japon. Cette réponse sociale diminue donc a priori le coût de l'ajustement et annule pratiquement les dommages. Ce mode constitue par exemple des changements quant au mode d'occupation du sol ainsi qu'une relocalisation des populations menacées. Lorsque la planification urbaine préventive à long terme est relayée par l'action communautaire, cette dernière s'avère très efficace. (Thouret et D'Ercole, 1996)

Pour ce qui est de l'indicateur de la réponse sociale, voici une illustration des différents types de réponses des groupes sociaux, à court terme, face à l'impact direct et indirect du sinistre (figure 9).

Figure 9 : Type de réponses des groupes sociaux



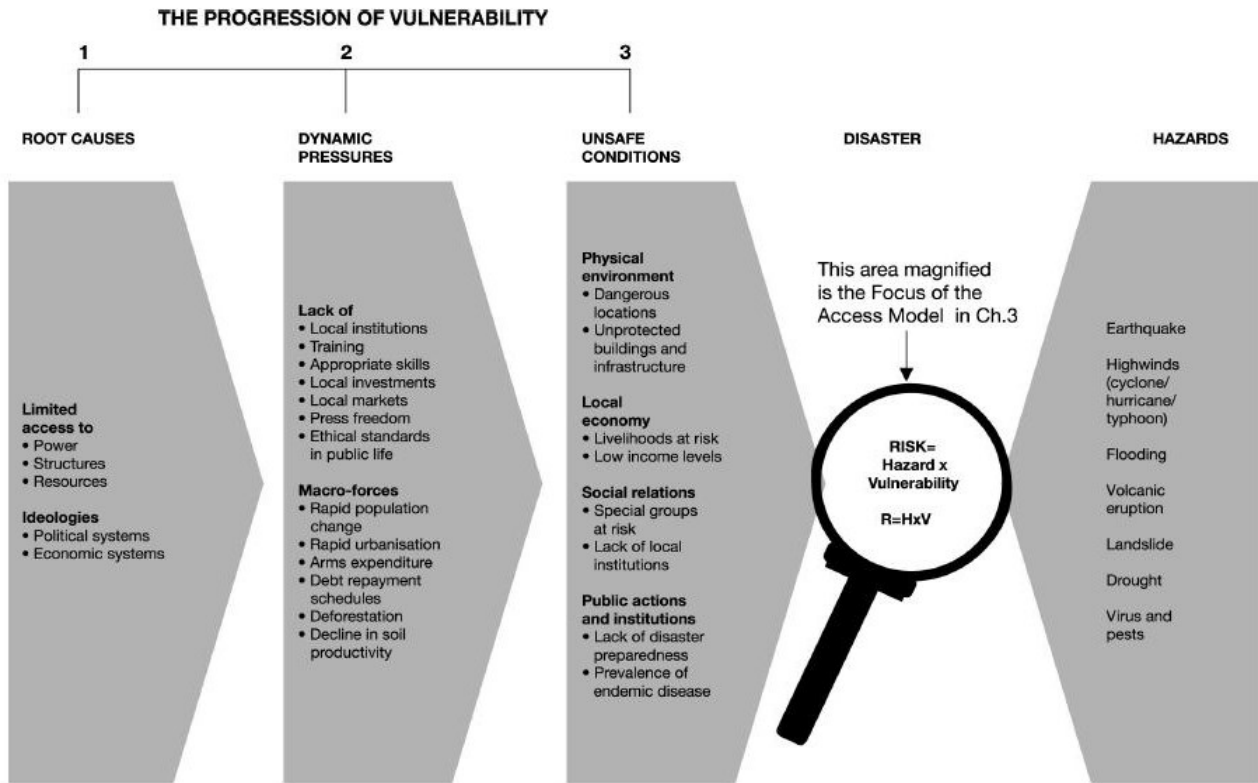
Source : Thouret et D'Ercole (1996, tableau 1).

Qu'il s'agisse de modes de comportements ou de seuils socioculturels, ceux-ci ne sont pas figés, car les réponses sociales sont variables dans le temps, y compris durant la crise, et dans l'espace, par exemple dans une société citadine contrastée, segmentée et sinistrée. Les différentes réponses sociales enregistrées sont liées à des facteurs structurels et sociaux. (Thouret et D'Ercole, 1996). « La réponse sociale à la crise dépend aussi du type de société et varie au sein d'une société au même moment. D'une part, les réponses des sociétés modernes s'opposent à celles des sociétés moins développées (CHESTER, 1993). » (Thouret et D'Ercole, 1996, p. 418)

2.6.3 Disaster Pressure and Release Model (PAR)

Afin de dresser un portrait du risque en lien avec une analyse de la vulnérabilité pour un désastre spécifique, le *Pressure and Release Model* (PAR) de Wisner et al. (2004) présente de façon schématique la vulnérabilité à différentes échelles en lien avec l'aléa et conséquemment avec le désastre à venir (figure 10). Ce modèle repose sur l'idée qu'afin d'étudier un désastre, nous devons tracer les connections qui lient l'impact de l'aléa sur une population avec une série de facteurs sociaux et de processus qui génèrent la vulnérabilité. « Their vulnerability is rooted in social processes and underlying causes which may ultimately be quite remote from the disaster event itself. » (Wisner et al., 2004, p. 50)

Figure 10 : Pressure and Release (PAR) model: the progression of vulnerability



Source : Wisner et al., 2004, p. 51

The basis for the PAR idea is that a disaster is the intersection of two opposing forces: those processes generating vulnerability on one side, and the natural hazard event (or sometimes a slowly unfolding natural process) on the other. The image resembles a nutcracker, with increasing pressure on people arising from either side – from their vulnerability and from the impact (and severity) of the hazard for those people. The ‘release’ idea is incorporated to conceptualize the reduction of disaster: to relieve the pressure, vulnerability has to be reduced. (Wisner et al., 2004, p. 50)

L’analyse de la vulnérabilité a trois types de liens qui relient le désastre à des processus qui sont parfois indirectement reliés à la population ciblée par ce désastre. Le plus distant de ces liens étant les causes d'origine (root causes), puis les pressions dynamiques (dynamic pressures) et finalement les conditions non sécuritaires (unsafe conditions). La figure 10 nous présente ces liens ainsi que des indicateurs reliés pour chacune des catégories.

Les causes d'origine (root causes) les plus importantes, qui donnent lieu à la vulnérabilité et qui la reproduisent au fil du temps sont les processus économiques, démographiques et politiques. Ces derniers affectent l'allocation ainsi que la distribution des ressources parmi les différents groupes de la société en question (Wisner et al., 2004). « They are a function of economic, social, and political structures, and also legal definitions and enforcement of rights, gender relations and other elements of the ideological order. » (Wisner et al., 2004, p. 52).

Les pressions dynamiques (dynamic pressures) sont des processus et des activités qui « traduisent » les effets (conséquences) des causes d'origine de façon temporelle et spatiale, en des conditions non sécuritaires. Ces pressions dynamiques incluent les épidémies, l'urbanisation rapide, les guerres et conflits violents, la dette étrangère ainsi que certains programmes d'ajustement structurel.

Les conditions non sécuritaires sont la forme spécifique par laquelle la vulnérabilité d'une population est exprimée selon une échelle de temps et d'espace en lien avec l'aléa. Par exemple, les populations forcées à vivre dans des lieux à risque (dangereux), l'incapacité de se payer un bâtiment sécuritaire, le manque de protection efficace de la part de l'état (ex. codes du bâtiment respectés (ou même existants)), l'obligation de s'engager dans des moyens de subsistances dangereux, etc.

Also, unsafe conditions are dependent upon the initial level of well-being of the people, and how this level varies between regions, micro-regions, households and individuals. It is important to consider the pattern of access to tangible resources (e.g. cash, shelter, food stocks, agricultural equipment) and intangible resources (networks of support, knowledge regarding survival and sources of assistance, morale and the ability to function in a crisis) (Cannon 2000a). (Wisner et al., 2004, p. 55)

L'aspect « release » du modèle PAR émane lors du constat qu'afin de relâcher la pression qui cause les désastres, la chaîne entière de causation doit être adressée et ce, jusqu'aux causes d'origine (root causes), et non seulement les causes ou éléments déclencheurs du désastre en soit ou les conditions non sécuritaires (unsafe conditions) de la vulnérabilité.

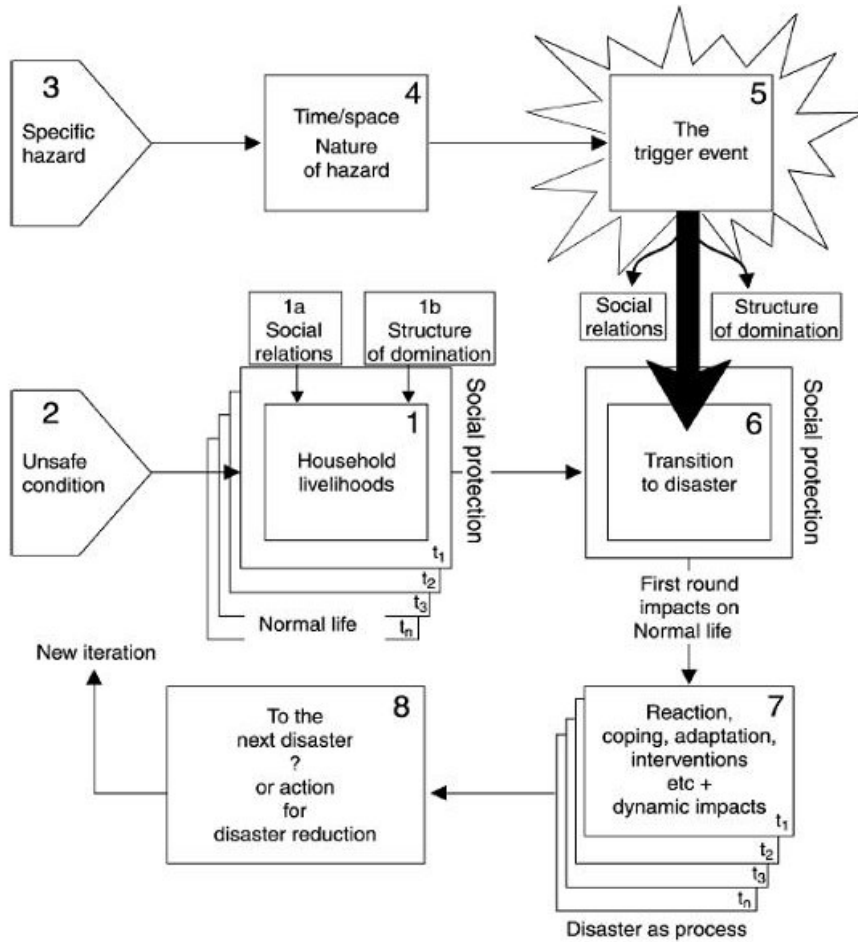
2.6.4 Access to Ressource Model

Afin de compléter le modèle PAR qui ne permet pas d'offrir une analyse détaillée de la précise interaction entre l'environnement et la société au « point de pression » (pressure point), au moment et à l'endroit où se déroule le désastre, Wisner et al. (2004) présentent conjointement le modèle d'accès (Access model) qui met l'accent sur les détails précis de ce qui se passe au point de pression (pressure point) entre le phénomène naturel et les processus sociaux à long terme (d'où la métaphore de la loupe dans le modèle PAR qui vise à expliquer au niveau micro la mise en place et la trajectoire de la vulnérabilité ainsi que sa variation entre les individus et les ménages). L'idée est donc de montrer comment la vie normale devient anormale, et comment et quand les disjonctions entre le normal et l'exceptionnel ont lieu. Le modèle d'accès (Access model) traite de la quantité « d'accès » qu'ont les personnes à leurs capacités, leurs actifs, et leurs moyens de subsistance qui leur permettront ou non de réduire leur vulnérabilité et d'éviter le désastre.

Bien que le modèle PAR et le *Access model* peuvent sembler trop généraux pour certains types de désastres naturels, ils étalent les caractéristiques communes qui génèrent la vulnérabilité. Ces modèles traitent des répercussions que l'évènement déclencheur et le déroulement du désastre ont, ainsi que les diverses réponses des différents acteurs tant au niveau local, national ou international. « It deals with the impact of a disaster as it unfolds, the role and agency of people involved, what the impacts are on them, how they cope, develop recovery strategies and interact with other actors (e.g. humanitarian aid agencies, the police, the landlord and so on). » (Wisner et al., 2004, p. 88).

En fait, le *Access model* évite l'analyse du désastre en silo (à l'écart du système social), il met plutôt l'emphase sur la façon dont les conditions non sécuritaires (unsafe conditions) surgissent en lien avec les processus économique et politique qui allouent des avoirs, revenus et autres ressources dans une société (figure 11).

Figure 11 : Schéma représentant les grandes lignes du Access model

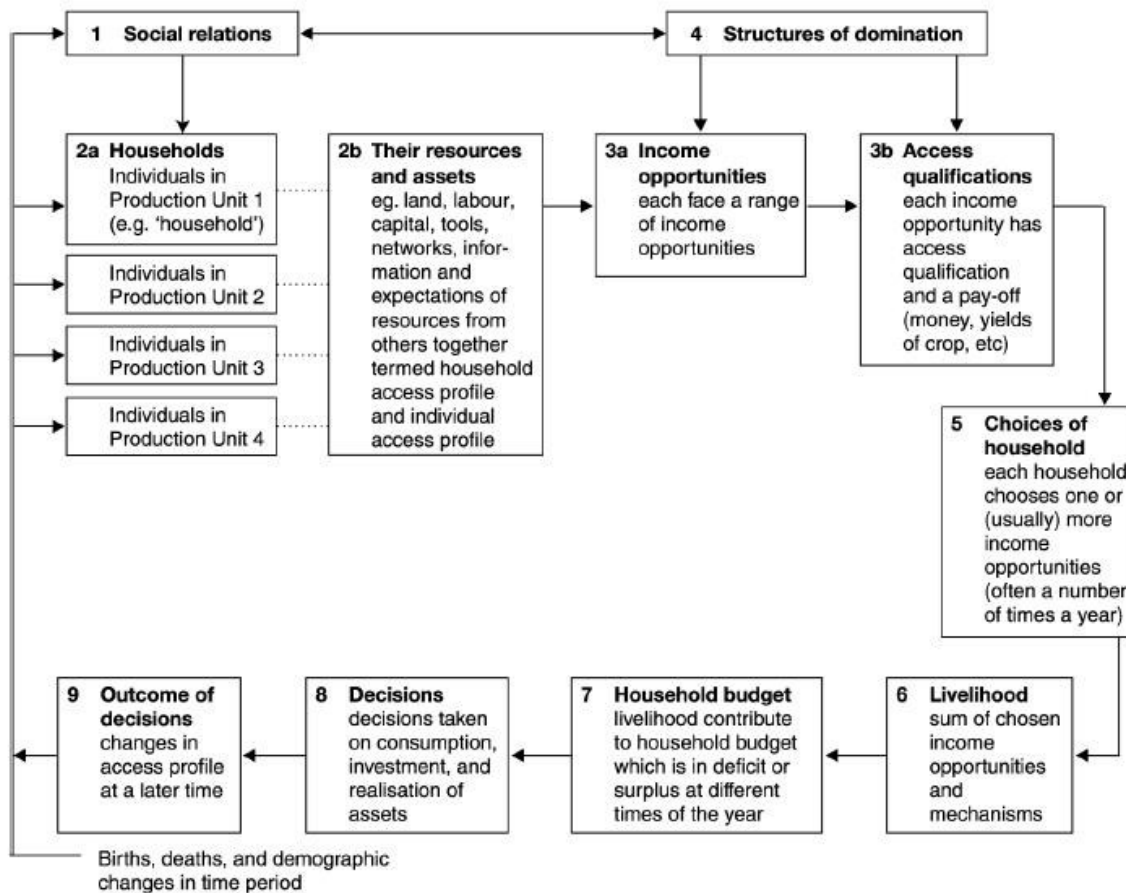


Source : Wisner et al., 2004, p. 89

Le schéma de la figure 12, quant à lui, représente l'accès aux ressources (Access to resources: 'normal life'). Il analyse de façon plus détaillée les moyens de subsistances d'un ménage (Household livelihoods) selon les relations sociales et les structures de domination (icone 1 dans la figure 11).

Dans une optique similaire à celle des théories présentées pour l'analyse de la vulnérabilité d'une société, la figure 12 schématise bien la complexité de la vulnérabilité des populations et de ce fait comment plusieurs aspects sociaux influent sur la vulnérabilité d'un ménage face au risque. La notion de la vulnérabilité comme un système à plusieurs facteurs y est encore reflété.

Figure 12 : Accès aux ressources (Access to resources: 'normal life')



Source : Wisner et al., 2004, p. 99

Le tableau 7 nous présente les périodes de temps où l'on observe normalement du changement à la suite de la catastrophe pour les composantes du modèle d'accès (Access model) ainsi que des exemples.

Tableau 7 : Période de temps pour les composantes du modèle d'accès (Access model)

<i>Component of the access framework</i>	<i>Typical time period of change after disaster</i>	<i>Examples</i>
Class relations	Months or years	Nicaragua (1972) Portugal (1755) Ethiopia (1974)
Change in political regime		
Household access profile	Sudden, immediate impact	Loss of life and house
	Weeks	Sale of livestock, jewellery
	Weeks or months	Other assets sold
Income opportunities	Sudden if urban employment is disrupted	Rural employment collapses due to drought, flood
	Usually over months	Taboo foods accepted
Household budget	Immediate impact in sudden-onset hazards	Cuts in consumption; reallocation by age, gender
	Months	Food price rises and famine
Structures of domination	Immediate impact in sudden disasters	Sharecroppers refuse to give up landlords' share
	Months or years, with episodic food shortages and high prices	Famine

(Wisner et al., 2004, p. 108)

2.6.5 Autres indicateurs

Nous incluons ci-dessous deux tableaux (tableaux 8 et 9) présentés par Schneiderbauer et Ehrlich (2006), afin de diriger certains indicateurs qui seront utilisés lors de l'ensemble de cette recherche. Le tableau 8 présente une multitude de paramètres (pouvant s'appliquer, peu importe l'aléa) et de potentiels indicateurs de la vulnérabilité à différents niveaux sociaux.

Tableau 8 : Paramètres sociaux et indicateurs

Table 3.2 Selected hazard-independent parameters and potential indicators for vulnerability at different 'social levels'

Social levels	Parameters	Indicators
Individual and household	Age	Average age
	Income	GDP per capita
	Health/disability	Malnutrition of children <5
	Education	Life expectancy
	Subsistence economy in primary sector	HIV/AIDS infection rate
	Savings	Illiteracy rate
	Individual and family related insurance	Productivity per capita (primary sector)
	Neighbourhood network	Number of mobile phones, TVs, radios/per capita
	Access to information	Traffic infrastructure/road network
	Infrastructure/accessibility	Density of rural population
Administrative community	Presence and quality of civil protection, incl. early warning/emergency plans/ disaster management capacities	Level of urbanisation
	Disaster preparedness	Level of corruption
	Degree of autonomy/participation in decision making procedures and access to resources	
	Regulatory environment	Type of government/number of signed international agreements
	Armed conflicts with involvement of national government	Number and intensity of conflicts
	Population structure	Number of IDPs (internally displaced people) and refugees
Country	Economic system	Fertility rate
	Economic dependency	Sex ratio
	Infrastructure/services	Age average
	National disaster planning	Trading activities – rate of GDP
	Forecast and early warning system	External aid as ratio of GNI
	Emergency management system and capacities	Contribution of primary sector to GDP
		Remittances from abroad
		Urban population growth
		Transportation and communication network
		Number of missing values of important indicators
		Climate records and their long-term changes
		Number and intensity of regional conflicts
		Political discrimination of ethnic groups
	Economic disadvantages of ethnic groups	
	Cultural restrictions of ethnic groups	
	Intra- and intercommunal conflicts and their intensity	
	GDI	
Region	Climate	Climate records and their long-term changes
Cultural community	Regional political stability	Number and intensity of regional conflicts
	Status of community	Political discrimination of ethnic groups
	Armed conflicts with involvement of the community	Economic disadvantages of ethnic groups
	Gender inequality	Cultural restrictions of ethnic groups
	Perception of risk and approach towards emergencies (cultural beliefs)	Intra- and intercommunal conflicts and their intensity
	Coping strategies (incl. farming methods and land tenure systems)	GDI

Source : Schneiderbauer et Ehrlich, 2006, pp. 88-89

Le tableau 9 catégorise ces indicateurs selon leur degré d'importance par type d'aléa.

Tableau 9 : Sélection de paramètres et indicateurs en fonction du niveau social et de l'aléa

Table 3.3 Selected hazard-dependent parameters and potential indicators for vulnerability at different "social levels"

Social levels	Parameters	Indicators	Ea	Vo	Cy	Fl	Dr	Ep	SD	RS	
Individual and household	Quality and age of building	Building construction date combined with law enforcement considering earthquake safety									
		Main building material							X	X	
		Urban growth								X	X
	Size/height of building	Number of floors									X
		Number of families/residential building									
	Location of dwelling	Terrain information (for example slope gradient)								X	X
		Altitude (relating to sea level or local watersheds)								X	
	Hygiene	Access to drinking water									
		Quality of sewage system									
Administrative community	Preparedness for floods	Dams							X	X	
		Legal regulations relating to floods									
	Preparedness for earthquakes	Percentage of earthquake resistant built houses									
		Law considering earthquake resistant buildings									
	Local environmental degradation	Soil degradation/soil sealing							X	X	
		Erosion								X	
	Constraints for agricultural use	Soil, terrain, climate conditions regarding agricultural activities							X	X	
Country	Countrywide and regional environmental degradation	Deforestation rate							X	X	
	Vaccination	Number of people vaccinated									
		Legal regulations for vaccinations									
Region	Sufferance from climate change	Significant change of measurable climate characteristics							X		
	Land use	Land cover							X	X	
	Relief	Slope/Elevation							X	X	
Cultural community	Preparedness for droughts	Adaptation of land use methods according to climate conditions (culture of certain crops, sustainable use of resources)									
	Customs of sexual behaviour	Prevalence of protected sexual intercourse practices									
		Contraception methods									

Ea = earthquakes, Vo = volcanoes, Cy = cyclones, Fl = floods, Dr = droughts, Ep = epidemics
SD = Spatial data, RS = Remote sensing data

□ No or very low importance ▒ Low to medium importance ■ High importance x Data available
Source: Authors.

Source : Schneiderbauer et Ehrlich, 2006, pp.90-91

Il est impératif que nous rappelions que les paramètres sociaux analysés lors de ce projet de recherche furent guidés par l'accessibilité de données statistiques fournies par les instances omanaises, ainsi que par les données recueillies par le chercheur.

Parmi les indicateurs présentés dans le tableau 9, voici certains des indicateurs qui seront analysés lors de ce mémoire sur la vulnérabilité face au risque cyclonique (présenté sans aucun ordre particulier) :

A l'échelle locale, les quartiers Al-Ghubra et Al-Azaiba :

- Croissance urbaine
 - La croissance démographique en milieu urbain, l'exode rural, etc.
- Zonage
 - Secteur résidentiel, commercial ou à usage mixte dans les zones inondables, etc.
- Qualité du bâti
 - Nous utilisons ici des indicateurs tels que la date de la construction du bâtiment, les dommages subis à la suite de l'impact avec l'aléa, etc.

A l'échelle régionale et nationale du gouvernorat de Mascate :

- Qualité des différents barrages
- Réseaux d'oueds
- Géographie du secteur étudié
 - La topographie du site étudié (pente, élévation, etc.), végétation, etc.
- Typologie du sol
- Changements climatiques
 - Impact significatif et mesurable des caractéristiques climatiques
 - Augmentation de la fréquence et de l'intensité des cyclones tropicaux

Nous avons utilisé les systèmes d'informations géographiques (SIG) dans le but d'analyser certains indicateurs et d'ainsi générer des analyses plus approfondies (ex. modélisation des zones résidentielles touchées par d'éventuelles inondations).

Chapitre 3 : Cadre analytique

Chapitre 3 : Cadre analytique

Dans cette partie, nous présenterons les différentes méthodes analytiques choisies pour ce mémoire. Cette citation de Thouret et D'Ercole reflète bien l'approche qui guidera une partie de la collecte de données : « L'analyse des facteurs de vulnérabilité donne le moyen de prévoir l'amplitude des préjudices potentiels, car elle fournit une mesure quantitative de l'exposition des éléments et une mesure qualitative de la capacité de réponse d'un individu ou d'un groupe exposé à un sinistre. » (1996, p. 408).

Nous exposons ci-dessous les objectifs et les liens avec la problématique du mémoire de maîtrise des différents outils méthodologiques choisis, ces mêmes outils méthodologiques seront décrits explicitement dans la section 3.2.

1- Observation documentaire

- Étudier la variabilité des différents points de vue exprimés par les experts qui mènerait à une validation du phénomène étudié, permettre une collecte de données quantitative et qualitative exhaustive en plus d'offrir une compréhension détaillée du contexte dans lequel la recherche a lieu.
- Colliger les informations et données qui mèneront à une étude descriptive et évaluative de la vulnérabilité du wilayat Bawshar face au risque cyclonique. Nous exposerons ainsi les différentes recommandations des experts ayant étudiés le sujet, ce qui permettra au mémoire d'identifier les diverses facettes de la vulnérabilité, ainsi que de promouvoir la prévention et l'adaptation face aux risques.
- L'analyse documentaire sera la source primordiale d'information afin d'étudier la problématique de l'aléa cyclonique dans une optique de changement climatique et ce, spécifiquement dans le contexte en Oman (c'est-à-dire les changements océanographiques et atmosphériques affectant le pays).

- Plusieurs facteurs institutionnels ayant participé à la diminution de la vulnérabilité de la population étudiée furent identifiés grâce à cet outil méthodologique.

2- Observation directe

- Permettre une collecte de certaines données des facteurs de la vulnérabilité sur le terrain d'étude qui autrement ne serait pas possible à l'aide des autres outils méthodologiques.
- Offrir une analyse qualitative et descriptive de la situation pour un terrain spécifique dans un contexte temporel précis (même si, en grande partie, l'analyse est qualitative des éléments quantitatifs peuvent aussi y être recueillis). Le chercheur devient témoin de la situation et des habitants qui font face à cette vulnérabilité cyclonique.

3- Entrevue semi-dirigée

- Par l'entremise d'entretiens avec différents acteurs directement ou indirectement liés à la problématique de la vulnérabilité cyclonique, cet outil méthodologique nous permet de colliger des données qui, en raison du contexte spécifique de notre terrain d'étude, ne seraient normalement pas disponibles à l'aide des autres outils et ce, surtout à cause du fait que certains acteurs interviewés peuvent garder l'anonymat.
- Grâce à cette méthode nous pouvons comprendre de manière plus détaillées certains facteurs de la vulnérabilité cyclonique, par exemple les rouages institutionnels du terrain d'étude et la vulnérabilité qui en résulte. Plusieurs acteurs nous ont fait part de leur analyse de différentes problématique concernant l'ensemble de la ville de Mascate tel que l'étalement urbain, l'urbanisation de zones à risques, l'explosion démographique, etc.

4- Sondage

- Étudier quantitativement l'endommagement subi par les résidents des quartiers les plus touchés du wilayat Bawshar à la suite du passage du cyclone Gonu. Cette méthode nous permet d'effectuer une analyse détaillée et spécifique de l'endommagement.
- Analyser la vulnérabilité sociale et physique de la population de notre zone d'étude. Cet outil nous offre un portrait détaillé de l'endommagement subi, des facteurs sociodémographiques, des facteurs techniques ainsi que d'autres éléments à caractères sociaux en lien avec la vulnérabilité face au risque cyclonique. Cela nous permet également d'évaluer certains aspects liés à la résilience des résidents ayant participé au sondage.

5- Données statistiques et géo-spatiales

- Les banques de données recueillies ont principalement été utilisées dans le but d'obtenir des informations statistiques et géo-spatiales de la population affectée, notamment pour l'analyse de la vulnérabilité sociale et physique. Une grande partie des informations quantifiables ont été recueillies par ces méthodes.
- Dans le but d'identifier l'emplacement géographique des populations à risques, cette méthode permet de fournir une multitude de variables afin de parfaire cette analyse et de la rendre plus caractéristique au contexte de notre terrain d'étude. L'analyse qui en dérive offre aux autorités concernées diverses priorités d'actions.

3.1 Étude de cas

L'étude de cas est « une approche méthodologique qui consiste à étudier une personne, une communauté, une organisation ou une société individuelle. [...] L'étude de cas se penche sur une unité particulière quelconque. » (Roy, 2009, p. 200). Notre recherche a pour étude de cas l'analyse de la vulnérabilité du wilayat Bawshar face au risque cyclonique. Nous ferons ainsi appel à plusieurs méthodes qualitatives et quantitatives afin de colliger les données nécessaires pour

accomplir cette recherche. Selon le type de données requises, celles-ci seront colligées à plusieurs échelles, soit au niveau des quartiers Al-Ghubra et Al-Azaiba, au niveau du wilayat Bawshar, au niveau du gouvernorat de Mascate (région métropolitaine), ou au niveau du Sultanat d'Oman (niveau national).

Étant donné le cadre théorique présenté, cette étude de cas se veut aussi une description exhaustive de nombreux aspects vulnérables ainsi qu'un constat analytique sur la situation au moment de la recherche du wilayat Bawshar face au risque cyclonique. La conjoncture académique dans laquelle cette recherche a été réalisée dicte de ce fait certains choix méthodologiques qui se soumettent aux limites financières et de temps et ce, dans le but d'assurer la faisabilité d'un tel projet à l'intérieur des limites qui sont imposées.

Même si l'étude de cas peut présenter des limites en ce qui a trait à la représentativité, elle permet toutefois une recherche exploratoire; il est ainsi possible de mieux comprendre de nouveaux phénomènes qui, sans études de cas et analyses qualitatives, seraient difficiles à mesurer (Roy, 2009). Bien que les théories présentées afin de mener le test empirique sur le cas de la vulnérabilité du wilayat Bawshar furent globalement modelées sur des cas ultérieurs d'analyses de risques dans des pays en voie de développement (Wisner et al., 2004; Chardon et Thouret, 1994; Chatelain et al., 1995; UNISDR, 2005), ces approches de la vulnérabilité s'adapteront au contexte omanais. Le Sultanat d'Oman est maintenant classifié comme un pays émergent, son développement, quoique constant, est très récent et ce dernier est toujours considéré comme un pays en développement par le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) (Klugman, 2010).

Dans le but d'approfondir l'analyse du cas étudié et des connaissances sur la problématique de la vulnérabilité cyclonique en Oman et ce, en assurant une quantité et une qualité adéquate des données nécessaires à la réalisation de ce mémoire, nous utiliserons diverses méthodes de collecte de données. Les méthodes suivantes seront utilisées : l'observation documentaire, l'observation directe, l'entrevue semi-dirigée, le sondage ainsi que l'analyse de différentes banques de données statistiques et géo-spatiales. À première vue, cette collecte d'information peut sembler démesurée, notamment dans notre contexte académique. Pour atteindre les objectifs mentionnés ci-haut, il est impératif d'employer plusieurs méthodes afin d'acquérir une multitude de sources d'informations.

Cette méthodologie nous permettra par conséquent d'évaluer et de dresser un portrait descriptif et évaluatif de la vulnérabilité du wilayat Bawshar face au risque cyclonique.

En Oman la majeure partie des décisions sont prises par les paliers supérieurs du gouvernement. Il se peut donc que l'accès à certaines informations soit laborieux et que les délais soient interminables; d'où l'importance de faire une triangulation des données afin de multiplier les sources et de garantir l'accès à l'information requise dans un délai respectable. « Cette triangulation des données permettra au chercheur de combler les lacunes ou biais de chacune des méthodes ou sources d'information dont il fera usage. » (Roy, 2009, p. 218).

3.2 Analyse de contenu

3.2.1 Observation documentaire

Plusieurs documents, tels que le plan quinquennal de développement du Sultanat d'Oman, le plan d'urgence du Sultanat d'Oman, ainsi que tous les autres documents administratifs traitant de l'aménagement, de l'urbanisme ou autres sujets en lien avec la problématique des risques, seront analysés afin d'en ressortir les données nécessaires. Outre ces documents, plusieurs publications scientifiques (tableau 10), sites Internet, documents de presse, rapports divers (produits par des firmes de consultants pour le compte de ministères ou d'agences gouvernementales), articles académiques ainsi que le documentaire *Oman : Un golfe dans la tempête* (Adamis Production, 2010) seront aussi étudiés.

Voici quelques-uns des articles académiques et leurs titres respectifs :

Tableau 10 : Articles académiques en lien avec la problématique du cyclone Gonu et des cyclones tropicaux dans une optique de changement climatique

Auteurs	Titres
Aisha Mufti Al-Qurashi (2010)	Flood Studies in Oman and the Difficulties in Using Rainfall-Runoff Analysis
Al-Maani Saif Suliman and Al-Zaabi Mohammed Nasser (2010)	Cyclone Disaster Management: A Case Study of MODES Experience with Cyclone Gonu
Andy Y. Kwarteng (2010)	Remote Sensing Imagery Assessment of Areas Severely Affected by Cyclone Gonu in Muscat, Sultanate of Oman
C. Blount, H.M. Fritz, A.H. M. Al-Harthy (2010)	Coastal Vulnerability Assessment Based on Historic Tropical Cyclones in the Arabian Sea
Hermann M. Fritz, Chris Blount, Fawzi B. Albusaisi, and Ahmed Hamoud Mohammed Al-Harthy (2010)	Cyclone Gonu Storm Surge in the Gulf of Oman
Juma Al-Maskari (2010)	How the National Forecasting Centre in Oman Dealt with Tropical Cyclone Gonu
Lotfy Kamal Azaz (2010)	Capabilities of Using Remote Sensing and GIS for Tropical Cyclones Forecasting, Monitoring, and Damage Assessment
Lotfy Kamal Azaz (2010)	Using remote sensing and GIS for damage assessment after flooding, the case of Muscat, Oman after Gonu tropical cyclone 2007: Urban planning perspective
Mokhtar Belqacem (2010)	Urban Sprawl and City Vulnerability: Where Does Muscat Stand?

Source : Articles académiques tirés du recueil de textes *Indian Ocean Tropical Cyclones and Climate Change* de Yassine Charabi (2010). Le recueil de textes fut publié en 2010 et est le fruit de plusieurs recherches menées à la suite de la conférence internationale Indian Ocean Tropical Cyclones and Climate Change (cocommanditée par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le gouvernement d'Oman) qui eut lieu du 8 au 11 mars 2009 à l'Université Sultan Qaboos en Oman.

3.2.2 Banques de données et représentation cartographique

L'utilisation d'indicateurs quantitatifs afin d'étudier la vulnérabilité du wilayat Bawshar face au risque cyclonique sera faite à la suite de l'accès à différentes banques de données statistiques ainsi que de banques de données géomatiques.

Le Remote Sensing and Geographical Information System Centre (centre de télédétection et de système d'information géographique) ainsi que le département de géographie de l'Université Sultan Qaboos à Mascate sont des sources d'information géomatiques essentielles à cette portion de l'analyse de la vulnérabilité face au risque cyclonique. Afin de mettre sur pied une base de données d'informations géographiques, ils travaillent conjointement avec plusieurs ministères et organisations gouvernementales (Ministry of Housing, Muscat Municipality, Ministry of Regional Municipalities and Water Resources, The Supreme Committee for Town Planning), quelques industries du secteur privé ainsi que d'autres institutions situées à l'extérieur d'Oman (comme l'Organisation météorologique mondiale (OMM)). L'accès aux données géomatiques a permis une analyse géo-spatiale de certains indicateurs de la vulnérabilité face à notre problématique tout en permettant de les cartographier.

Remote sensing which involves the use of satellite imagery continues to be an integral part of projects dealing with mineral and petroleum exploration, pollution detection, weather prediction, commercial fishing, rangeland monitoring, crop forecasting, urban development and management studies and many more. [...] The centre has collaborated with scientists at SQU in executing the following research projects since 2002:

- Assessment and modeling of the oil spill fate in the coastal region of Sultanate of Oman
- The use of GIS and remote sensing to monitor and analyze urban growth in the Greater Muscat
- Coastal erosion along Al Batinah
- Al Jabal Al Akhdar initiative-conservation and sustainable development in a fragile arid mountain ecosystem
- Bar Al Hikman Pleistocene to modern carbonate system
- Diamond potentiality in the kimberlitic of the Batain Nappes, Eastern Oman (Kwarteng dans le site web du Oman Daily Observer, 2010)

Comme plusieurs auteurs ayant utilisé les systèmes d'informations géographiques afin d'étudier la vulnérabilité (Chardon et Thouret 1994, Chatelain et al. 1995, Dauphiné et Provitolo s.d., Barczak, et Grivault, 2007), une analyse géo-spatiale du wilayat Bawshar à plusieurs échelles sera réalisée dans le but de recueillir l'information relative (spécifiquement en lien avec les aspects géographiques et conjoncturels du site), ainsi que de compléter plusieurs autres sources d'informations. L'utilisation de la géomatique s'avère essentielle dans ce genre d'étude, tant pour l'analyse réalisée que pour les cartes qui peuvent être produites par la suite. Il est donc possible de créer des cartes de vulnérabilité, outils permettant aux urbanistes d'identifier les zones urbaines les plus à risques.

Les banques de données statistiques (indicateurs socio-économiques, indicateurs démographiques, etc.) provenant de l'agence Oman Census (agence qui réalise le recensement national et qui œuvre au sein du ministère de l'Économie nationale) seront des outils essentiels à l'analyse sociale de la vulnérabilité du wilayat Bawshar. Ces données furent accessibles par le ministère en question et ce grâce à des documents tels que le Statistical Year Book (Sultanate of Oman Ministry of national economy, 2010).

3.2.3 Observation directe

Dans la mesure où notre étude de cas veut étudier la vulnérabilité du wilayat Bawshar face au risque cyclonique, une étude sur le terrain s'avère nécessaire pour réaliser la collecte d'une partie des données requises, et permettre une observation de la situation actuelle à la suite du passage des cyclones Gonu (juin 2007) et Phet (juin 2010). Pour Friedrich et Ludtke (1980), l'observation directe est « l'enregistrement des actions perceptibles dans leur contexte naturel », Peretz (1998) dira que « l'observation directe consiste à être le témoin des comportements sociaux d'individus ou de groupes dans les lieux mêmes de leurs activités ou de leurs résidences, sans en modifier le déroulement ordinaire » (dans Laperrière, 2009, p. 316). Lors du séjour en Oman, des « voyages d'études » ont été réalisés dans les différents quartiers du wilayat Bawshar afin de permettre cette collecte de données, souvent plus qualitative, grâce à une observation directe du site et des aspects entourant sa vulnérabilité face au risque cyclonique. L'observation directe a pour but de colliger

les données qui ne seront pas accessibles ou ne seront tout simplement pas disponibles par l'entremise des autres méthodes de collectes de données.

3.2.4 Entrevue semi-dirigée

L'entrevue semi-dirigée consiste en une interaction verbale animée de façon souple par le chercheur. Celui-ci se laissera guider par le rythme et le contenu unique de l'échange dans le but d'aborder, sur un mode qui ressemble à celui de la conversation, les thèmes généraux qu'il souhaite explorer avec le participant à la recherche. Grâce à cette interaction, une compréhension riche du phénomène à l'étude sera construite conjointement avec l'interviewé. (Savoie-Zajc, 2009, p. 340)

En établissant un contact étroit avec les interviewés, tout en établissant une relation de qualité, le chercheur développe ainsi, grâce aux entrevues réalisées, une riche compréhension du phénomène (Savoie-Zajc, 2009). Ces entrevues semi-dirigées seront réalisées avec des acteurs, preneurs de décisions, certains résidents choisis de façon aléatoire lors des voyages d'études sur le terrain, ainsi que plusieurs spécialistes, chercheurs et connaisseurs directement ou indirectement liés à la problématique de la vulnérabilité face au risque cyclonique.

Voici une liste (non exhaustive) des personnes qui furent interviewées lors de cette recherche. Pour des raisons de confidentialité, certains interviewés ont demandé à ce que l'on conserve leur anonymat.

- Acteurs au sein du *Directorate General of Meteorology and Air Navigation*
- Dr. Juma Al-Maskari du *Directorate General of Meteorology and Air Navigation* et qui siège aussi au sein du *National Committee For Civil Defence*
- Dr. Andy Kwarteng du *Remote Sensing and Geographical Information System Centre* de l'Université Sultan Qaboos
- Colonel Hassan Said Al-Balushi de la Garde côtière
- Ibrahim Bin Ahmed Al-Ajmi, Directeur général des affaires climatiques au sein du *Ministry of Environment and Climate Affairs*
- Dr. Yassin Cherabi du département de géographie de l'Université Sultan Qaboos
- Dr. Adnan Al-Azri du département des sciences marines de l'Université Sultan Qaboos
- Ahmed Taqi de l'Oman Gas Company

- Consultants au sein de compagnies privées ayant offert de l'expertise en lien avec la problématique ainsi que les solutions pouvant réduire la vulnérabilité face au risque cyclonique.

Le *Directorate General of Meteorology and Air Navigation* est un acteur clé dans la collecte de données sur la vulnérabilité cyclonique. C'est en fait l'agence qui émet, entre autres, les alertes de tempêtes tropicales ainsi que de cyclones tropicaux. Nous avons aussi décidé d'interviewer certains chercheurs de l'Université Sultan Qaboos (Dr. Kwarteng, Dr. Cherabi et Dr. Al-Azri) qui se sont penchés sur la question du cyclone Gonu en lien avec leur domaine de recherche. Quant à la garde côtière, elle joua un rôle primordial dans la gestion des secours post-catastrophe en déployant des effectifs sur le terrain. Les autres acteurs nous ont permis de colliger une variété d'information quant aux différentes mesures déployées lors de la préparation, de la réduction et de la mitigation face au risque cyclonique.

3.2.5 Sondage

Blais et Durand (2009) définissent le sondage comme « [...] un instrument de collecte et de mise en forme de l'information, fondé sur l'observation de réponses à un ensemble de questions posées à un échantillon d'une population. » (p. 446). Le sondage est aussi polyvalent et flexible. Ce dernier permet de saisir toutes sortes de phénomènes (Blais et Durand, 2009). La recherche portant sur la vulnérabilité du wilayat Bawshar face au risque cyclonique, qui sont les mieux placés que les résidents de ce quartier pour évaluer leur vulnérabilité ?

En sondant cette population à l'aide de questionnaires remis aléatoirement à des ménages résidant dans les quartiers Al-Ghubra Nord et Al-Azaiba Nord du wilayat Bawshar (secteurs les plus durement affectés par le cyclone Gonu), nous pouvons prendre le « pouls » de cette population à la suite du passage du cyclone Gonu ainsi que par rapport à sa situation actuelle. Le sondage répond donc à l'analyse de cette vulnérabilité selon une échelle temporelle et spatiale (les résidents des quartiers Al-Ghubra et Al-Azaiba à la suite du passage du cyclone Gonu). À partir de notre population, qui est représentée par les résidents des quartiers Al-Ghubra et Al-Azaiba, nous avons sondé 30 foyers. Ces ménages furent choisis au hasard en utilisant le logiciel d'analyse statistique

SPSS, dans le but d'éviter une distorsion statistique qui invaliderait les résultats. Nous avons distribué 45 questionnaires afin d'assurer le taux de réponse de 30 foyers. Le répondant était le ou la chef de ménage désirant répondre. Le questionnaire tentera de dresser un portrait selon les aspects suivants :

- Endommagement post-cyclone
- Vulnérabilité physique
- Vulnérabilité sociale

Cette méthode de recherche s'inscrit, comme celles présentées ci-haut, comme un moyen de collecte de données qui multipliera nos sources d'informations et ce, dans une optique d'augmenter la quantité et la qualité des données recueillies ainsi que la faisabilité du projet de recherche. Ce sondage pourra notamment compléter l'utilisation de certains indicateurs statistiques qui ne seraient pas disponibles avec l'usage de banques de données statistiques.

Une des raisons pour laquelle nous avons décidé de doter le sondage d'une dimension aléatoire, quant à la sélection des répondants et conséquemment des territoires (à l'intérieur même des quartiers Al-Ghubra et Al-Azaiba), est dû au fait que même si ces participants habitaient les quartiers les plus durement touchés lors du passage du cyclone Gonu, chacun d'eux fut affecté à différents niveaux. En omettant d'utiliser une méthode de sélection aléatoire, les données colligées auraient pu représenter de manière significative une population de ces quartiers ayant été moins affectées par le cyclone, ou plus affectées par le cyclone que d'autres.

Dans une optique où ces résultats statistiques ainsi que l'analyse effectuée pourraient être étudiés par d'autres chercheurs en Oman et par les autorités concernées, il était important d'offrir un portrait représentatif et global de l'endommagement post-cyclone, de la vulnérabilité physique et de la vulnérabilité sociale des résidents des deux quartiers étudiés.

3.2.6 Traitement des données recueillies

Les facteurs de vulnérabilité géographiques et conjoncturels pouvant être identifiés et analysés de manière géospatiale furent analysés en utilisant la géomatique par l'entremise du logiciel Arc GIS

de la compagnie ESRI et ce, en utilisant les banques de données fournies par l'Université Sultan Qaboos.

Afin de traiter les données statistiques, nous avons utilisé la méthodologie mise de l'avant par Cutter et al. (2003) avec le *Social Vulnerability Index*. En reconnaissant que les populations vulnérables ne sont pas soumises aux mêmes niveaux d'exposition face aux aléas et en développant de concert des plans d'urgence basés sur la localisation de ses populations, nous pouvons conséquemment améliorer la gestion post-catastrophe. Le concept de la vulnérabilité sociale veut identifier les populations sensibles, qui seront moins aptes à répondre, à faire face et à se remettre à la suite d'une catastrophe. La vulnérabilité sociale est complexe et dynamique, changeant dans l'espace et dans le temps. (Cutter et Finch, 2008)

Initialement utilisé dans le but de mesurer la vulnérabilité sociale des comtés américains face aux risques environnementaux, cet index offre une mesure comparative qui permet l'évaluation de différents indicateurs sociaux qui influencent la vulnérabilité d'un endroit spécifique. Logiquement, n'ayant pas accès aux mêmes types de données fournies par le *US Census Bureau*, nous avons actualisé l'analyse au contexte omanais. La mesure de la vulnérabilité sociale pour les indicateurs choisis et une analyse à plusieurs échelles (au niveau des quartiers recensés, du wilayat Bawshar, du gouvernorat de Mascate, ainsi qu'à l'échelle nationale) seront effectuées de manière qualitative lorsqu'une analyse quantitative n'est pas disponible. Pour ce qui est des indicateurs statistiques permettant une analyse quantitative, celle-ci sera réalisée de manière descriptive et comparative. Le type d'analyse tel que réalisé par Cutter et al. (2003) et Cutter et Finch (2008), en utilisant le calcul de l'écart-type dans le but de quantifier le niveau de vulnérabilité sociale, ne pourra pas être réalisé dû à un manque d'accès aux données requises.

Voici certains paramètres pouvant guider le choix d'indicateurs à utiliser dans le but de dresser un portrait de la vulnérabilité sociale face aux risques environnementaux :

- Socio-économique
- Sexe
- Race et ethnicité
- Âge
- Développement commercial et industriel
- Perte d'emploi

- Urbanisation, exode rural
 - Parc immobilier résidentiel
 - Infrastructures et leur durée de vie
 - Accès à la propriété
 - Professions
 - Structure familiale
 - Éducation
 - Croissance démographique
 - Services médicaux
 - Dépendance sociale
 - Populations à besoins spéciaux
- (Cutter et al., 2003)

Cutter et al. (2003) ont donc développé des indicateurs permettant d'évaluer la vulnérabilité sociale des sociétés (voir annexe 4 pour la liste complète). Dans le cas de notre recherche et dans le but d'établir une méthode d'analyse de la vulnérabilité sociale adaptée au cas du gouvernorat de Mascate nous avons été guidés par les paramètres présentés ci-haut et certains des indicateurs exposés ci-dessous et les avons adaptés au contexte spécifique de notre terrain d'étude.

Dans le chapitre 4, sous la section vulnérabilité sociale nous présenterons certains de ses indicateurs ainsi que les résultats obtenus (quantitatifs et qualitatifs) et l'analyse que nous pouvons en tirer en lien avec notre problématique. Dans le but d'éviter les répétitions, les raisons précises pour lesquelles ces indicateurs furent choisis (description des concepts) ainsi que pour les détails sur leur adaptation à notre terrain d'étude, référez-vous à la section de la vulnérabilité sociale du chapitre 4 ainsi qu'à la section 4.2.5 où nous avons adapté le *Social Vulnerability Concepts and Metrics* de Cutter et al. (2003) à notre zone d'étude et au gouvernorat de Mascate, nous permettant ainsi d'effectuer une description plus explicite de la façon selon laquelle ces indicateurs influencent la vulnérabilité d'une population.

Sont présentés ci-dessous certains des indicateurs de Cutter et al. (2003) ayant pu être adaptés aux conditions de notre recherche et classés thématiquement selon les concepts représentés :

Concept : statut socioéconomique, perte d'emploi, occupation, dépendance sociale

- Per capita income (in dollars)
- Median dollar value of owner-occupied housing
- Percent of civilian labor force unemployed

- Percent of the population participating in the labor force
- Average number of people per household
- Percent of households earning more than \$75,000
- Percent living in poverty
- Percent employed in primary extractive industries (farming, fishing, mining, and forestry)
- Percent employed in service occupations

Concept : démographie

- Percent population change
- Percent urban population

Concept : race et ethnicité (les minorités ethniques en Oman sont généralement plus vulnérables à cause de leur situation économique précaire)

- Percent African American
- Percent Native American
- Percent Asian
- Percent Hispanic

Concept : âge et structure familiale (population dépendante)

- Percent of population under five years old
- Percent of population over 65 years

Concept : locataires

- Percent renter-occupied housing units

Concept : éducation

- Percent of population 25 years or older with no high school diploma

Concept : genre

- Percent females
- Percent female-headed households, no spouse present
- Percent females participating in civilian labor force

Logiquement, l'étude de la vulnérabilité sera complétée par l'analyse qualitative des facteurs non quantifiables afin de dresser un bilan global de la vulnérabilité du wilayat Bawshar face au risque cyclonique et, de ce fait, vérifier la transférabilité des approches de la vulnérabilité présentées dans le cadre. Il est important de rappeler que certains critères, tels que mentionnés dans le cadre théorique et analytique, seront traités à différentes échelles, spatiale et temporelle.

Dans le but de dresser un portrait représentatif de la vulnérabilité face au risque cyclonique du wilayat Bawshar, mais aussi avec l'optique que cette méthodologie puisse être assez générale de

sorte à être répétée pour d'autres régions en Oman, il était important d'avoir un apport d'information quantitative, mais aussi qualitative. Nous estimons que le cadre analytique développé dans ce mémoire, bien que spécifique au cas du wilayat Bawshar, peut facilement être utilisé pour l'analyse de la vulnérabilité d'autres populations omanaises faisant face à divers aléas environnementaux.

L'apport de l'analyse de données qualitatives sera très important lors de ce projet de recherche. Tel que présenté dans la section du cadre théorique, plusieurs facteurs seront colligés de manière qualitative afin d'analyser la vulnérabilité comme un ensemble de plusieurs facteurs.

Certains aspects sociaux comme les inégalités, la marginalisation, le traitement reçu par les compagnies d'assurance, la qualité du logement et autres seront plus descriptifs et parfois non mesurables de façon quantitative. Même si certaines variables ou facteurs peuvent être mesurés, l'étude qualitative peut parfois précéder leur étude quantitative. Par exemple, plusieurs facteurs socioéconomiques quantitatifs présentés dans la section précédente sont utilisés afin d'analyser la résilience d'une société à la suite d'une catastrophe. Toutefois une analyse qualitative de la résilience de cette même société peut être effectuée lors de la collecte de données. Les résidents ayant subi les conséquences du cyclone Gonu peuvent donc être appelés à décrire leur expérience post-catastrophe et des aspects tels que la période transitaire entre l'impact avec l'aléa et le retour à la vie normale, la qualité de l'assistance financière, l'aide fournie par les organismes concernées, etc. Plusieurs facteurs décrits dans le cadre théorique témoignent aussi du besoin de colliger des données qualitatives telles que les inégalités sociales, la notion du risque chez les populations concernées, la vulnérabilité des institutions gouvernementales, la description de phénomènes physiques ou sociaux affectant le terrain d'étude, etc.

Rappelons que d'importantes informations quantitatives (données statistiques, géomatiques, etc.) pour l'ensemble des facteurs de la vulnérabilité, telles que les variables sociodémographiques, économiques, socioculturelles, géographiques et conjoncturelles, techniques, endommagement

(coût des dommages, perte de vies, etc.) et autres, sont cruciales afin de mener à terme une collecte de données efficiente dans ce type de projet de recherche.

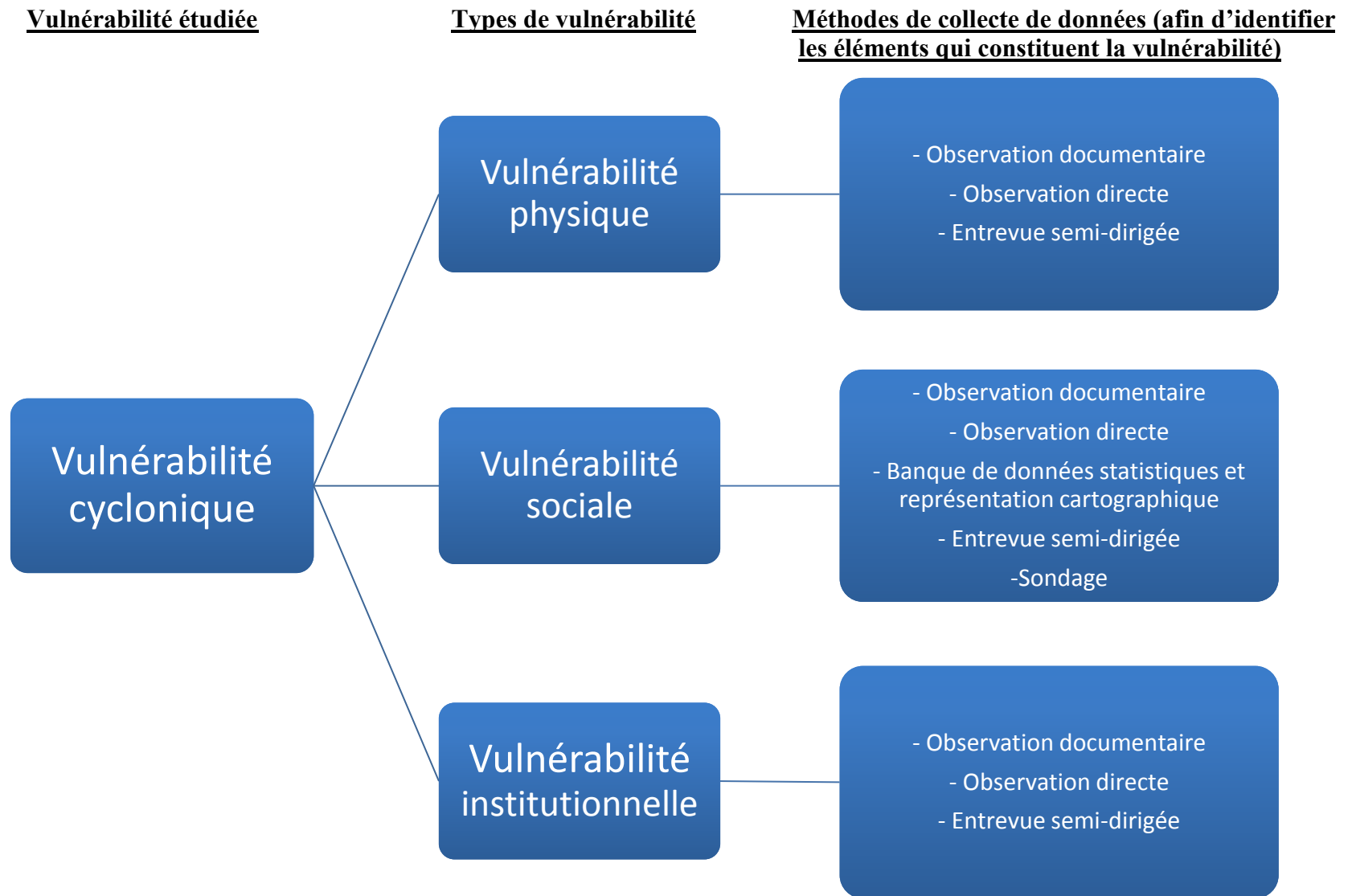
3.2.7 Approbation éthique

Dans le but de réaliser cette recherche selon les normes du Comité plurifacultaire d'éthique de la recherche (CPÉR) de l'Université de Montréal, nous avons obtenu le 3 mars 2011 un certificat d'éthique de la recherche au numéro CPÉR-11-010-D (voir annexe 5). Le certificat atteste que nous avons obtenu une approbation éthique nous autorisant à colliger les données nécessaires, et ce, en ayant recours à la participation d'êtres humains. Lors des entrevues et de la complétion des questionnaires, nous avons assuré les participants de la confidentialité de la recherche et nous avons requis une confirmation de leur part pour participer à cette recherche à travers le formulaire de consentement (approuvé par le CPÉR). La collecte de données a été réalisée à Mascate à partir du début du mois de mars 2011 jusqu'au début du mois de juin 2011.

3.2.8 Schématisation du cadre analytique et du fil directeur du projet de recherche

La figure 13 schématise le cadre analytique utilisé lors de notre projet de recherche en illustrant les différentes méthodes de collecte de données choisies afin d'analyser la vulnérabilité cyclonique comme un ensemble de divers types de vulnérabilité (physique, sociale et institutionnelle) qui eux-mêmes englobent différents facteurs

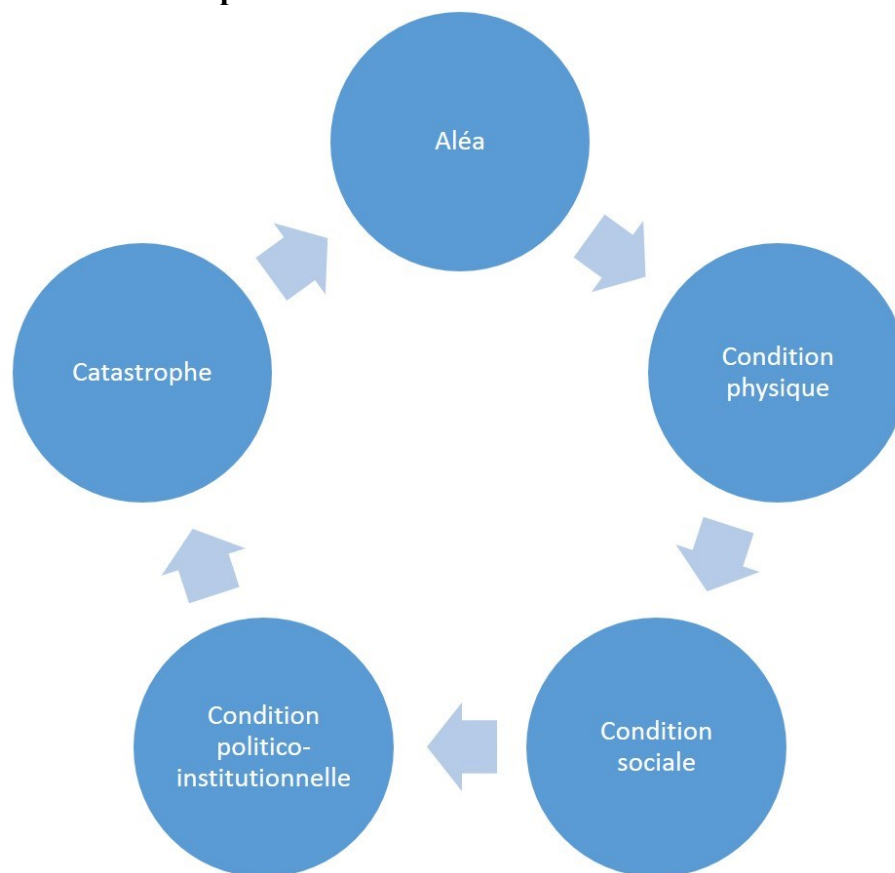
Figure 13 : Méthodologie de la collecte de données par types de vulnérabilité



Source : Mohamed, 2012

La figure 14 présente les éléments du fil directeur qui guida ce projet de recherche et par conséquent la présentation des résultats colligés lors de ce mémoire de maîtrise. Nous allons en premier lieu présenter les facteurs générant cet aléa cyclonique ainsi que les conditions physiques de la vulnérabilité qui aggravent l'occurrence et l'effet de l'aléa cyclonique sur le gouvernorat de Mascate et plus précisément sur les quartiers Al-Ghubra et Al-Azaiba. Par la suite, nous étalerons les conditions sociales qui augmentent ou réduisent la vulnérabilité de notre population étudiée. Se rajoute à tous ces éléments, la condition politico-institutionnelle qui, tel que présentée dans le cadre théorique, influence sous plusieurs angles la vulnérabilité des sociétés face au risque. L'idée globale qui façonna l'ensemble de ce projet de recherche fut d'analyser la vulnérabilité comme un ensemble de plusieurs facteurs, qui interagissent entre eux et dont le résultat à la suite de l'impact avec un aléa naturel est la catastrophe qui s'en suit.

Figure 14 : Fil directeur de la présentation des résultats



Source : Mohamed, 2012

Chapitre 4 : Présentation des résultats

Chapitre 4 : Présentation des résultats

L'objectif de ce chapitre est de présenter les résultats issus de l'application du cadre analytique dans le cas de notre projet de recherche sur la vulnérabilité du wilayat Bawshar face au risque cyclonique. Les résultats seront analysés en fonction de différentes échelles d'espace et de temps. Nous souhaitons présenter les données en trois sections : la première traitera de la vulnérabilité physique, la deuxième de la vulnérabilité sociale et la troisième de la vulnérabilité institutionnelle.

La première section se veut plus descriptive et qui comprend plusieurs données brutes. Cette section sur la vulnérabilité physique sera complétée par une représentation cartographique. La deuxième partie, principalement issue des analyses de données statistiques et complétée par une analyse qualitative, fera un constat de la population vulnérable. La troisième, issue majoritairement de la revue documentaire et des entrevues réalisées sur le terrain d'étude, fera état, entre autres, de la situation institutionnelle en Oman, du récent développement que le pays a subi ainsi que de la gouvernance liée à la gestion des risques.

4.1 Vulnérabilité physique

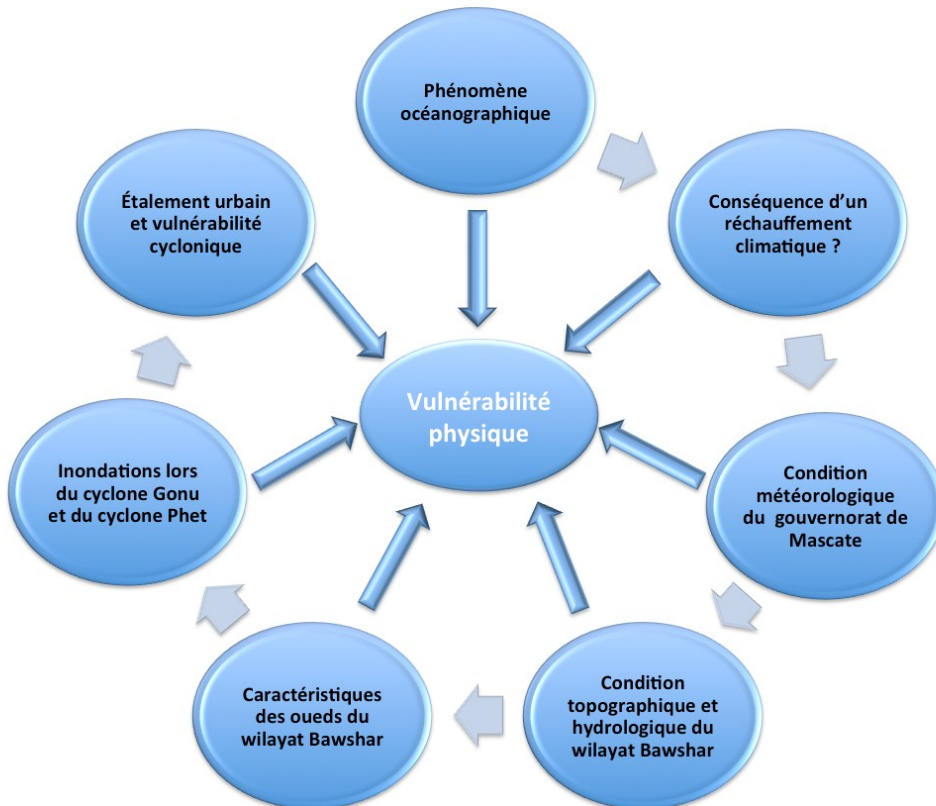
Dans le but de traiter de manière significative des facteurs dits physiques de la vulnérabilité, il nous faut analyser notre système en lien avec un risque ou un ensemble de risques précis. Dans le cas de ce projet de recherche, nous devons donc analyser la vulnérabilité face au risque cyclonique, ainsi que face au risque d'inondation; risque lié au risque cyclonique en Oman et qui, lors des cyclones Gonu et Phet, engendra les conséquences les plus dévastatrices.

Cette section a pour but notamment de faire état des contraintes géographiques du site, du lieu et du moment précis, du style ainsi que de la récurrence de l'impact avec l'aléa. Nous exposerons donc les facteurs et leurs paramètres spatio-temporels influençant la vulnérabilité face au risque cyclonique. L'analyse sera portée en premier lieu sur une étude des phénomènes océanographiques et atmosphériques et leurs liens avec le risque cyclonique. En second lieu, nous traiterons de la météorologie, de la topographie, de l'hydrologie, des oueds ainsi que de la faune présente dans la zone étudiée. L'étude des enjeux de la vulnérabilité physique sera de plus complétée par une

représentation cartographique, permettant ainsi de visualiser l'étendue des facteurs de vulnérabilité physique. Différentes actions entreprises par l'homme, telle l'urbanisation qui accentue la vulnérabilité physique des secteurs étudiés, seront aussi présentées.

La figure 15 représente la chronologie selon laquelle seront présentés les résultats pour cette section sur la vulnérabilité physique. Nous débutons selon une échelle spatiale externe (soit l'océan) et continuons notre analyse en nous rapprochant de l'échelle étudiée (soit l'échelle locale du wilayat Bawshar).

Figure 15 : Chronologie de l'analyse des facteurs de la vulnérabilité physique



Source : Mohamed, 2012

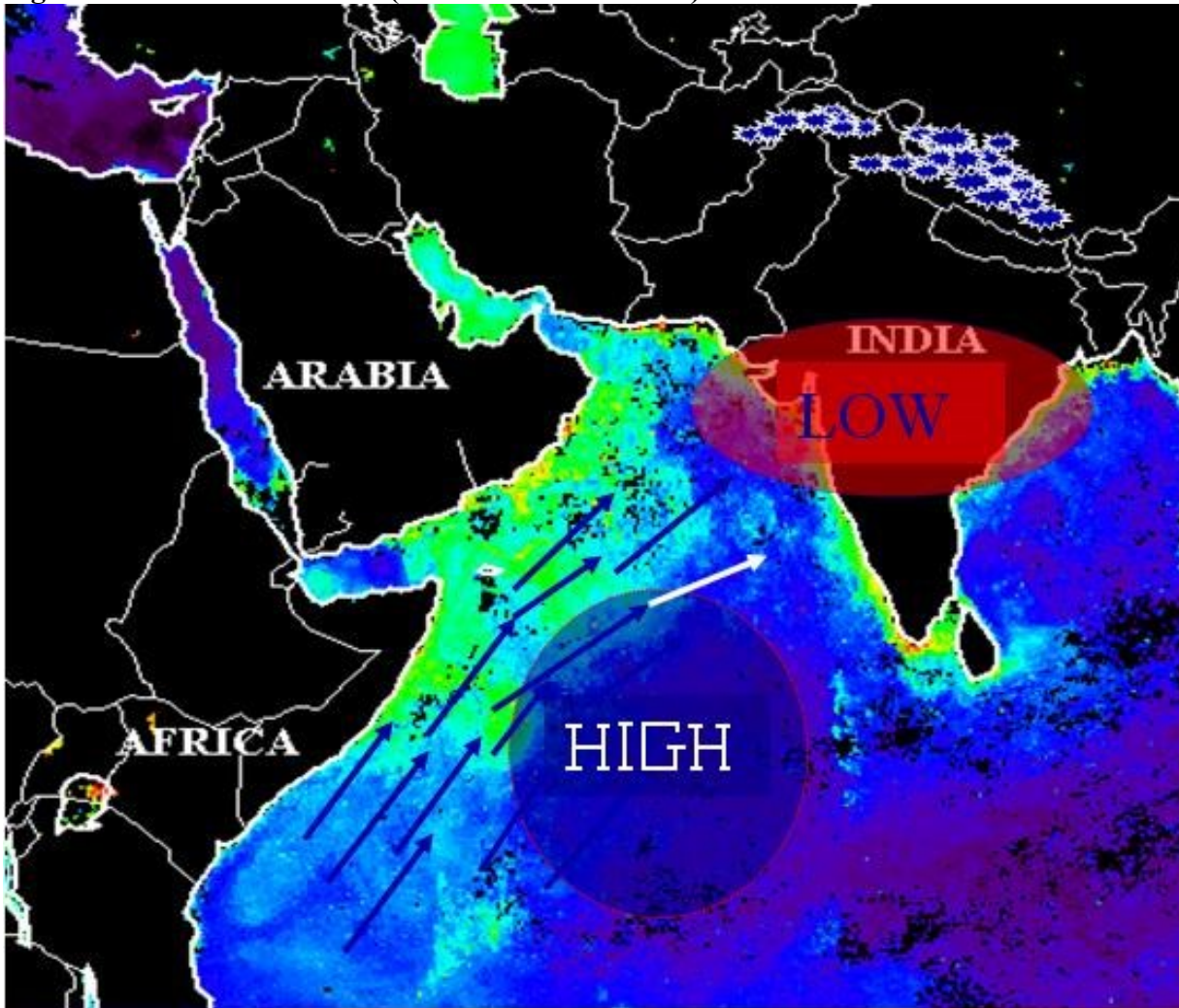
4.1.1 Phénomènes océanographiques et atmosphériques affectant le Sultanat d'Oman

Aléa et risque cyclonique en Oman : comprendre les phénomènes océanographiques et atmosphériques en cours au Sultanat d'Oman, dans la mer d'Oman, dans la mer d'Arabie et dans l'océan Indien.

Le champ de vent sur la mer d'Oman subit un renversement de mousson semi-annuel. En été, le fait que la masse terrestre asiatique se réchauffe résulte en de basses pressions atmosphériques sur l'Asie et en de hautes pressions atmosphériques sur l'océan Indien. Les flux d'air géostrophiquement équilibrés résultent, durant l'été, en un vent du sud-ouest fort et topographiquement dirigé (mousson du sud-ouest) (Findlater, 1969; Bruce, 1983; Hastenrath and Lamb, 1979 dans Shi, W., Morrison, J. M., Böhm, E., & Manghnani, V., 1999). Durant l'hiver, le refroidissement de la masse terrestre de l'hémisphère nord résulte en une hausse de pression sur la terre et une baisse de pression sur l'océan Indien, ce qui inverse le sens des vents de mousson du sud-ouest au nord-est (mousson du nord-est).

La mousson sud-ouest produit un jet de bas niveau (Findlater, 1969) le long des côtes somaliennes, qui s'étend à travers la mer d'Arabie depuis la Somalie vers l'Inde, du sud-ouest au nord-est (de façon parallèle à la côte de la Péninsule arabique). La mousson du sud-ouest, comme la continuation des alizés de l'hémisphère sud, est beaucoup plus forte que la mousson nord-est : « The wind speed within the jet during the SW Monsoon reaches 14 m s^{-1} , while the maximum wind speed within the jet during the NE Monsoon is generally less than 8 m s^{-1} » (Cadet and Diehl, 1984 dans W. Shi et al., 1999, p. 1552). La figure 16 démontre le renversement de la direction des vents durant la mousson du sud-ouest de juin à septembre.

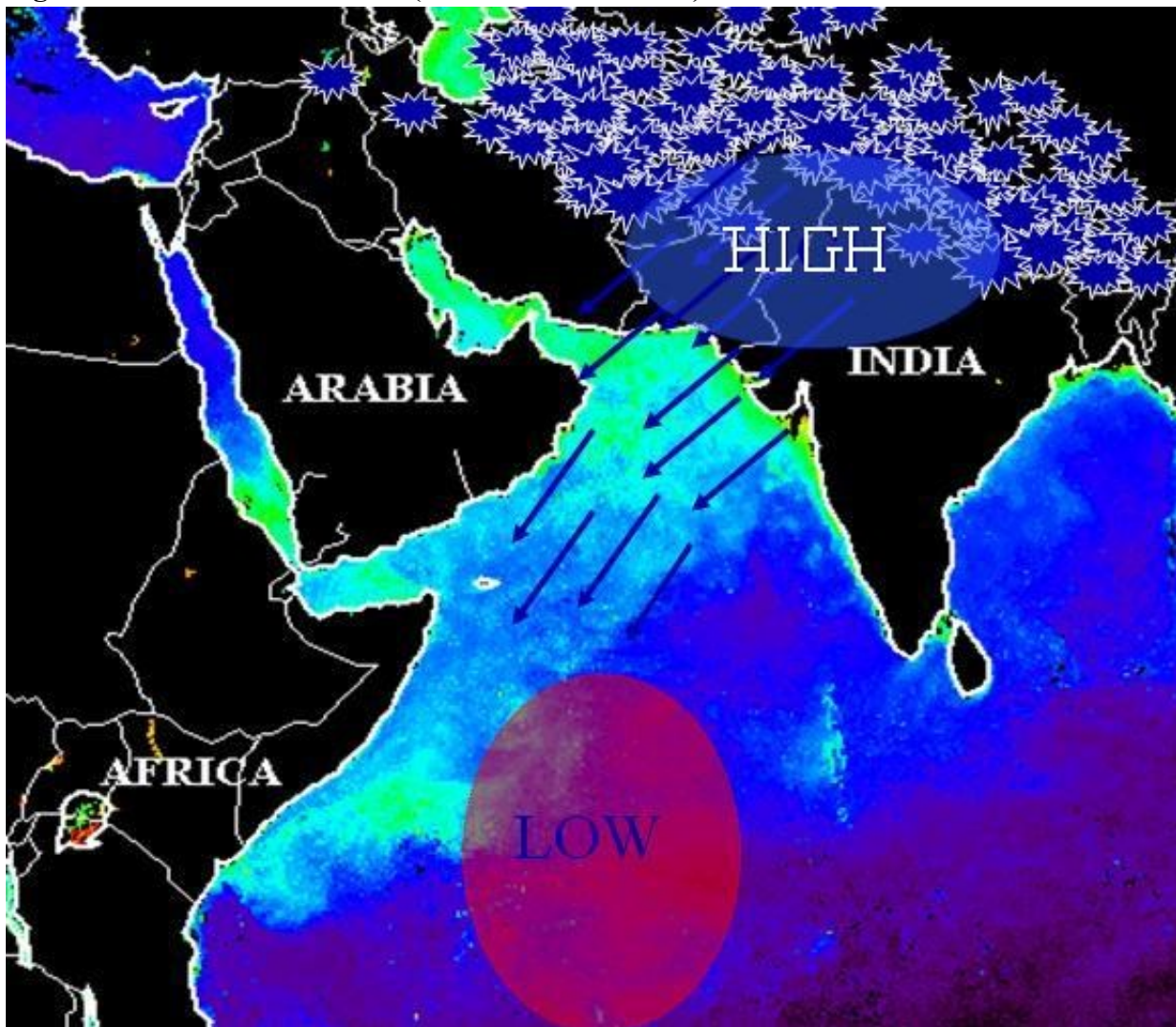
Figure 16 : Mousson estivale (mousson du sud-ouest)



Source : Al-Azri, 2008

La mousson NE détermine le climat de l'océan Indien Nord au cours de l'hiver de l'hémisphère nord, tandis que la mousson SO détermine le climat de l'océan Indien Nord au cours de l'été de l'hémisphère nord. Les vents sont généralement faibles lors des périodes intermoussons, l'intermousson de l'automne est significativement plus courte que celle du printemps (Weller et al., 1998 dans W. Shi et al., 1999). Le renversement de la mousson provoque un changement dramatique dans la mer d'Arabie. Dû à l'inversion semi-annuelle de la direction du vent, le courant somalien s'inverse du sud-ouest (pendant la mousson nord-est) au nord-est (pendant la mousson sud-ouest). La figure 17 identifie l'étendue de la couverture neigeuse ainsi que la direction des vents.

Figure 17 : Mousson hivernale (mousson du nord-est)



Source : Al-Azri, 2008

La fonction de transport ainsi que la topographie dynamique calculées à partir des données disponibles (Wyrski, 1971) démontrent qu'une faible tendance saisonnière de circulation inverse existe dans le nord de la mer d'Arabie. Durant l'été, les vents forts du sud-ouest soufflant de façon parallèle à la côte sont favorables à la remontée des eaux profondes. Une autre caractéristique importante de la mer d'Arabie, qui est étroitement liée à ce puissant courant côtier, est la remontée des eaux côtières. La poussée par le vent de la surface de la mer résulte en une remontée côtière (remontée des eaux profondes près des côtes), le long des côtes du sud de l'Oman. Cette remontée

côtière provoque un gradient de pression au large des côtes qui se traduit par une compensation du débit nord-est d'écoulement géostrophique, connu sous le nom du courant d'Arabie de l'Est (East Arabian Current). (W. Shi et al., 1999).

Le renversement saisonnier des moussons de la mer d'Arabie conduit l'un des systèmes de courant les plus puissants au monde ainsi que la plus grande variabilité saisonnière observée dans tous les bassins océaniques (Schott et McCreary, 2001; Clemens, Prell, Murray, Shimmield, Weedon, 1991 dans Goes, Thoppil, Gomes et Fasullo, 2005). En fait, c'est le seul bassin océanique qui inverse totalement sa circulation sur une base semi-annuelle (Schott, 1983; Swallow, 1984 dans Goes et al., 2005), phénomène dans lequel l'océan Indien, le continent eurasien et l'océan Pacifique jouent un rôle important (Bamzai, Shukla, Clim, 1999 dans Goes et al., 2005). Durant l'été (juin à septembre), le réchauffement de la masse continentale eurasienne génère une basse pression sur l'Asie, alors que sur l'océan Indien, ce phénomène génère une hausse de pression. Goes et al. présentent dans leur étude (2005) les résultats qui décrivent les changements interannuels rapides et profonds qui existent dans la mer d'Arabie et, de ce fait, les preuves qui attribuent ces changements au réchauffement de la masse continentale eurasienne et, par conséquent, à la baisse de la neige qui la recouvre en hiver.

4.1.2 Conséquences d'un réchauffement climatique sur l'océan Indien Nord

En fait, plus concrètement, nous devons nous interroger sur les conséquences d'un réchauffement climatique sur l'océan Indien Nord. Selon le National Snow and Ice Data Center (NSIDC), les tendances annuelles en ce qui a trait à la couverture neigeuse suggèrent une diminution de l'accumulation de neige au nord de la mer d'Arabie. La tendance de la couverture neigeuse au mois de mai est largement négative (à la baisse) dans toute l'Eurasie, ce qui reflète une fonte printanière qui débute plus tôt et qui est plus forte. Ces analyses sont réalisées au mois de janvier (considéré comme le mois représentant le sommet ou presque, en lien avec la couverture neigeuse) dans la plupart des régions du continent eurasien ainsi qu'au mois de mai (mois utilisé comme celui pouvant indiquer la tendance la plus forte étant donné que les mois d'été non pas de couverture neigeuse saisonnière). Les régions choisies sont celles allant jusqu'au 45^e parallèle nord et englobent de ce fait la majorité des régions ayant de fortes tendances négatives. Les autres régions

à tendances négatives en Europe ne sont pas considérées parce que leur relation de cause à effet n'est pas claire. Bien que le réchauffement de la masse terrestre du sud-ouest de l'Eurasie reflète la tendance globale qui subsiste, les changements des dernières années démontrent que les anomalies sont élevées de plus de 50 % par rapport aux températures mondiales. (Goes et al., 2005)

Avant la formation du cyclone Gonu, de grandes instabilités quant à la température usuelle de l'atmosphère furent décelées. Nous pouvons dorénavant confirmer que le réchauffement climatique, qui accentue la fonte de la couverture neigeuse dans la région de l'Himalaya et du Tibet, résultera en davantage d'instabilité atmosphérique et par conséquent en une augmentation des cyclones dans la mer d'Arabie. [Professeur A. Al-Azri, Université Sultan Qaboos (01/05/2011)].

Sachant que plusieurs scientifiques (Goes et al., 2005; Kumar, Rajagopalan et Cane, 1999) reconnaissent que le réchauffement de la masse terrestre existe à grande échelle, de plus amples études longitudinales seront effectivement nécessaires afin de confirmer en totalité les effets de ce réchauffement.

Selon le Dr. Adnan Al-Azri, océanographe à l'Université Sultan Qaboos, il y a de nombreuses questions qui restent sans réponses et la priorité est de comprendre la source qui engendre les changements dans la mer d'Arabie et le golfe d'Oman. Ces changements sont-ils des conséquences d'un réchauffement climatique ou des changements qui sont propres à l'océan Indien? Parmi les pistes étudiées par le Dr. Al-Azri pouvant expliquer les causes de ces changements, une retient particulièrement son attention. Cette piste invoque un changement dans les vents de moussons et ceux-ci seraient en train de s'intensifier en Oman ainsi que sur l'océan Indien Nord. Les cyclones se forment généralement en fonction des conditions atmosphériques générées par la mousson dans cette région du monde. (Adamis Production, 2010)

« Ce changement dans la mousson pourrait expliquer un phénomène tel que le cyclone Gonu et de ce fait l'intensification du phénomène cyclonique dans cette partie de l'océan Indien. » [Professeur A. Al-Azri, Université Sultan Qaboos (01/05/2011)].

On sait que le réchauffement climatique modifie la différence de pression entre la terre et l'océan. Hors c'est justement cette différence de pression qui conduit les vents de moussons. Ceci est fondamental dans le nord-est de l'océan Indien, particulièrement en mer d'Arabie où l'on constate que les vents de moussons sont souvent à l'origine de nombreux phénomènes. Si on arrive à démontrer qu'il y a un changement dans la mousson, ceci prouvera qu'il y a donc un changement climatique dans la région. (Al-Azri dans Adamis Production, 2010)

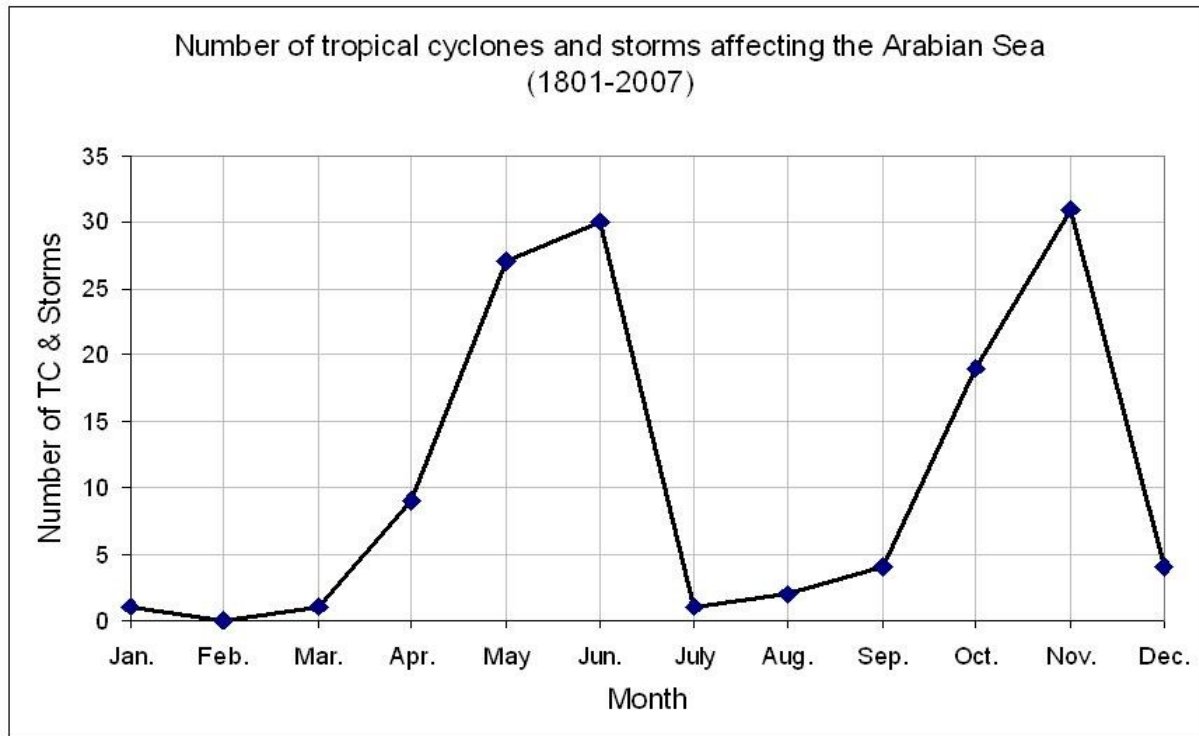
Comme pour l'ensemble des phénomènes environnementaux qui sévissent dans le monde entier, maintes études réalisées sur une plus longue période de temps seront nécessaires afin de confirmer cette théorie de changements dans la mousson et son lien avec le phénomène cyclonique dans la région. Pour plusieurs habitants du Sultanat d'Oman, les changements en ce qui a trait à la saison des pluies, et donc de la mousson, ne font plus aucun doute car ils les vivent depuis bien longtemps. Hassan, un chamelier à Djebel Damhan, dans la province du Dhofar situé au sud d'Oman nous décrit son expérience avec les changements :

Moi je me rappelle de la mousson, pendant deux mois il y avait de la pluie et ça arrivait jusqu'ici, jusque dans cette région. Franchement, si on y pense, le quotidien est difficile actuellement. Il y a moins d'eau, moins de pluie et donc moins de pâturage. Je vous donne un exemple, moi je me rappelle qu'il y a 15 ans, il y avait de l'eau là, à un kilomètre, j'y dressais mon camp. Depuis 15 ans, il n'y a plus d'eau et je suis obligé de me déplacer. (dans Adamis Production, 2010)

Avec le changement de la mousson, la saison sèche est plus longue et, de ce fait, les pluies saisonnières plus courtes.

La figure 18 présente un recensement du nombre de cyclones tropicaux et tempêtes recensés dans la mer d'Arabie de 1801 à 2007, selon le mois. On remarque que les périodes où le nombre de cyclones est en hausse coïncident avec les périodes de mousson.

Figure 18 : Cyclones tropicaux et tempêtes ayant affecté la mer d'Arabie



Source : Pedgley, D. 1969, Membre D., 2001, IMD & DGMAN dans Al-Maskari, 2009

Tableau 11 : Historique des importants cyclones et tempêtes tropicales en Oman

	Year – month	Cyclone/storm
1	1889	Tropical storm struck Oman
2	1890 – Jun	Tropical cyclone affected Muscat killing ~727 (~285 mm)
3	1948 – Oct	Tropical cyclone struck Oman (Salalah)
4	1959 – May	Tropical cyclone struck Oman (Salalah) killing ~141 (~117 mm)
5	1963 – May	Tropical cyclone struck Oman (Salalah)
6	1966 – Nov	Tropical cyclone struck Oman (Salalah)
7	1977 – Jun	Tropical cyclone struck Oman (Masirah) (~430 mm)
8	1983	Tropical storm struck Oman.
9	1992 – Oct	Tropical storm 06A struck Oman.
10	1993 – Nov	Tropical storm affected coastal areas of Oman
11	1996 – Jun	Tropical storm 02A struck Oman
12	1998 – Dec	Tropical storm affected coastal areas of Oman (near Ras Madraka)
13	2002 – May	Tropical storm struck Oman (Salalah)
14	2007 – Jun	Tropical cyclone Gonu struck parts of Oman (Muscat) killing ~49 (~943 mm)

Source : Al-Maskari, 2010

Les tempêtes tropicales et les cyclones tropicaux existent de manière sporadique (depuis leur recensement en Oman), soit bien avant l'impact du cyclone Gonu en 2007. Il serait donc injuste de parler d'inexistence du risque cyclonique pré-Gonu (tableau 11). Les données démontrent aussi que la fréquence de récurrence de ces deux aléas s'est intensifiée dans les 50 dernières années. Il est important de noter que le cyclone Phet qui affecta le Sultanat en juin 2010, laissant derrière lui des dommages de plus de 780 millions de dollars américains et 24 morts, n'est pas inclus dans le tableau ci-haut.

4.1.3 Analyse des facteurs géographiques et conjoncturels qui influencent la vulnérabilité du wilayat Bawshar face au risque cyclonique

D'après Kwarteng (2010), pour ce qui est du cas du gouvernorat de Mascate, ce sont les pluies torrentielles provenant du cyclone Gonu qui ont transformé les oueds et les routes en de véritables rivières ainsi que les zones topographiquement basses en des lacs et ce, d'une ampleur jamais vue dans l'histoire du Sultanat d'Oman (Annexe 3). Logiquement, l'endommagement n'a pas affecté que les routes, mais a aussi généré une multitude d'autres dégâts, les dommages importants produits par le cyclone Gonu incluant :

- Dommages aux usines de désalinisation entraînant ainsi des pénuries d'eau
- Dommages à plusieurs bâtiments et autres infrastructures
- Dommages aux routes et aux ponts
- Déracinement des arbres
- Rupture de l'approvisionnement en électricité et du réseau téléphonique

Météorologie du gouvernorat de Mascate

Le climat de l'ensemble de l'Oman est typique d'un environnement tropical hyperaride, quoique tempéré le long des régions côtières et plus humide dans sa capitale Mascate. Notre région d'étude

subit deux périodes climatiques distinctes : les mois frais de l'hiver d'octobre à mars, lorsque les vents du nord affectent la plus grande partie du pays et que le nord de l'Oman reçoit la grande majorité de ses précipitations annuelles et l'été extrêmement chaud qui s'étend de juin à août. Bien qu'existent les vents de la mousson du sud-ouest, ces derniers affectent plus souvent la partie côtière du sud du pays sans aller jusqu'à la région de la capitale et de ses villes avoisinantes. (Sering International, 2011)

D'après les données météorologiques obtenues par les stations situées au Mina Sultan Qaboos et l'aéroport international de Seeb (sous la supervision du Directorate General of Meteorology and Air Navigation, 2002), les températures minimum et maximum du wilayat de Bawshar durant l'été sont généralement de l'ordre de 23.5 °C et de 45.3 °C. Durant l'hiver, celles-ci sont respectivement de 19 °C et de 33.7 °C. Les mois les plus chauds pour notre région d'étude sont ceux de juin et juillet. (Sering International, 2011)

Le total des précipitations annuelles dans les régions d'Oman provient de tempêtes relativement intenses, quoique rarissimes, et caractérisées par une variation temporelle et spatiale. Les précipitations annuelles à long terme dans la zone côtière du nord de l'Oman sont de l'ordre de 100 mm, allant jusqu'à plus de 150 mm dans les régions montagneuses de l'Oman situées à l'ouest. Toutefois, la variabilité interannuelle est beaucoup plus élevée. Les précipitations enregistrées à la station météorologique de Seeb entre 1999 et 2004 allaient de moins de 10 mm à plus de 250 mm. Plus de 80 % des précipitations se produisent généralement durant les mois d'hiver, et le nombre moyen de jours de précipitations annuelles varie d'environ trois jours par mois en février (mois le plus humide) à environ 0.1 jour par mois de mai à octobre. L'humidité relative est assez élevée tout au long de l'année et les enregistrements de Seeb suggèrent que l'humidité varie entre 12 % et 89 %. (Sering International, 2011)

Les principaux systèmes météorologiques générant des précipitations à notre région d'étude comprennent :

- Les **systèmes frontaux** : ceux-ci proviennent de la mer Rouge ou de la mer Méditerranée et prennent forme de la fin décembre à avril.

- Les **cyclones** : ceux-ci proviennent de la mer d'Arabie de mai à juin et d'octobre à novembre; quoique longtemps considéré comme un phénomène relativement non fréquent, le phénomène cyclonique est aujourd'hui plus fréquent et plus intense (Gonu 2007 et Phet 2010).

Le tableau 12 présente un résumé de l'évolution météorologique du cyclone Gonu tel que basé sur les avertissements émis. Le trajet entrepris par le cyclone Gonu du 3 au 7 juin 2010 est présenté dans la figure 19.

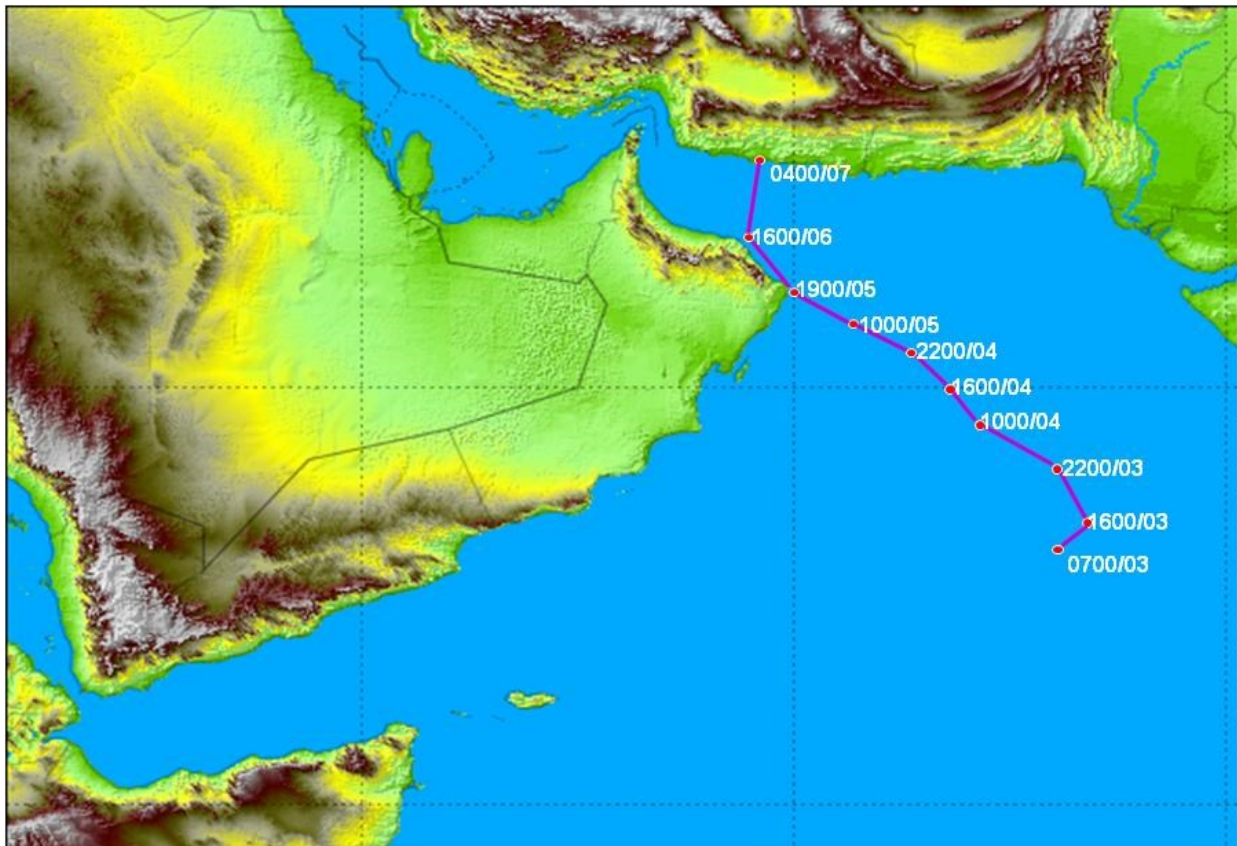
Tableau 12 : Résumé de l'évolution météorologique du cyclone Gonu

Date	Description
27 mai 2007	Une large zone de convection persistait au-dessus de la partie sud-est de la mer d'Arabie.
31 mai 2007	Une perturbation tropicale émergea à partir de cette masse de convection à approximativement 645 km au sud de Mumbai en Inde.
01 juin 2007	Le système est classé dépression tropicale par le service météorologique indien (IMD).
02 juin 2007	La convection devint plus organisée, à 685 km au sud-ouest de Mumbai, et par conséquent le Joint Typhoon Warning Center la reclassa tempête tropicale 02A. À 760 km de Mumbai, la tempête grandit en intensité et fut donc reclassée Dépression tropicale profonde et puis comme Tempête cyclonique Gonu.
03 juin 2007	Lors de son parcours, Gonu rencontra une température de surface de la mer plus élevée, ce qui eut pour effet d'intensifier le cyclone. Par la suite le service météorologique indien qualifia Gonu de tempête cyclonique très sévère (l'équivalent d'un cyclone de catégorie 5 à partir de l'échelle Saffir-Simpson). Gonu, avec ses vents soutenus de 260 km/h et des rafales à 315 km/h se situa alors à 285 km à l'est-sud-est de l'île de Masirah.

05 juin 2007	En passant par le nord-ouest, longeant les côtes d'Oman, Gonu entra en contact avec des eaux plus froides et une masse d'air plus sèche. À la suite de la friction avec le terrain d'Oman les vents diminuèrent à près de 95 km/h.
06 juin 2007	Le cyclone se dirigeait vers le nord-nord-ouest quand un creux barométrique affaiblit la crête qui le dirigeait. Par la suite le JTWC le déclassa au niveau de tempête tropicale.
07 juin 2007	Le service indien qualifia alors Gonu de tempête cyclonique. Gonu traversa la côte de Makran en Iran et le service météorologique indien interrompit ses messages d'avertissement.

Source : Maskari, 2009 basé sur les avertissements émis par le Joint Typhoon Warning Center et le Service météorologique indien (IMD) émis entre le 27 mai 2007 et le 7 juin 2007.

Figure 19 : Trajet du cyclone Gonu du 3 au 7 juin 2010



Source : Al-Maskari, 2009

Topographie du wilayat Bawshar

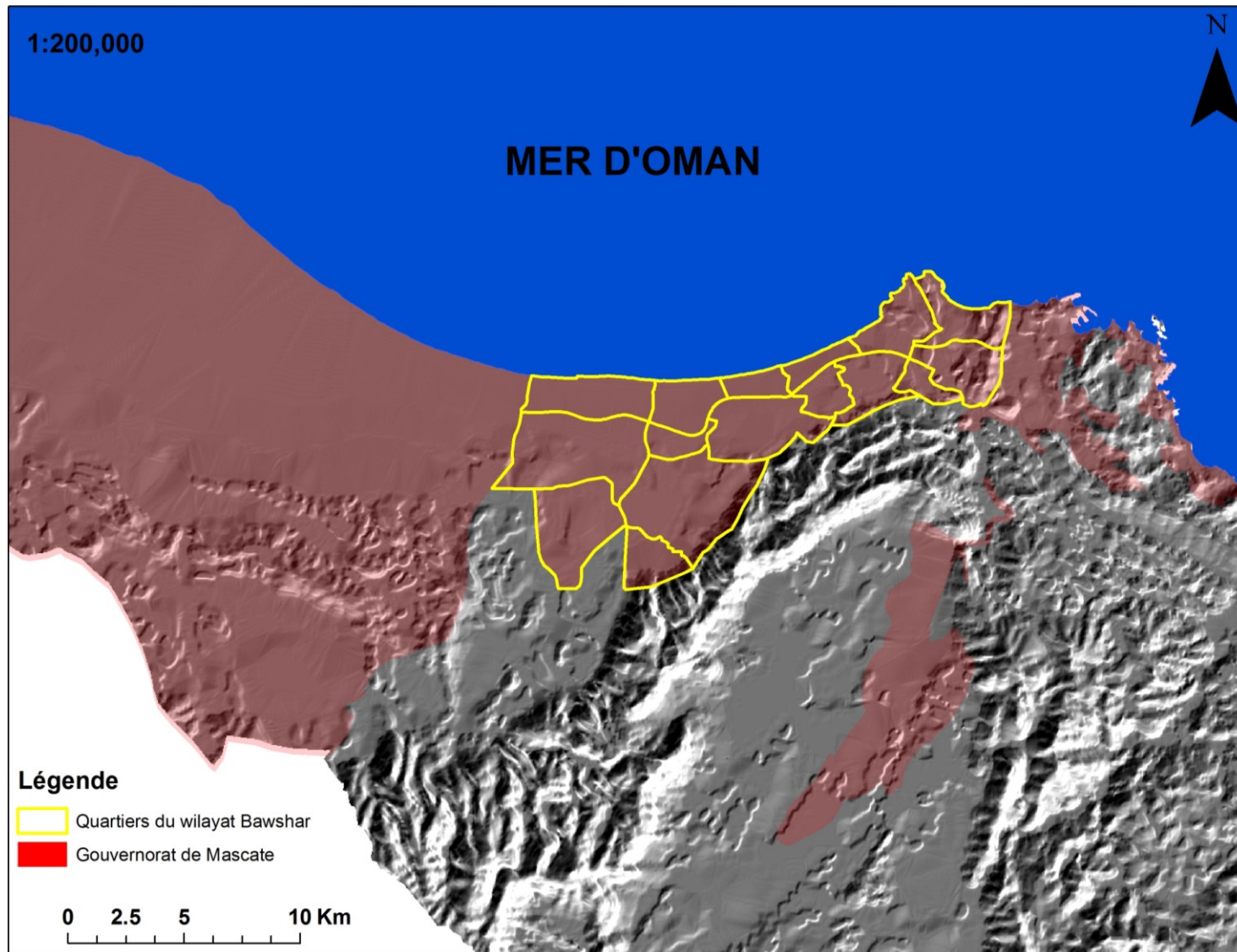
La géographie du wilayat Bawshar est caractérisée par un réseau complexe d'oueds, de plateaux et de chaînes de hautes montagnes avec la présence de vastes plaines sur les côtés des canaux de oueds ainsi que des pentes situées au bas des montagnes. Plus précisément, les quartiers Al-Ghubra Nord et Al-Azaiba Nord, quartiers les plus durement affectés à la suite du passage du cyclone Gonu, sont quant à eux situés dans ses plaines inondables et longent la plage, qui elle, est située au nord.

« Les quartiers Al-Ghubra et Al-Azaiba du wilayat Bawshar peuvent être comparés à un bol. Vous avez un point bas et aucune sortie facile pour l'eau mis à part de petits canaux. » [Directeur général d'une firme de consultation en hydrologie qui a refusé d'être cité par son nom (10/04/2011)].

« La nature du sol en Oman fait en sorte que le ruissellement se produit instantanément » [Cadre d'une compagnie œuvrant dans la construction d'infrastructure de transport qui a refusé d'être cité par son nom (13/04/2011)].

Nous avons représenté, dans la figure 20, le gouvernorat de Mascate en rouge ainsi que les quartiers du wilayat Bawshar (les frontières de chaque quartier sont surlignées en jaune). Grâce à un effet d'ombrage nous pouvons clairement visualiser la topographie du site, représentant ainsi à quel point le relief du terrain d'étude (i.e. la chaîne de montagnes Al-Hajr qui avoisine les centres urbains) est un des éléments importants constitutifs de la vulnérabilité.

Figure 20 : Topographie du gouvernorat de Mascate



Source : Mohamed, 2012 à partir de données géomatiques fournies par SQU

La zone d'étude, le wilayat Bawshar, située à l'intérieur du gouvernorat de Mascate, fait physiographiquement partie, comme le gouvernorat de Mascate, de la région de la plaine côtière d'Al-Batinah. Cette région est composée de cônes de déjection issus de la côte nord-est des montagnes du nord d'Oman. La région peut être divisée en deux secteurs, soit la plaine alluviale et la zone côtière. Kwarteng (2010) décrit les caractéristiques de cette zone comme suit :

The gently sloping alluvial plain is composed mainly of a group of recent and ancient alluvial fans which dominate the surface features. The surface consists of coarse sand and gravel along with alluvial terraces that stand about 600 m above sea level near the foothills. The surface has been dissected by numerous wadis descending from the mountains and meandering to drain into the Gulf of Oman. The coastal zone is not more than 20 m above sea level, and is composed of coarse-to-fine terrestrial and marine sands. Fields of coastal sand dunes and sabkha exist in this zone. (p.224)

Hydrologie du wilayat Bawshar

Le gouvernorat de Mascate, comme plusieurs régions omanaises, est situé dans un environnement aride où la pluviométrie est définie par une variabilité spatiale, temporelle, de quantité et de durée. La pluviométrie moyenne annuelle enregistrée pour tout le Sultanat d'Oman est de 117 mm. Cependant, la moyenne des précipitations dans la plaine d'Al Batinah est de 100,8 mm par an (Kwarteng et al., 2008 dans Charabi, 2010). Dans le cas de fortes précipitations, le ruissellement de surface dans les oueds peut durer de quelques heures à quelques jours, principalement en raison du relief (haute inclinaison/pente topographique), des caractéristiques de la surface du sol ainsi que des conditions considérablement sèches.

Lors du cyclone Gonu, l'aéroport international de Mascate a enregistré 50 mm de pluie le 6 juin. Les précipitations enregistrées par les stations de surveillance du Ministry of Water Resources les 5 et 6 juin, dans le nord des montagnes d'Oman, variaient de 97 à 943 mm. Le volume d'eau cascasant des pentes de montagnes à la mer était énorme et pour certains endroits équivalait à une quantité supérieure au total des précipitations enregistrées au cours d'une année. (Kwarteng, 2010).

The main cause of the over-flooding was due to the massive amounts of rain over a short period and the blocking of wadi access to the low-lying areas and the sea. It was quite

obvious from the destruction that the city of Muscat and its infrastructure were completely overwhelmed by the volume and speed of rainwater from the mountains to the sea. (Kwarteng, 2010, p.224)

Pour ce qui est du quartier Al-Azaiba du wilayat Bawshar qui fut durement touché à la suite du passage du cyclone Gonu, le gestionnaire de projet et ingénieur en drainage de la compagnie œuvrant dans la construction d'infrastructure de transport que nous avons interviewé, mais qui a refusé d'être cité nominativement, nous a révélé ce qui suit :

« Normalement, suite à de fortes précipitations, les cours d'eau suivent les canaux des oueds afin de se déverser dans la mer. Ce ne fut pas le cas lors du cyclone Gonu dans le quartier Al-Azaiba, car l'onde de tempête provenant de la mer empêchait l'eau de s'y déverser et celle-ci restait dans le quartier Al-Azaiba Nord. » [Gestionnaire de projet et ingénieur en drainage (23/04/2011)].

Tel que mentionné plus haut, le climat d'Oman est constitué de deux périodes distinctes : les mois d'hiver frais dû au fait que les vents du nord affectent une grande partie du pays générant ainsi des précipitations dans le nord; et les mois torrides de l'été (de mai à septembre) lorsqu'un flux d'air de mousson du sud-ouest affecte le pays et que d'importants dépôts d'humidité et de brouillard affectent le sud de la côte d'Oman.

Les principaux systèmes météorologiques occasionnant des précipitations dans la région sont :

- Les **fronts météorologiques**, originaires de la mer Rouge ou de la mer Méditerranée, de fin décembre à avril;
- Les **cyclones**, originaires de la mer d'Arabie, durant les mois de mai et juin et les mois d'octobre et novembre;
- La **saison de la mousson** (Khareef en arabe), chaque année de la fin juin à septembre, sous forme de légère bruine et de brume.

La saison du Khareef ou de la mousson représente en fait la source la plus fiable de la recharge des aquifères et par conséquent de la recharge en eau en Oman. Pendant le Khareef, les nuages de mousson produisent des précipitations orographiques et occultes (brouillard). Les précipitations provenant du Khareef sont souvent sous forme de bruine (composante verticale) et de précipitations occultes (composante horizontale). Le sud de l'Oman, principalement la région de Salalah, est celle qui est surtout affectée par ces nuages de mousson.

Bien que considérés comme des événements sporadiques, les phénomènes tels que les cyclones et les tempêtes tropicales engendrent logiquement des pics importants de précipitations. « Cyclones are reported to occur about every 7 to 10 years, usually in May-June or November. These rainfall events result in substantial flows of short duration in major wadis generating flooding in coastal areas. » (Sering International, 2011)

Les caractéristiques hydrologiques des zones arides que l'on retrouve en Oman sont très différentes des zones humides. La grande variabilité qui existe au niveau temporel et spatial des précipitations, les inondations subies (flash floods), la rareté d'une végétation de surface, un haut taux d'évaporation et d'évapotranspiration et le climat désertique sont quelques caractéristiques différenciant l'Oman des zones humides ce qui, par conséquent, génère une différente typologie concernant les inondations. (Al-Qurashi, 2010)

Outre les cyclones Gonu et Phet, la région métropolitaine de Mascate a fait face à de nombreuses inondations depuis ces 35 dernières années (1974, 1981, 1987, 1990, 1997, 2003, 2007) (Al-Barwani, 2009). Une étude récente réalisée par un groupe de chercheurs du *Remote Sensing and Geographical Information Centre* de l'université Sultan Qaboos (SQU) a analysé les caractéristiques de 27 ans de données sur les précipitations d'Oman (données qui excluent les inondations causées par les cyclones Gonu et Phet). Les données prouvent qu'il existe une récurrence quant à la fréquence de cyclones et de pluies torrentielles pour ce qui est de la région métropolitaine de Mascate. « Muscat and surrounding areas are susceptible to tropical cyclones and catastrophic rainfall (greater than 100 millimeters per day) about every 50 years, according to

researchers at the Sultan Qaboos University (SQU). » (Gulfnews, 2009). Toutefois, les chercheurs ne se prononcent pas catégoriquement sur de possibles liens avec les changements climatiques.

Caractéristiques de l'oued Al Ansab, situé dans le wilayat Bawshar

Presque tous les oueds à Oman sont éphémères et leur débit est généralement de courte durée seulement, bien que le débit du sous-sol persiste pendant des périodes plus longues, et généralement à des profondeurs de plusieurs mètres. Les dépôts alluviaux dans les lits des oueds contiennent de l'eau de bonne qualité qui est souvent exploitée par des puits et des systèmes d'irrigation (Aflaj). Les oueds peuvent apparaître rapidement et sortir de leurs lits lors de pluies et par conséquent entraîner d'importants dégâts matériels ainsi que des pertes de vies. Deux importants oueds se situent dans la région étudiée, soit le oued Al Ansab (Wadi Al Ansab) et le oued Al-Ghudair (wadi Al-Ghudair). Notre recherche se concentrera sur les effets de l'oued le plus important de la région et celui qui eut le plus important impact à la suite du passage du cyclone Gonu, soit l'oued Al Ansab.

Wadi Al Ansab est un oued typique omanais, restant sec la majeure partie du temps. Lorsqu'il y a des précipitations, les eaux de ruissellement se déversent immédiatement dans les bassins et par la suite dans les canaux des oueds en raison de la terre aride, de la végétation très sporadique et du terrain constitué principalement de gravier et de rochers. Cela résulte en des crues soudaines (flash floods) dans l'oued.

Wadi Al Ansab est l'un des plus grands oueds du gouvernorat de Muscat. Sa source est localisée dans les régions montagneuses au sud de Mascate. La superficie du bassin versant du oued Al Ansab est d'environ 166.5 km carrés. Il se déverse dans le golfe d'Oman en passant par les zones commerciales et résidentielles des quartiers Al Ansab, Gala et Al-Azaiba (figure 21). La largeur moyenne du canal de l'oued Al Ansab à l'endroit où il entrecroise la rue Al Sultan Qaboos (artère principale et autoroute du gouvernorat de Mascate) est de 120 mètres. (Parsons, 2010)

Figure 21 : Photo satellite du bassin versant de l'oeud Al Ansab



Source : Parsons, 2010

Canalisation des oueds en Oman

La canalisation des oueds en Oman est souvent divisée en deux zones : les canaux de haute montagne (upper mountain channels) et les canaux de basse plaine (lower plain channel). Les canaux de haute montagne sont caractérisés comme étant étroits, profonds, sinueux et de haut gradient. Les hautes et abruptes montagnes s'étendent le long des côtés des canaux, pour déterminer la forme et le chemin du canal. Les lits des canaux sont principalement constitués de gravier peu profond et de couches de pierres avec une érosion d'eau très claire. Les affleurements durs ainsi que les couches rocheuses dures sont abondants le long des hauts canaux. On trouve parfois des petits ruisseaux et des étangs d'eau dans certains canaux de haute montagne. Quelques rares arbres sont présents le long des canaux, car un sol dur et de fortes inondations empêchent leur croissance. La végétation des pentes des montagnes inférieures est principalement composée d'arbustes et de couvre-sol. (Sering International, 2011)

Les canaux de basse plaine se caractérisent par de larges canaux instables et peu profonds. Les plaines alluviales s'étendent à plat le long des côtés du canal. Les lits des canaux sont principalement constitués de profondes couches de gravier de sable. L'action d'érosion des inondations est clairement visible sur les côtés des canaux. Contrairement à ceux situés en haute montagne, on n'observe pas de ruisseaux ou d'étangs. Toutefois, plusieurs arbres sont présents le long des canaux. L'Acacia tortilis est l'espèce végétale la plus présente dans les canaux de basse plaine. Dans notre zone d'étude, les oueds situés en basse plaine sont souvent entourés de zones urbaines résidentielles et commerciales. Bien souvent, ces canaux larges sont peu profonds, conséquemment avec une capacité limitée. C'est probablement un des éléments les plus cruciaux, en ce qui concerne notre recherche, et qui augmente de façon drastique la vulnérabilité de cette zone. Lors d'importantes précipitations, l'eau excède la capacité du canal en question, sort de son lit et inonde les plaines adjacentes, ce qui inclut, pour notre secteur de recherche, des milliers de lots (principalement à vocation résidentielle, commerciale, et mixte), plusieurs routes et autoroutes ainsi que la plage au nord. (Sering International, 2011)

Tel qu'il sera présenté dans la section sur l'étalement urbain et la vulnérabilité cyclonique, l'urbanisation (non contrôlée en fonction des zones à risques), qu'a subi le gouvernorat de Mascate rend ses habitants vulnérables face au risque cyclonique. Plusieurs facteurs contribuent à augmenter cette vulnérabilité, dont le fait que plusieurs secteurs urbanisés se situent à même les zones inondables et, dans certains cas, à quelques mètres de la canalisation des oueds. La prolifération de surfaces imperméables (asphalte, béton, pierre, briques, etc.) dans la majeure partie du gouvernorat de Mascate augmente aussi de beaucoup le risque d'inondation provenant des intempéries.

4.1.4 Mangroves et leurs liens avec la vulnérabilité cyclonique

Les forêts de mangroves sont d'une importance capitale en ce qui a trait aux écosystèmes marins, car celles-ci agissent comme une pépinière de la biodiversité de la faune aquatique tout en contribuant à l'enrichissement de la biodiversité de l'environnement marin. Il est démontré que les mangroves forment un habitat naturel pour cette même faune et assurent aussi son développement durable. En plus de fournir de nombreux nutriments pour plusieurs animaux marins, les mangroves protègent également les plages omanaises de l'érosion. (Ministry of Environment and Climate Affairs, 2010)

La mangrove agit vraiment comme un barrage, elle protège la côte des vagues puissantes qui peuvent arriver, elle protège donc les villages qui sont derrière elle. La mangrove prévient aussi l'érosion des sols, ses racines sont enracinées dans le sable et empêchent la plage de reculer sous l'impact des marées et des vagues, là où il y a des mangroves le sol reste intact. (Bader al Balushi dans Adamis Production, 2010).

Bien que plusieurs dangers guettent les mangroves (surexploitation de leur bois, urbanisation qui s'y rapproche, etc.) les cyclones Gonu et Phet eurent un effet ravageur sur les forêts de mangroves du gouvernorat de Mascate. La solution mise de l'avant par le ministère de l'environnement et des affaires climatiques afin de protéger les mangroves est un vaste programme de replantation de celles-ci dans l'ensemble de l'Oman avec l'aide de quatre pépinières.

Réseau de drainage de l'oued Al Ansab

Le système de drainage est constitué de deux drains naturels (en utilisant les canaux des oueds) qui rejoignent le barrage Al Ansab. Le drain en amont du barrage, du côté ouest, a une longueur totale d'environ 7400 m, tandis que celui du côté est à une longueur totale d'environ 5600 m. Ensuite, ces deux drains naturels s'unissent dans le réservoir du barrage Al Ansab et se déversent par la suite dans deux autres drains naturels. Ces mêmes drains s'unissent, juste avant l'entrée ouest de la mosquée Sultan Qaboos, en un oued (oued Al Ansab) se déversant dans la mer. L'inclinaison générale des oueds atteint 6,1 % dans les régions où le courant est en amont et à 0,3 % dans la partie en aval près de la mer. (Sogreah Consultants, 2010)

Problématique de l'urbanisation aux abords du barrage Al Ansab

Le taux actuel d'urbanisation aux abords du bassin et du barrage Al Ansab se situe à environ 15 % et atteindra 20 % dans les années à venir. Cette croissance quant à l'urbanisation va donc légèrement influencer le ruissellement, une problématique qui devra être étudiée et contrôlée consciencieusement en raison des impacts qu'encourront les habitants de cette zone. Surtout pour ce qui est des sites de construction établis dans le lit des oueds et qui, pour le moment, sont à risque et devront dans le futur être évités ou du moins limités. (Sogreah Consultants, 2010)

Le directeur général d'une firme de consultation en hydrologie que nous avons interviewé mais qui a refusé d'être cité nominativement, nous a révélé ce qui suit :

« Il faut s'assurer que les barrages en Oman peuvent soutenir d'éventuels cyclones. Si vous avez un barrage qui cède, vous avez une énorme décharge d'eau qui se dirige vers les zones urbaines et ce, entraînant du béton, de la roche et d'autres débris. »

[Directeur général (10/04/2011)].

4.1.5 Inondations résultant des cyclones Gonu et Phet

Ce sont en fait les inondations (fortement accentuées par la topographie de la ville) résultant du cyclone Gonu qui eurent un effet dévastateur sur Mascate (voir images annexe 3), d'autant plus que la majorité de sa population réside dans les villes littorales situées dans le nord-est du pays (zone principalement touchée par les inondations). Certaines régions côtières situées dans l'est du pays furent submergées par près de 610 mm de pluie, à la suite du cyclone Gonu, créant de ce fait des inondations par le débordement des oueds (Fritz et al., 2010). Lors du processus de contrôle et de l'utilisation du sol (zonage), la vulnérabilité de certaines régions du gouvernorat de Mascate ne fut pas prise en considération.

Les précipitations qui ont accompagné le cyclone Gonu en juin 2007 dévastèrent surtout le quartier Al-Azaiba. L'eau, qui est normalement canalisé par l'oued Al Ansab, déborda et inonda ainsi le rond-point Royal Hospital, la cour d'automobiles de la compagnie Toyota, la Grande Mosquée Sultan Qaboos et la zone avoisinant l'artère principale 18th November Street. La zone fut saturée d'eau pendant plusieurs jours après le cyclone. Les propriétés situées dans cette zone ont encouru des dommages considérables, des centaines de voitures ont été emportées et plusieurs bâtiments ont été inondés par l'eau boueuse.

L'eau provenant des inondations, conséquence du cyclone Gonu, entrecoupa plusieurs routes du wilayat Bawshar, plus spécifiquement encore dans les quartiers Al-Ghubra et Al-Azaiba. D'énormes quantités de débris et de boue furent transportés par le courant et bloquèrent les structures existantes de drainage le long des rues Sultan Qaboos et 18th November. La rue 18th November fut inutilisable pendant près de trois jours à cause d'un courant continu d'eau débordant des canaux de l'oued Al Ansab. Bien que le cyclone Phet ait atteint aussi le Sultanat d'Oman le 4 juin 2010, ce dernier fut moins intense par nature, mais a tout de même provoqué des pluies torrentielles ainsi que des inondations des oueds, bien qu'aucun « dégât grave » ne fût signalé pour ce secteur. (Parsons, 2010).

Le terrain montagneux et aride à proximité des côtes d'Oman et de l'Iran augmente la vulnérabilité des régions côtières le long du golfe d'Oman. Les fortes précipitations tombant sur les montagnes escarpées envoient des torrents rapides d'eau en crue qui descendent vers les zones côtières. L'onde de tempête combinée avec les oueds situés en montagne inondèrent les vallées et les plaines et ce, à plusieurs kilomètres dans les terres à l'intérieur du pays. Les impacts et dommages les plus importants du cyclone ont souvent été observés dans les régions où les oueds sont situés sur des deltas de faible altitude, en raison de l'effet combiné de la décharge de l'oued qui vient des régions montagneuses et des inondations dues aux ondes de tempêtes provenant des côtes. (Fritz et al., 2010)

Les inondations, conséquences des fortes précipitations émanant des cyclones tropicaux Gonu et Phet, représentent dorénavant l'enjeu biophysique majeur de la vulnérabilité du gouvernorat de Mascate face au risque cyclonique.

Le gestionnaire de projet et ingénieur en drainage de la compagnie internationale œuvrant dans la construction d'infrastructure de transport que nous avons interviewé, mais qui a refusé d'être cité nominativement, nous a révélé ce qui suit :

« Le fait que le risque cyclonique soit relativement récent en Oman, il y a un manque de régulation et de normes émises par le ministère de l'habitation. Certains lots résidentiels sont situés directement dans le chemin des oueds. » [Gestionnaire de projet et ingénieur en drainage (23/04/2011)].

« Les lots commerciaux situés dans le quartier Qurm, lieu où l'on retrouve d'importants centres commerciaux du gouvernorat de Mascate, sont situés dans le lit d'un oued. Ces sites ne prennent pas des mesures adéquates de protection face au risque d'inondation,

risque qui est éminent dans ce secteur. » [Gestionnaire de projet et ingénieur en drainage (23/04/2011)].

La figure 22 témoigne de ce que la combinaison de plusieurs éléments de la vulnérabilité physique tels la topographie du site, la proximité de oueds et de régions montagneuses ainsi que le type de végétation provoqua lors du passage du cyclone Gonu. On peut ici voir les secouristes de la Garde côtière tenter de porter secours aux résidents du wilayat Bawshar.

Figure 22 : Contraintes physiques dans le wilayat Bawshar à la suite du cyclone Gonu



Source : NCCD, 2010

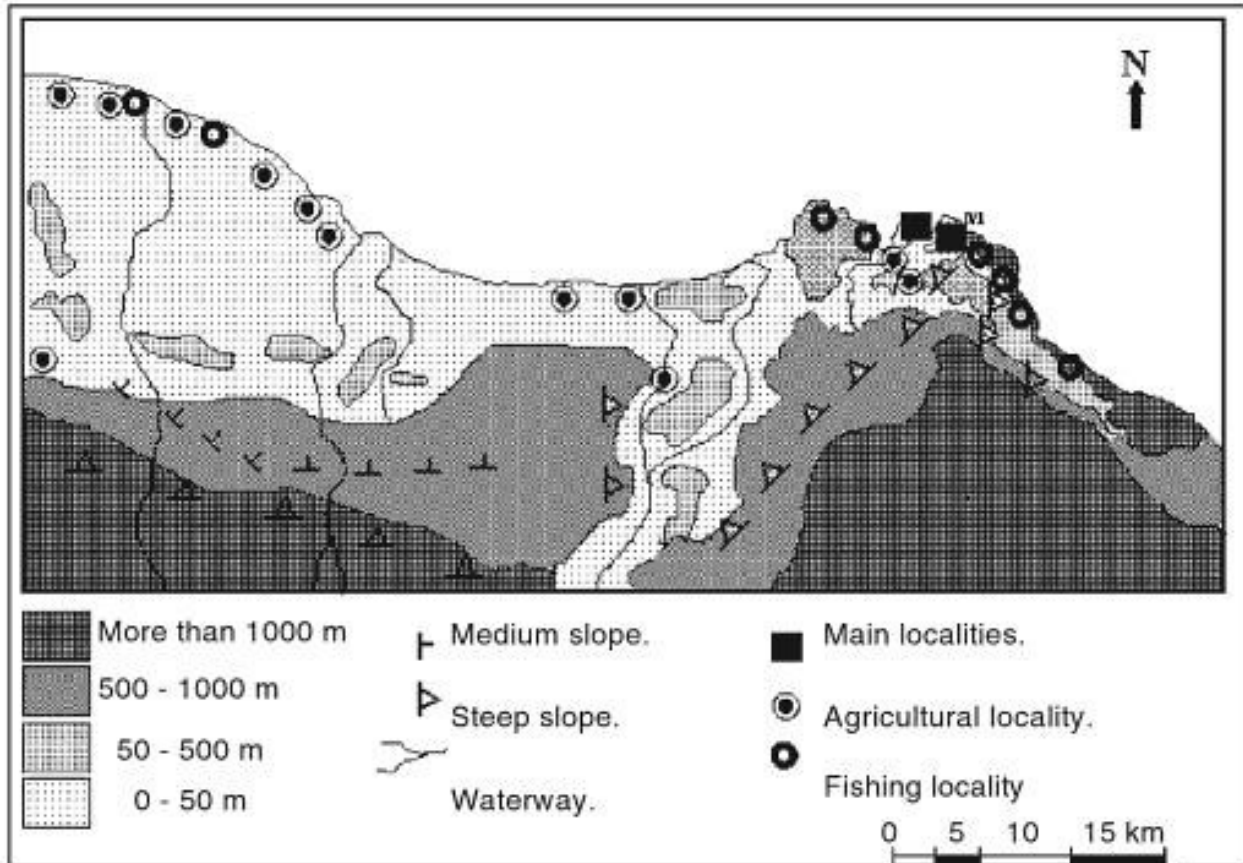
4.1.6 Urbanisation et étalement urbain à Mascate

Il serait erroné de considérer la vulnérabilité du gouvernorat de Mascate face au risque cyclonique comme étant exclusivement reliée à sa localisation maritime. La croissance démographique que Mascate a vécue depuis les dernières décennies a conduit à un important étalement urbain le long des franges côtières ainsi que dans les pentes des collines et dans les vallées des oueds (figure 23). Cela a eu pour effet d'exposer davantage les zones habitées aux impacts désastreux provenant de phénomènes météorologiques violents. (Belqacem, 2010)

Le gouvernorat de Mascate était, avant 1970, composé de deux principaux centres urbains et de 19 petites localités éloignées, parsemées et isolées sur une bande côtière très étroite (figure 23). Belqacem (2010) explique les différentes contraintes physiques qui formèrent l'espace urbain des premiers habitats à Mascate :

This very difficult site ranging between the imposing mountainous chain of Hajar Acharqui (Eastern) in the south and the coast of the gulf of Oman in the north, took the shape of a discontinuous ban dislocated by hills, waterways (wadis), and sand dunes. These physical elements subdivided the area in a series of inaccessible small hydrologic basins and a multitude of water-sheds (Fig. 1). (p. 235)

Figure 23 : Urbanisation et géographie du gouvernorat de Mascate avant 1970



Source : Fig. 1, Belqacem, 2010

Par ailleurs, en l'absence de toute infrastructure routière, ces localités ne maintenaient pratiquement aucune connectivité, à l'exception de la circulation côtière effectuée par voie maritime. Elles étaient complètement isolées les unes des autres, ainsi que des deux principaux centres. À l'aube des années 70, toutes ces localités totalisaient près de 56 000 habitants, répartis en six ou sept groupes ethniques différents et dont les statuts sociaux étaient inégaux.

Dans l'optique de transformer le gouvernorat de Mascate en une capitale nationale appropriée, les 20 localités traditionnelles éloignées et isolées se sont rapidement métamorphosées en une métropole de plus de 60 km de long, générant ainsi un intense développement urbain durable. Voici quelques caractéristiques du gouvernorat de Mascate :

- Polarisation de la ville comme centre administratif, économique, financier, industriel, culturel, etc.;
- À la fin du 20^e siècle, 41,4 % des sièges sociaux bancaires, tous les hôtels de renom, 45 % des établissements touristiques, 74,2 % des unités de production industrielle et la grande majorité des institutions d'éducation postsecondaire étaient situés à Mascate;
- La population de Mascate est passé de 56 000 habitants à 236 000 en une décennie (1970 à 1980).

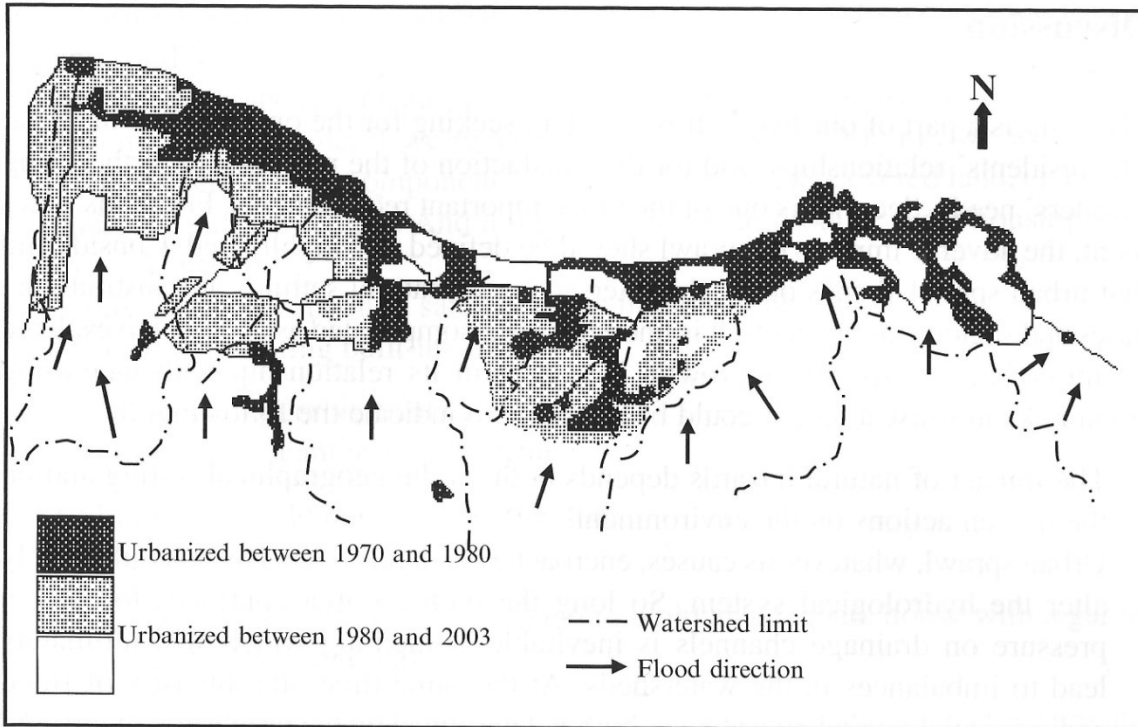
Depuis 1970, toute cette urbanisation rapide a fait en sorte que Mascate s'est étendue dans plusieurs zones à risques et cette dispersion rend par ce fait les efforts de secours plus laborieux.

Over the last 38 years, Muscat has extended into many risky neighborhoods especially into or near waterways, prone basins, and hillsides. [...] The urban development standards, the leapfrog pattern, and the conventional size of residential plots led to low density and a diffuse settlement. In the case of an extreme weather event like Gonu, the concerned authorities, especially Civil Defense, will find themselves facing a large populated area so that their efforts will be significantly dispersed. (Belqacem, 2010, p. 242)

Cette urbanisation non contrôlée depuis plusieurs décennies a eu pour effet de générer une ville étalée et peu densifiée (figure24). Conséquemment, de nombreuses zones résidentielles se sont localisées dans les zones à risques (figures 25 et 26). La notion de zones inondables ou de zones à risques n'était pas partie prenante du processus de planification, comme décrit par un gestionnaire de projet et ingénieur en drainage d'une compagnie œuvrant dans la construction d'infrastructure de transport lors d'une entrevue (il a refusé d'être cité nominativement) :

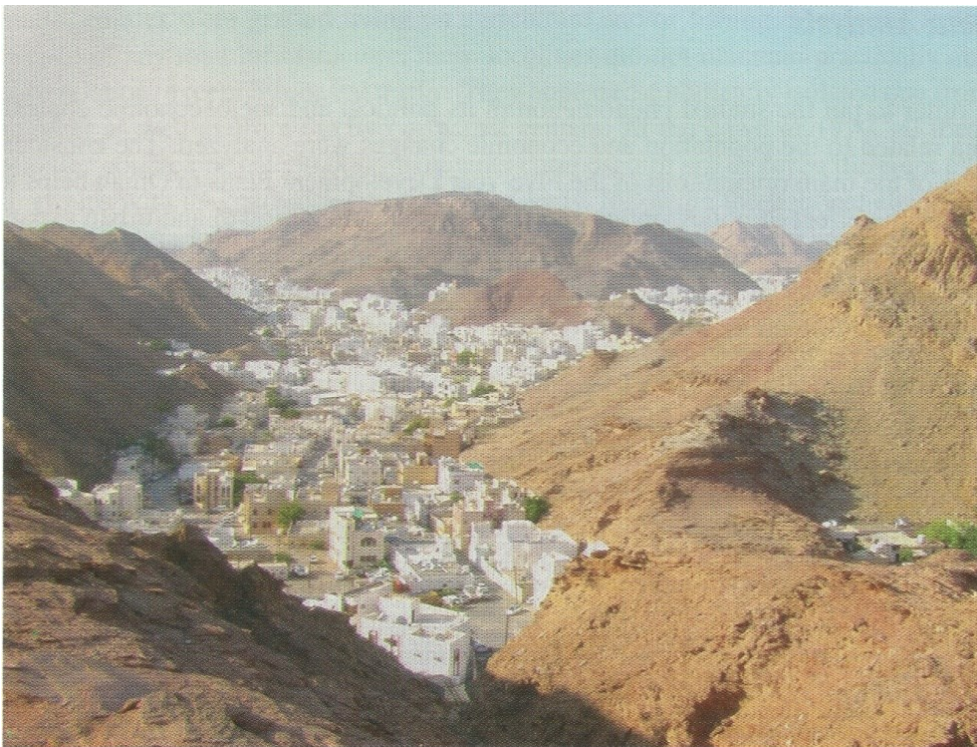
« Lors de la phase initiale de planification et de l'aménagement du gouvernorat de Mascate, les risques environnementaux n'étaient pas pris en compte. » [Gestionnaire de projet et ingénieur en drainage (23/04/2011)].

Figure 24 : Évolution de l'urbanisation du gouvernorat de Mascate depuis 1970



Source : Belqacem, 2010

Figure 25 : Contraintes topographiques et urbanisation non contrôlée dans l'ancien quartier de Al Hamriyah à Mascate



Source : Belqacem, 2010

Figure 26 : Chaines de montagnes qui entourent la vieille ville de Mascate



Source : Lloyd Images, 2009

Outre la problématique de la vulnérabilité face aux risques environnementaux, cet étalement urbain génère dorénavant des problèmes de circulation sur les artères principales du gouvernorat de Mascate. Toutefois, si on avait voulu éviter complètement d'urbaniser les zones inondables, la ville serait très peu densifiée et, de par ses nombreuses contraintes géographiques, d'autant plus étalée. Un des scénarios aujourd'hui envisagé par certains urbanistes et preneurs de décisions du gouvernorat de Mascate est l'expropriation de maisons et d'immeubles résidentiels dans le but de réduire la vulnérabilité des quartiers les plus à risque de Mascate. Cependant la faisabilité d'une telle procédure semble laborieuse.

Lors de l'entrevue que nous avons réalisée avec le directeur général d'une firme de consultation en hydrologie, ce dernier commenta les enjeux auxquels l'urbanisation de Mascate fait face en rapport à la problématique de la vulnérabilité cyclonique (il a refusé d'être cité nominativement).

« Il est impossible d'aménager une ville en fonction des pires scénarios possibles. On aurait une maison ici et un espace de 50 mètres avant la 2^e maison. Procéder de cette façon serait trop coûteux sans compter les nombreux désavantages. » [Directeur général (10/04/2011)].

« L'expropriation des maisons à risques est aussi problématique quant au choix des mesures d'évaluation. Pour ce qui est du cas du gouvernorat de Mascate, lorsque l'on veut exproprier les maisons situées dans une zone d'un oued on parle d'une centaine de maisons, mais lorsque l'on voudrait exproprier les maisons situées dans une zone inondable on peut parler d'une dizaine de milliers de maisons. La densité d'un quartier serait environ 60 % de ce qu'elle est présentement. » [Directeur général (10/04/2011)].

Voici les commentaires recueillis face aux difficultés auxquelles font face certaines instances gouvernementales en lien avec le processus de réduction de la vulnérabilité face au risque cyclonique.

« Muscat Municipality se trouve dans une position très difficile et souvent n'est pas en position de force face aux développeurs. Dû à des pressions en lien avec le développement économique de la ville ainsi que plusieurs autres facteurs, elle refuse rarement les projets de développement situés dans les zones à risques. » [Directeur général (10/04/2011)].

...« Un des grands défis auquel nous faisons face en Oman, est de sensibiliser les acteurs clés comme le ministère de l'Habitation, Muscat Municipality et d'autres de la gravité que le risque cyclonique représente et de la nécessité de réduire la vulnérabilité dans les zones urbaines. » [Directeur général (10/04/2011)].

4.1.7 Recommandations afin de contrer l'étalement urbain

Afin de réduire les impacts de futurs phénomènes naturels sur le gouvernorat de Mascate, voici les suggestions de Belqacem du département de Géographie de l'Université Sultan Qaboos (2010) :

1. Établir un périmètre urbain pour le gouvernorat de Mascate comme première étape afin d'éviter un étalement illimité;
2. Améliorer le système d'écoulement des eaux de ruissellement. (Mesure déjà entreprise par Muscat Municipality, Ministry of Water Resources et d'autres autorités);
3. Construire des tampons artificiels adéquats afin de maintenir l'eau, ou dans le but de réduire la vitesse des crues;
4. Réduire la surface des parcelles de logement, présentement conçues avec une moyenne de plus de 600 m². « For example, if we reduce it to the average of 400 m², we will save a third of every related component: a third of roads length, covered land, distances, and other infrastructures. And it will be possible to produce three housing units instead of two. »;
5. Pensez à la création de nouvelles villes satellites de taille moyenne;
6. Densifier l'actuelle agglomération :
 - Permettre des constructions verticales plus élevées;
 - Remplir les terrains vacants disponibles;
7. L'approche culturelle : convaincre les gens que :
 - Un appartement est aussi une maison;
 - Une parcelle résidentielle de 400 m² est suffisamment grande pour construire une maison adéquate avec un jardin et un stationnement intérieur;
8. Il y a un besoin urgent de procéder à une étude exhaustive en utilisant des outils de recherche innovateurs, tels que les SIG et les techniques de télédétection, afin d'examiner et de quantifier les liens entre l'étalement urbain et les risques d'inondation.

Dans ce passage Belqacem (2010) nous résume l'importance de contenir l'étalement urbain comme un enjeu de la réduction de la vulnérabilité face au risque cyclonique et ce, dans un contexte de changement climatique.

The vulnerability of Muscat is not an issue generated by urban sprawl only because natural settings and unforeseeable weather events are closely related to it. However, the management of unexpected hazards will be more knotty if sprawling is not contained. In the context of climate change and increase cyclones' frequency, urban planning is facing a major challenge. (Belqacem, 2010, p. 242)

Tel que décrit par Balqacem ci-haut, un des plus grands défis en terme de planification urbaine qui attend le gouvernorat de Mascate dans les années à venir est de contenir son urbanisation et d'éviter l'étalement urbain qui ne cesse de proliférer. De nombreux règlements d'urbanisme seront nécessaires, mais aussi un programme d'éducation afin de conscientiser les habitants de la capitale omanaise aux conséquences qu'aurait un tel étalement. Comme plusieurs villes déjà, dans un contexte de changements climatiques, les habitants de Mascate devront ainsi changer leurs habitudes de vie dans le but de développer une ville plus durable et, par conséquent, de réduire leur vulnérabilité face aux risques.

4.1.8 Représentation cartographique de la vulnérabilité des quartiers Al-Ghubra et Al-Azaiba

Dans la carte figure 27 nous avons représenté, grâce aux systèmes d'information géomatique, les différents quartiers qui font partie du wilayat Bawshar. Nous identifions aussi d'importants facteurs de la vulnérabilité physique tels que les nombreux réseaux d'oueds, l'ensemble du réseau routier présent dans le wilayat, la proximité des quartiers Al-Azaiba et Al-Ghubra de la mer d'Oman ainsi que la topographie qui démontre l'élévation de la chaîne de montagnes qui enclave le wilayat Bawshar.

Le wilayat Bawshar s'étale sur plus de 22 km de longueur et ce principalement à cause du fait que les contraintes géographiques, comme la mer située au nord et la chaîne de montagnes située au sud, façonnent les zones de développement urbain.

Parsemé de réseaux d'oueds qui découlent des montagnes et se canalisent vers la mer, le wilayat Bawshar est souvent à risque d'inondation principalement dû au fait que la majorité des oueds ne

convergent pas tous en des canaux construits afin d'assurer une canalisation efficace et sans risque vers la mer. La figure 27 identifie aussi à quel point ces réseaux de oueds passent à travers les différents réseaux routiers et zones urbanisées.

Bien que le principal axe routier (autoroute Sultan Qaboos, représenté en noir (trait plus foncé) sur la figure 27) soit en partie surélevé dans le wilayat Bawshar, l'accès vers et hors de l'autoroute dans ces zones devient très problématique lors de fortes pluies. Les sections de cette autoroute qui ne sont pas surélevés deviennent quasi inaccessibles dû aux inondations. Rappelons que cet axe routier est l'autoroute la plus utilisée de la ville de Mascate et surtout dans le wilayat en question et donc, conséquemment, primordiale lors de l'évacuation de zones sinistrées.

La figure 28 focalise sa représentation cartographique sur l'un des deux quartiers du wilayat Bawshar les plus endommagés à la suite du passage du cyclone Gonu, soit le quartier d'Al-Ghubra Nord. On y remarque une grande densité d'îlots majoritairement résidentiels mais aussi d'importants développements à vocation mixte (résidentiel et commercial) qui longent de principaux axes routiers.

Pour ce qui est de la figure 29, nous avons juxtaposé à la figure 28 une représentation géoréférencée de l'étendue qu'aurait une inondation (récurrence de 100 ans) sur l'ensemble du quartier Al-Ghubra Nord. Les zones inondables, à la suite d'une inondation de récurrence de 100 ans (comparable à celles obtenues lors d'un impact avec un aléa cyclonique tel que Gonu), incluent 715 lots résidentiels (27,3 % de la superficie totale qu'occupent les lots résidentiels dans ce même quartier) et 224 lots mixtes (26,6 % de la superficie totale qu'occupent les lots mixtes). La superficie totale inondée pour le quartier Al-Ghubra serait de 1 083 536 m² soit l'équivalent de 30,6 % de la superficie totale du quartier (tableaux 13 et 15).

Bien que les îlots à zonage purement commercial soient quasi inexistant, les édifices à zonage mixte (résidentiel et commercial) sont présents en grand nombre (466 lots, soit 16 % du nombre total de lots) et occupent 24 % de la superficie totale du quartier. Ces même lots à usage mixte ont presque tous pignon sur rue, et sont situés sur les principaux axes routiers. Certains commerces situés dans ces immeubles à vocation mixte du quartier Al-Ghubra sont des points de vente qui

fournissent aux résidents des denrées alimentaires. Encore une fois les logistiques d'évacuation s'avèrent complexes par le fait qu'une bonne portion des principaux axes routiers utilisés lors d'évacuations d'urgence seront eux-mêmes inondés (la rue 18th November et l'autoroute Sultan Qaboos). Outre les développements à zonage mixte, on remarque qu'une partie principalement résidentielle du quartier situé dans la région nord-ouest est fortement affectée par les inondations et sera par conséquent coupée du reste du quartier Al Ghubra Nord lors de fortes précipitations. Tous ces aspects augmentent non seulement la vulnérabilité des résidents du quartier mais aussi leur résilience à la suite de l'aléa.

La figure 30 représente le quartier Al-Azaiba Nord (l'autre quartier du wilayat Bawshar qui fut durement touché à la suite du passage du cyclone Gonu) qui se situe tout juste à l'ouest du quartier Al-Ghubra Nord. Encore une fois notre représentation cartographique nous permet de visualiser les réseaux d'oueds ainsi que le zonage qui est majoritairement à usage résidentiel et mixte. Bien qu'en terme de quantité les lots résidentiels soient grandement majoritaires (89 % du nombre total de lots), les lots à usage mixte (résidentiel et commercial) représentent tout de même 25,3 % de la superficie totale occupée comparativement à 36,4 % pour les lots résidentiels (tableau 14).

Les zones inondables du quartier Al-Azaiba Nord sont représentées sur la figure 31. On remarque que l'ensemble des lots résidentiels longeant l'axe routier principal (18th November Street) sont complètement inondés, ceux-ci comptant pour 1022 lots résidentiels (41,2 % de la superficie totale qu'occupent les lots résidentiels) et 76 lots mixtes (21,2 % de la superficie totale qu'occupent les lots mixtes). Pour ce qui est de la superficie totale inondée pour le quartier Al-Azaiba Nord, celle-ci est de 2 571 325 m², soit 48,1 % de la superficie totale du quartier. Toutefois si l'on ne tient pas compte des lots à zonage gouvernemental, étant donné que pour le moment presque l'entièreté de ces derniers est inoccupé, la superficie totale inondée serait de 21,3 % (tableaux 14 et 16).

La morphologie urbaine des deux quartiers étudiés est typique de l'aménagement que prônait le ministère du Logement et la municipalité de Mascate au début des années 90, soit d'avoir des immeubles à zonage mixte à moyenne densité le long des routes principales, de façon à encadrer les zones résidentielles. La forme urbaine du quartier Al-Azaiba Nord, bien que voisin du quartier Al Ghubra, est différente sur certains aspects. Les lots à zonage mixte (résidentiel et commercial)

sont présents mais en plus petit nombre (186 lots, soit 7 % du nombre total de lots), toutefois ces mêmes lots occupent tout de même 25 % de la superficie totale du quartier Al-Azaiba Nord. La superficie occupée par les lots à zonage mixte dans ce quartier est de 1 353 830 m² versus 843 565m² pour le quartier Al-Ghubra Nord. Tel que l'on peut observer sur la figure 30, bien que moins nombreux ces lots à usage mixte occupent une plus grande superficie et sont en majeure partie situés le long de l'autoroute Sultan Qaboos. Au nord de ces bâtiments à zonage mixte, on remarque une forte concentration de lots résidentiels.

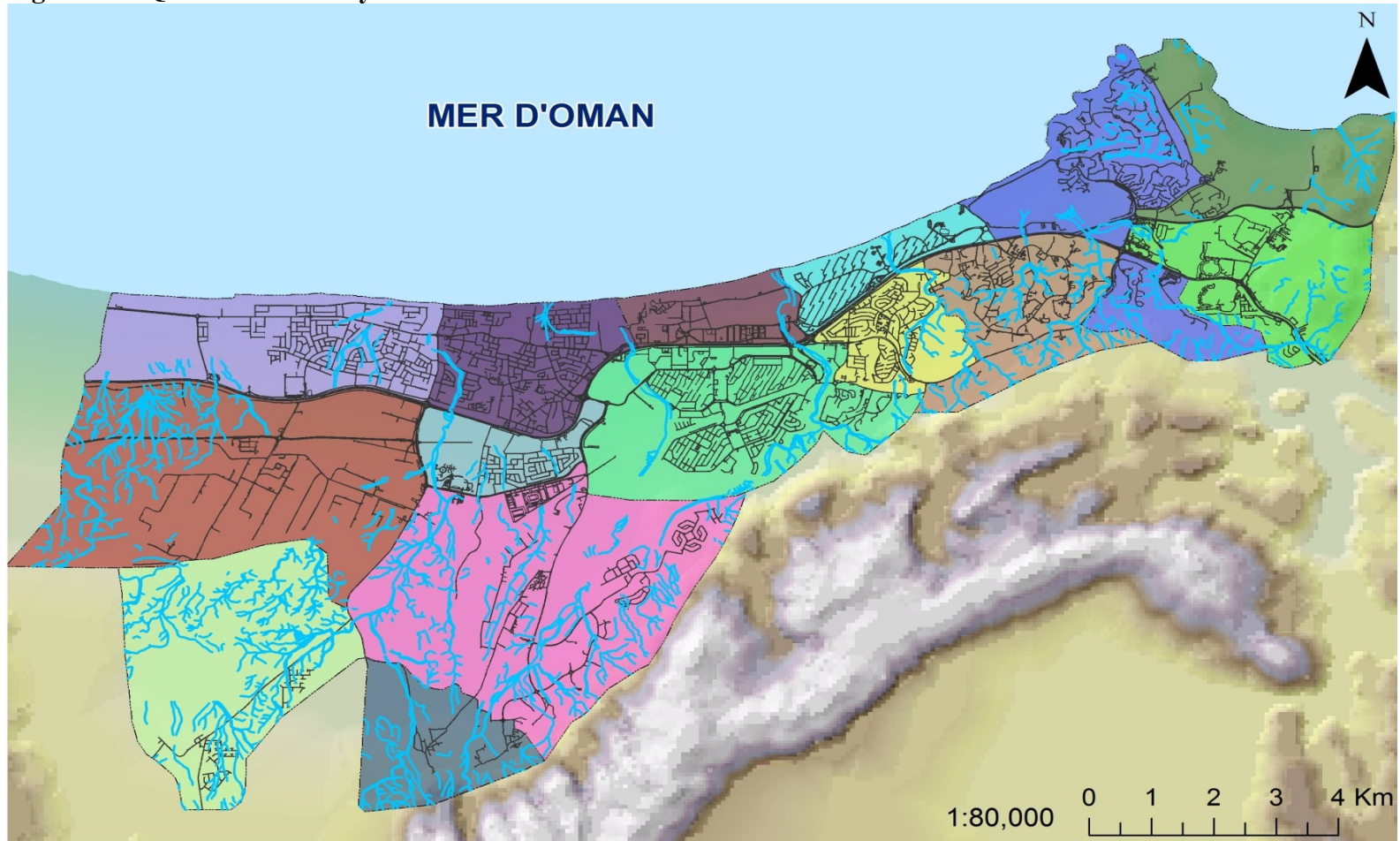
Bien que très bien desservi à l'intérieur des zones résidentielles par un réseau extensif de routes secondaires, l'accès à la rue 18th November (axe routier principal situé au nord du quartier) est problématique dans le quartier Al Azaiba Nord dû au manque de jonctions y donnant accès (15 jonctions sur une portion de 4 km de routes vs 23 jonctions sur la même portion pour le quartier Al-Ghubra). En cas d'évacuation, la fluidité des réseaux routiers des quartiers Al Ghubra Nord et Al Azaiba Nord sera affectée car les points d'accès sont limités, surtout dans le quartier Al Azaiba. Il est aussi important de noter qu'en cas d'engorgement ou d'inaccessibilité de l'autoroute Sultan Qaboos, les quartiers avoisinants utiliseront aussi les mêmes axes routiers, réduisant ainsi encore plus la fluidité du trafic et l'accessibilité des véhicules de secours.

Dans les deux quartiers, les lots à usage résidentiel et mixte (résidentiel/commercial) inondés représentent une bonne portion de la superficie totale inondée (basé sur une récurrence de 100 ans). Pour le quartier Al-Ghubra Nord leur superficie compte pour 62 % de la surface totale inondée et pour ce qui est du quartier Al-Azaiba la superficie des lots à usage résidentiel et mixte représente 42 %.

En analysant la superficie de la portion inondée de ces mêmes lots en rapport avec la superficie que l'ensemble de ces lots occupe dans chaque quartier, on obtient un pourcentage de 27 % pour les lots résidentiels et 27 % pour les lots mixtes du quartier Al-Ghubra; et 41 % pour les lots résidentiels et 21 % pour les lots mixtes dans quartier Al-Azaiba. Une analyse importante, que nous avons effectué en juxtaposant les données géomatiques à l'observation directe effectuée lors de visites sur le terrain d'étude, est que les bâtiments de population aisée dans les deux quartiers

(surtout ceux à proximité de la mer ou d'un axe routier principal) sont aussi situés dans des zones inondables et ne bénéficient pas de mesure particulière afin d'atténuer les effets des inondations.

Figure 27 : Quartiers du wilayat Bawshar

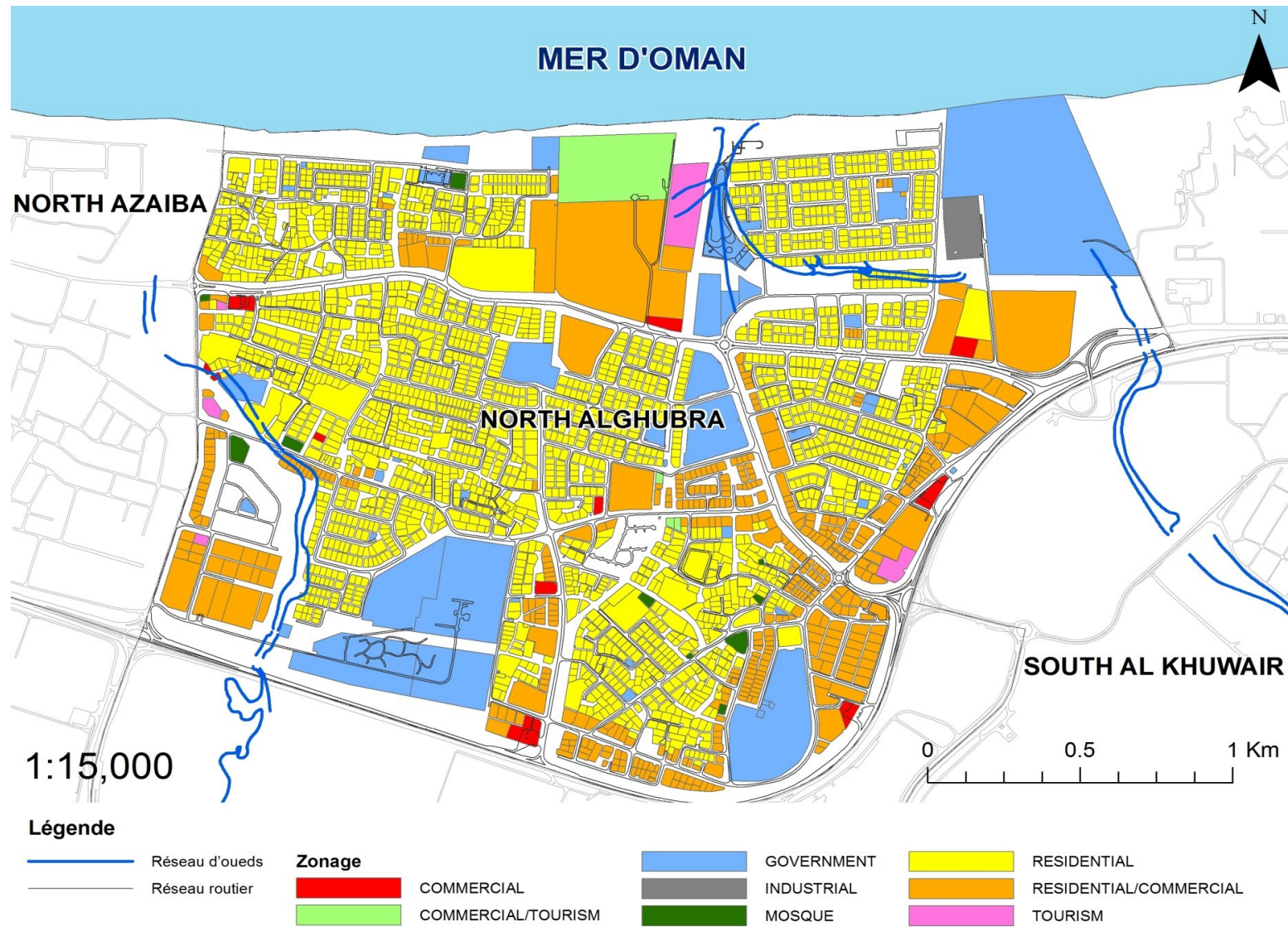


Légende

- | | | | | | |
|------------------|------------------------------|--------------------------|------------------|------------------|--------------------|
| — Réseau routier | Quartiers du wilayat Bawshar | ALSAROOJ | MINA ALFAHAL | SOUTH AL KHUWAIR | Élévation (mètres) |
| — Réseau d'oueds | AL ILAM CITY | BAUSHAR | NORTH AL KHUWAIR | SOUTH ALGHUBRA | High : 750 |
| | AL QURM HEIGHTS | GHALA | NORTH ALGHUBRA | SOUTH AZAIBA | Low : 0 |
| | AL WATIYA | MADINAT AL SULTAN QABOOS | NORTH AZAIBA | ALANSAB | |

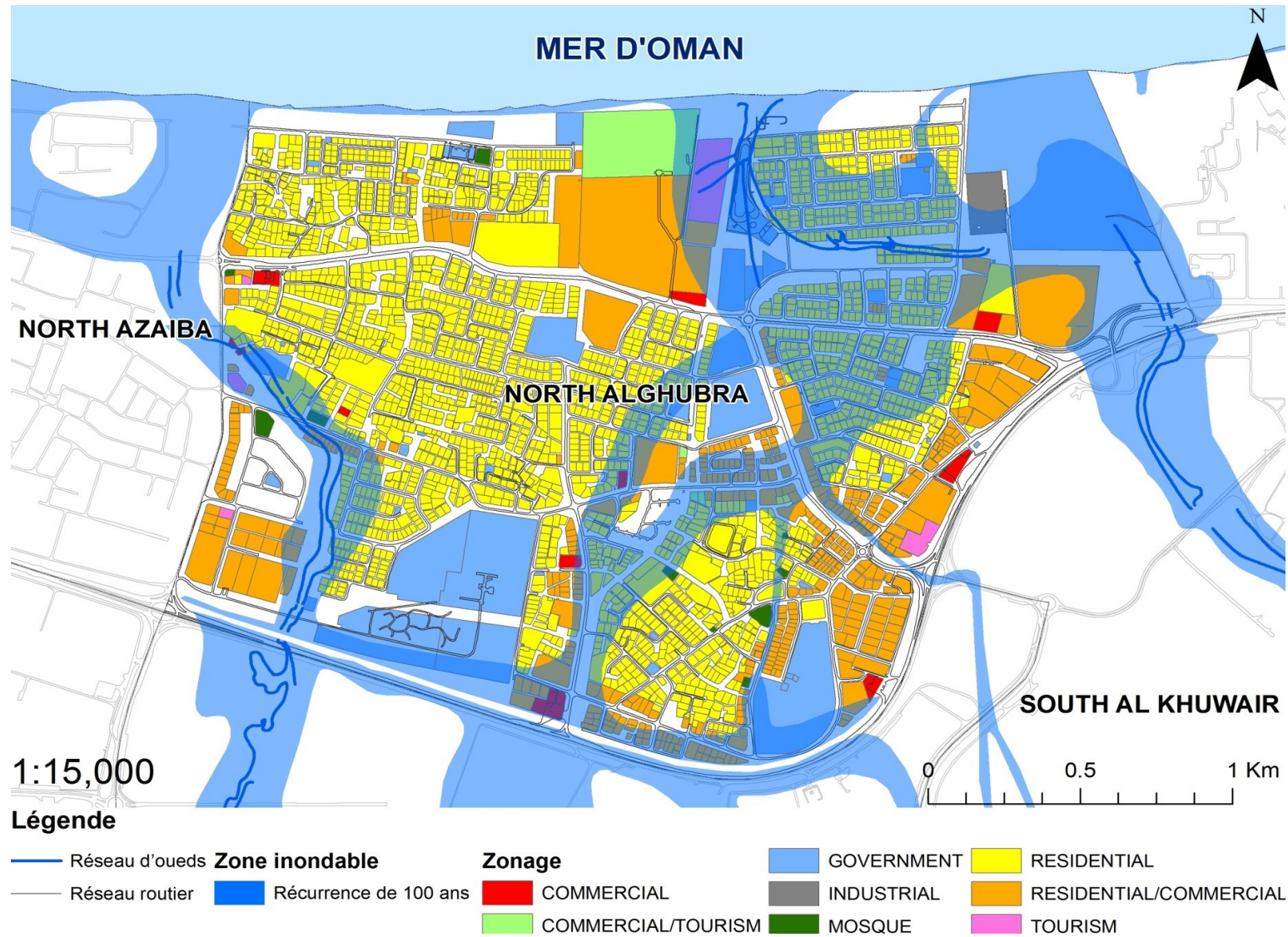
Source : Mohamed, 2012 à partir de données géomatiques fournies par SQU

Figure 28 : Quartier Al-Ghubra Nord



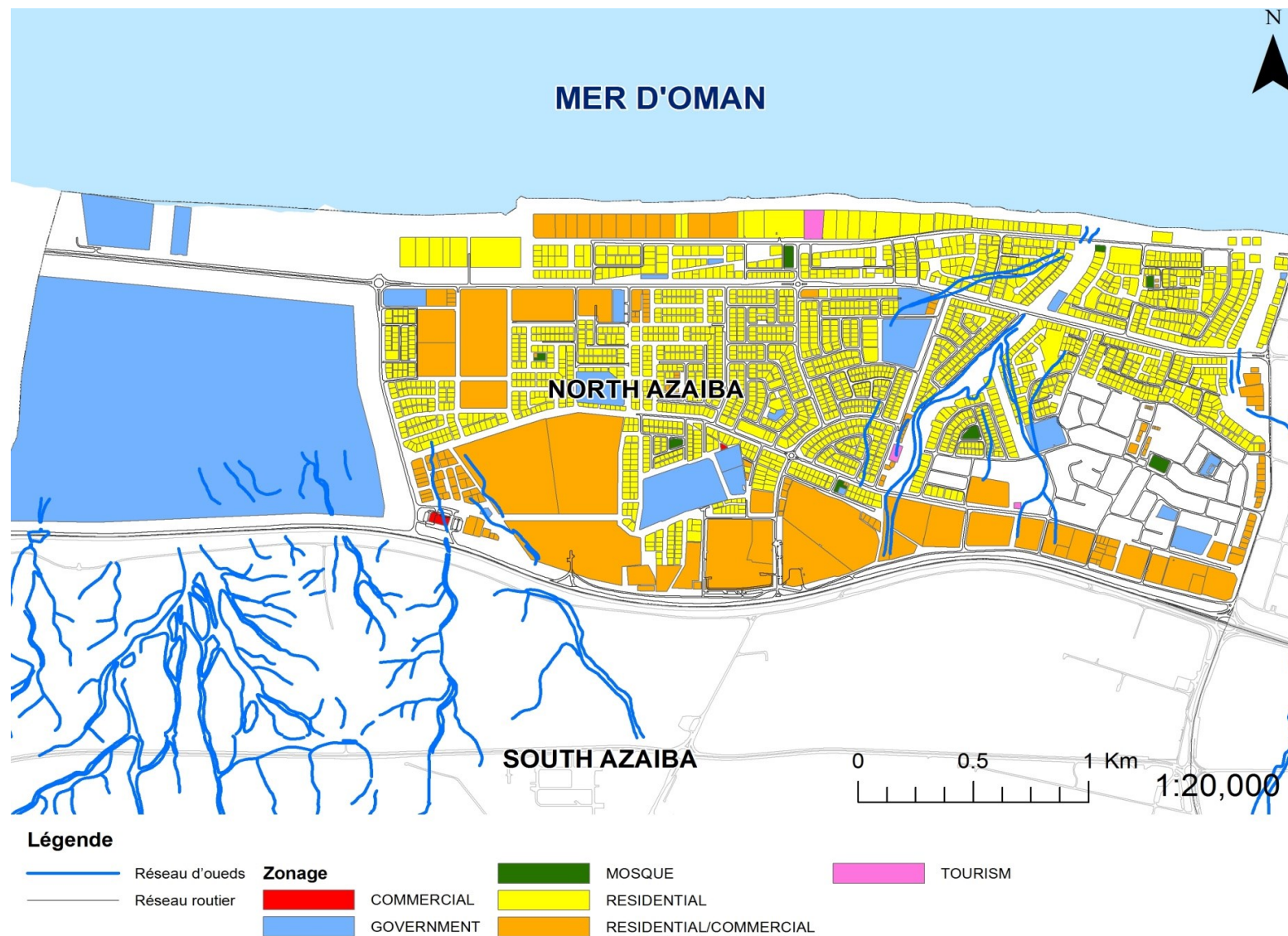
Source : Mohamed, 2012 à partir de données géomatiques fournies par SQU

Figure 29 : Zones inondables du quartier Al-Ghubra Nord



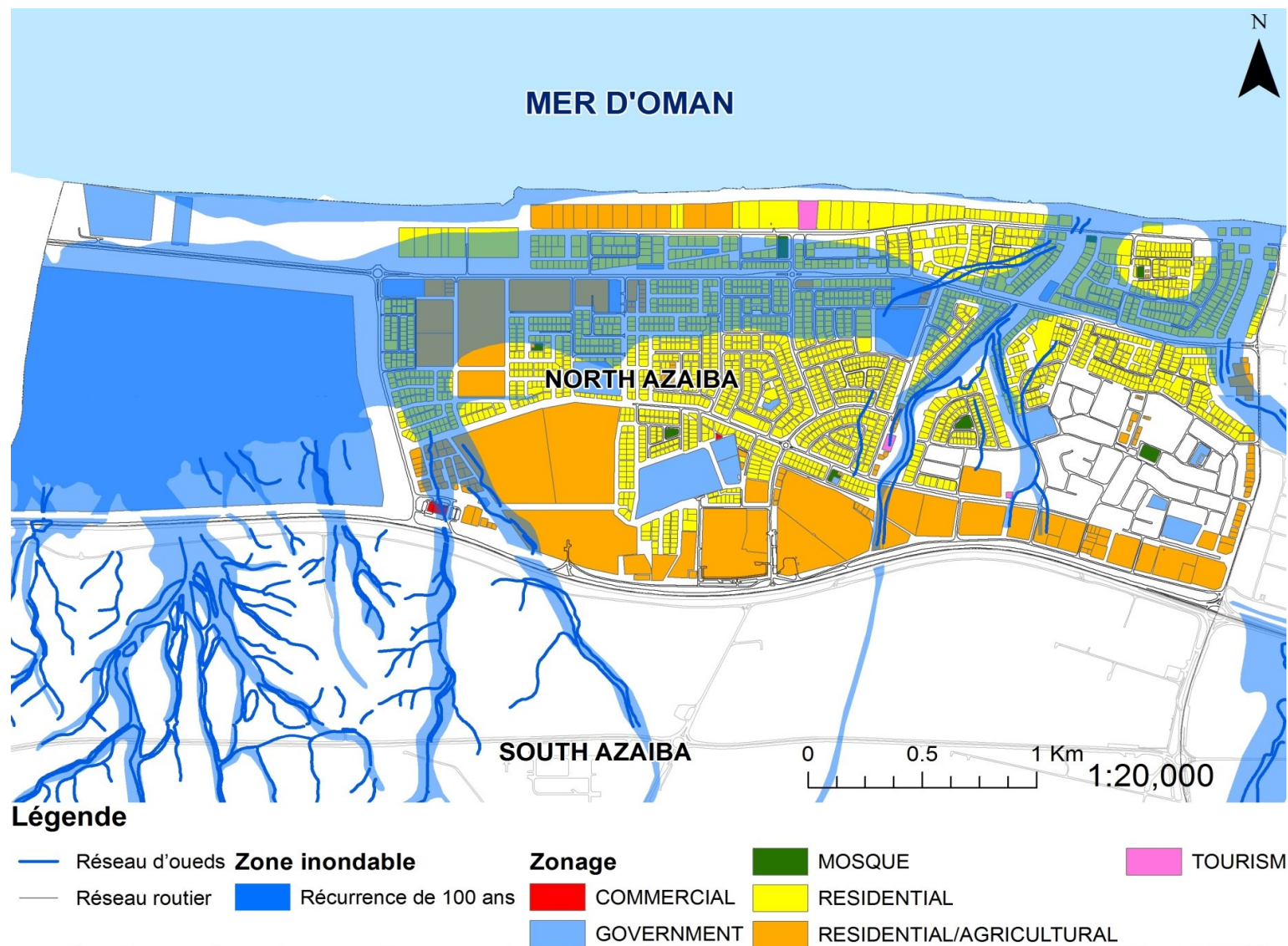
Source : Mohamed, 2012 à partir de données géomatiques fournies par SQU

Figure 30 : Quartier Al-Azaiba Nord



Source : Mohamed, 2012 à partir de données géomatiques fournies par SQU

Figure 31 : Zones inondables du quartier Al-Azaiba Nord



Source : Mohamed, 2012 à partir de données géomatiques fournies par SQU

Tableau 13 : Zonage du quartier Al-Ghubra Nord

Type de zonage	Nombre de lots	Superficie (m2)	Ratio de la superficie totale occupée
Non attribué	11	34 475	0,9 %
Commercial	11	37 736	1,1 %
Commercial/touristique	4	88 348	2,5 %
Gouvernemental	84	804 997	22,7 %
Industriel	1	25 207	0,7 %
Mosquée	10	17 986	0,5 %
Résidentiel	2 372	1 639 122	46,4 %
Résidentiel et commercial	466	843 565	23,9 %
Touristique	5	45 355	1,3 %
TOTAL	2 964	3 536 791	100 %

Source : Mohamed, 2012 à partir de données géomatiques fournies par SQU

Tableau 14 : Zonage du quartier Al-Azaiba Nord

Type de zonage	Nombre de lots	Superficie (m2)	Ratio de la superficie totale occupée
Non attribué	54	69 208	1,3 %
Commercial	2	4 609	0,1 %
Gouvernemental	35	1 934 971	36,2 %
Mosquée	8	21 053	0,4 %
Résidentiel	2 337	1 946 486	36,4 %
Résidentiel et commercial	186	1 353 830	25,3 %
Touristique	3	14 806	0,3 %
TOTAL	2 625	5 344 964	100 %

Source : Mohamed, 2012 à partir de données géomatiques fournies par SQU

Tableau 15 : Lots du quartier Al-Ghubra Nord situés dans des zones inondables (récurrence de 100 ans)

Type de zonage	Nombre de lots inondés	Superficie (m2)	Ratio de la superficie totale inondé
Non attribué	7	20 323	1,9 %
Commercial	7	12 202	1,1 %
Commercial/touristique	3	18 186	1,7 %
Gouvernemental	43	311 759	28,8 %
Industriel	1	10 154	0,9 %
Mosquée	6	4 345	0,4 %
Résidentiel	715	447 579	41,3 %
Résidentiel et commercial	224	224 470	20,7 %
Touristique	2	34 519	3,2 %
TOTAL	1 008	1 083 536	100 %

Source : Mohamed, 2012 à partir de données géomatiques fournies par SQU

Tableau 16 : Lots du quartier Al-Azaiba Nord situés dans des zones inondables (récurrence de 100 ans)

Type de zonage	Nombre de lots inondés	Superficie (m2)	Ratio de la superficie totale inondée
Non attribué	40	38 939	1,7 %
Commercial	1	2 776	0,1 %
Gouvernemental	21	1 434 455	55,8 %
Mosquée	3	5 799	0,2 %
Résidentiel	1022	802 215	31,1 %
Résidentiel et commercial	76	286 967	11,1 %
Touristique	1	175	0,0 %
TOTAL	1 164	2 571 325	100 %

Source : Mohamed, 2012 à partir de données géomatiques fournies par SQU

Limites d'une étude hydrologique

L'étude hydrologique est basée sur un ensemble de données statistiques, par exemple la fréquence de précipitations, les records de précipitations reçues, ainsi que d'autres variables auxquelles on applique différentes formules mathématiques (formule du débit de pointe *peak runoff* $Q = GF \times MAF$, où $Q = \text{peak discharge (m}^3/\text{sec)}$, $GF = \text{growth factor}$, $MAF = \text{mean area factor}$, utilisée dans Parsons, 2010). Le tout est assujéti à la disponibilité et à la qualité des archives pour le site étudié. Bien entendu, souvent ces études ne prennent pas en compte les changements climatiques et elles ne peuvent dresser un juste portrait si elles sont (les études hydrologiques) analysées en silo.

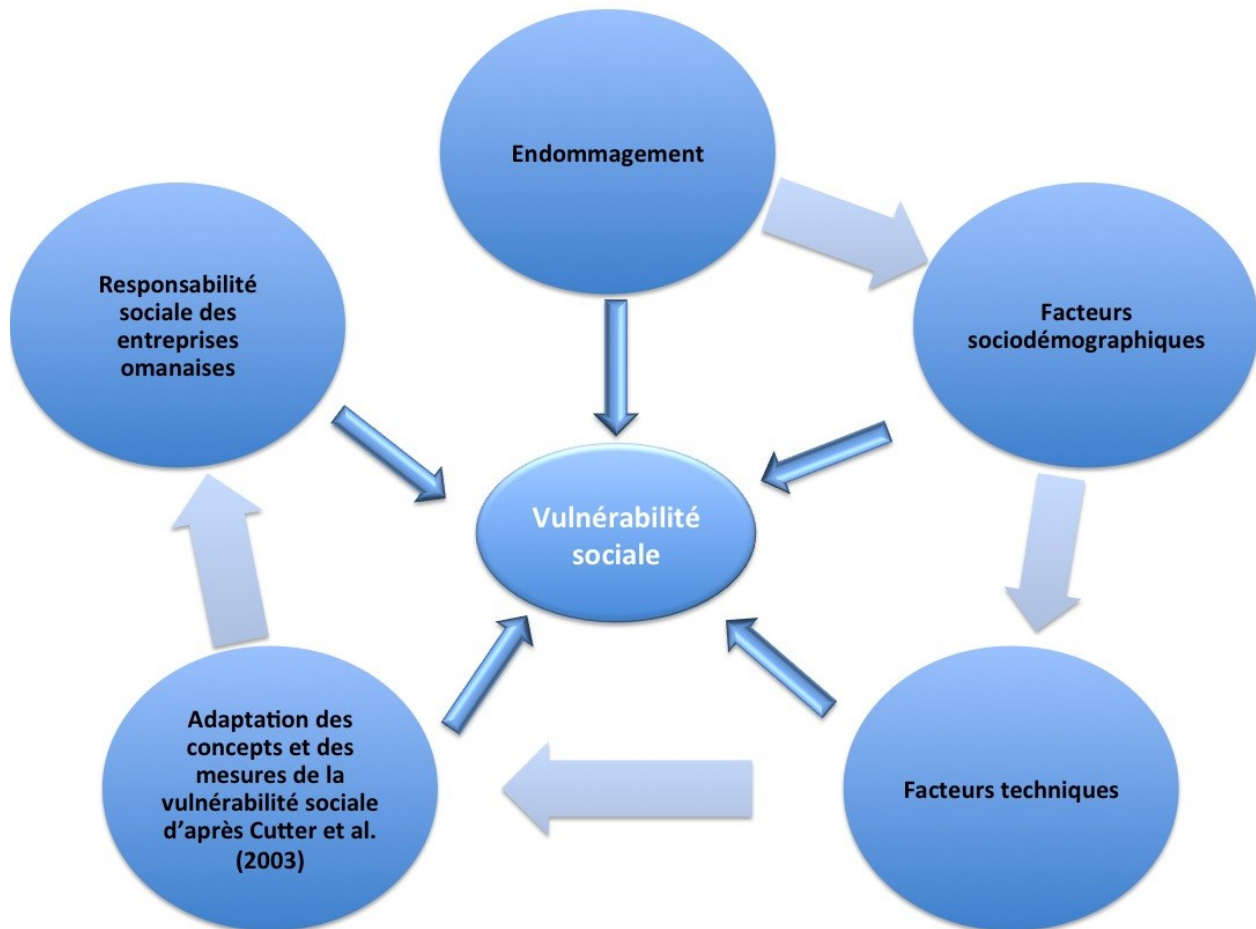
4.1.9 Conclusion

Tel que présenté, plusieurs facteurs influencent la vulnérabilité de l'Oman face au risque cyclonique, particulièrement dans les zones urbaines situées dans le wilayat de Bawshar. Bien qu'on ne peut toujours pas affirmer avec certitude les effets directs d'un réchauffement climatique sur la mousson et donc, par conséquent, sur la fréquence et/ou l'intensité des cyclones tropicaux, on peut toutefois attester que ce phénomène devient de plus en plus récurrent dans cette région ainsi que dans l'océan Indien Nord. Les différentes contraintes géographiques, topographiques, hydrologiques et conjoncturelles du wilayat Bawshar ne font qu'accentuer l'effet dévastateur qu'ont les fortes précipitations générées par ces mêmes cyclones.

4.2 Vulnérabilité sociale

Cette section du mémoire vise à présenter et analyser la vulnérabilité sociale de la population de notre zone d'étude, soit le wilayat Bawshar. Nous présenterons un portrait de l'endommagement subi, des facteurs sociodémographiques, des facteurs techniques ainsi que d'autres éléments à caractères sociaux en lien avec la vulnérabilité face au risque cyclonique (figure 32). Les éléments vulnérables présentés ainsi que leurs variables respectives, sont basés sur les théories mises de l'avant par Cutter et al., 2003; Thouret et D'Ercole, 1996; Wisner et al., 2004; et Schneiderbauer et Ehrlich, 2006. Ces modèles d'analyse ainsi que les théories présentées dans le cadre théorique et analytique afin de dresser la vulnérabilité sociale d'une population seront adaptés au contexte omanais. Cette vulnérabilité sera en conséquence présentée sous différentes échelles en raison de la disponibilité de certaines données. Par exemple, certains indicateurs statistiques peuvent représenter la population au niveau du wilayat Bawshar, d'autres au niveau du gouvernorat de Mascate ou même au niveau de l'ensemble du pays. Tel que mentionné dans la section traitant de la méthodologie de ce travail de recherche, certains des éléments d'analyses de la vulnérabilité sociale seront complétés de données recueillies lors du sondage réalisé auprès de 30 foyers situés dans les quartiers Al-Ghubra Nord et Al-Azaiba Nord (quartiers situés dans le wilayat Bawshar et qui figurent parmi les plus durement affectés à la suite du passage du cyclone Gonu à Mascate).

Figure 32 : Chronologie de l'analyse des facteurs de la vulnérabilité sociale



Source : Mohamed, 2012

4.2.1 Limites de l'analyse des facteurs de vulnérabilité sociale

Ne pouvant, pour de multiples raisons (voir détails plus bas), présenter certains éléments que nous aurions initialement voulu recueillir lors de la collecte de données, nous présenterons dans cette section du mémoire les indicateurs présentant les principaux enjeux socio-économiques d'actualité pour l'Oman et ceux qui permettent de dresser un portrait important en lien avec l'étude de la vulnérabilité face au risque cyclonique.

Les limites auxquelles souscrit cette recherche, la disponibilité de certaines données à l'échelle de notre zone d'étude ainsi que l'échantillonnage utilisé lors du sondage ne permettent pas d'offrir

une représentativité statistique exemplaire (95 % de représentativité) de la population à risque, mais nous a toutefois permis d'établir les enjeux principaux de cette vulnérabilité sociale. Éléments sur lesquels des études ultérieures devront être réalisées afin d'identifier de façon détaillée les changements à faire afin de réduire cette même vulnérabilité.

Outre la revue documentaire utilisée comme outil de collecte de données, nous avons aussi eu recours au sondage et à l'entrevue semi-dirigée. Lors du processus de collecte de données, nous avons fait face à plusieurs enjeux et difficultés liés principalement au fait que le début de notre séjour de recherche s'effectua en Oman au printemps 2011. Les délais estimés afin de compléter la collecte de données ont largement été dépassés. Lors du début de la collecte de données (mars 2011), le contexte sociopolitique sur le terrain était très tendu, dû aux maintes manifestations et pressions populaires qui sévissaient en Oman ainsi que dans le reste du monde arabe (étiquetées « Printemps Arabe »). La grande majorité des acteurs que nous voulions interviewer ou sonder n'étaient donc pas disponibles et l'accès à plusieurs sources d'informations a conséquemment été plus laborieux, voir suspendu jusqu'à la fin des pressions populaires. Certaines agences gouvernementales ou ministères étaient complètement paralysés et d'autre même inaccessibles pendant cette période (ex. Ministère de l'Économie nationale).

Le questionnaire distribué aux répondants (choisis aléatoirement) des deux quartiers les plus touchés du wilayat Bawshar (Al-Ghubra et Al-Azaiba) étaient joints à une approbation de l'université Sultan Qaboos, accompagné d'un formulaire de consentement (approuvé par le comité plurifacultaire d'éthique de la recherche de l'université de Montréal) ainsi que d'une note de présentation du chercheur et de son superviseur de recherche en Oman (Dr. Adnan Al-Azri). Que ce soit dans le formulaire de consentement ou dans la note de présentation, nous réitérions de manière très détaillée la confidentialité des données colligées ainsi que les objectifs du questionnaire et conséquemment du projet de recherche. Pourtant, plusieurs répondants étaient réticents et la majorité de ceux ayant complété le questionnaire mirent plusieurs mois avant de nous le remettre. Il est difficile d'identifier exactement les causes des difficultés encourues, une des principales raisons est logiquement liée au contexte sociopolitique qui sévissait au printemps et à l'été 2011. Le fait de répondre à un questionnaire fourni par un étudiant étranger lors du

« Printemps Arabe » pouvait certainement susciter son lot d'inquiétudes. Le fait de sonder la population par un questionnaire est un moyen de collecte de données peu utilisé par les chercheurs en Oman. En temps normal la population générale n'est sondée que pour le recensement national.

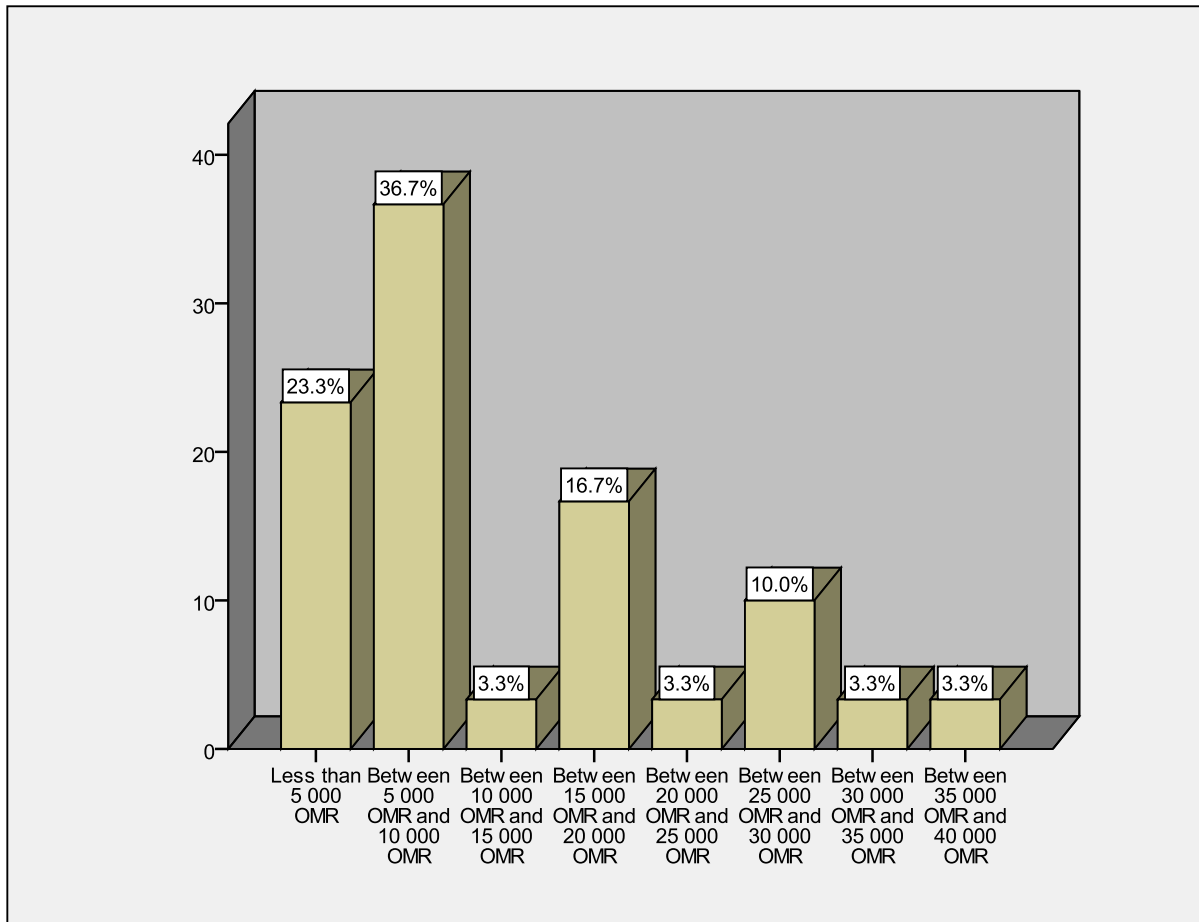
4.2.2 Endommagement subi par les résidents à la suite du passage du cyclone Gonu

Voici certains des éléments que nous avons pu ressortir de notre analyse du sondage réalisé sur le terrain d'étude.

À la suite du passage du cyclone Gonu, huit foyers sur les 30 sondés admettent qu'au moins un des résidents de leur ménage a subi des blessures physiques et/ou psychologiques; 28 des 30 foyers sondés (93.3 %) ont, à un certain point, subi des pannes d'électricité ou d'eau courante (un des deux services publics); toutefois 23 foyers (76,7 % des foyers sondés) ont manqué d'électricité et d'eau courante (les deux services publics). La lacune dura en moyenne sept jours, pour ce qui est de l'eau courante et cinq jours pour l'électricité. Tous les foyers d'Al-Ghubra Nord et d'Al-Azaiba Nord ayant participé à l'étude confirment avoir subi des pertes financières et que l'entièreté de ces pertes financières était liée à leurs biens personnels et non à une perte de revenus générés par leurs emplois. Ces pertes financières (coût total) se chiffrent en moyenne entre 10 000 et 15 000 OMR (approximativement entre 25 000 et 37 500 dollars canadiens). Il est toutefois important de spécifier que 20 % des foyers (6 foyers sur 30) ont subi des pertes se situant entre 20 000 et 40 000 OMR (approximativement entre 50 000 et 100 000 dollars canadiens) (figure 33). Ces pertes financières ont été calculées par chacun des répondants et représentent le montant total associé aux dommages subis à la suite du passage du cyclone Gonu. Cet endommagement représente les dommages subis sur le terrain, la maison, l'automobile(s) ainsi que tout autre bien. (Source : Mohamed, 2011 (à partir du sondage effectué sur le terrain d'étude, 2011)).

Nous présentons en annexe 6 plusieurs photos qu'un des foyers sondés a décidé de partager avec nous.

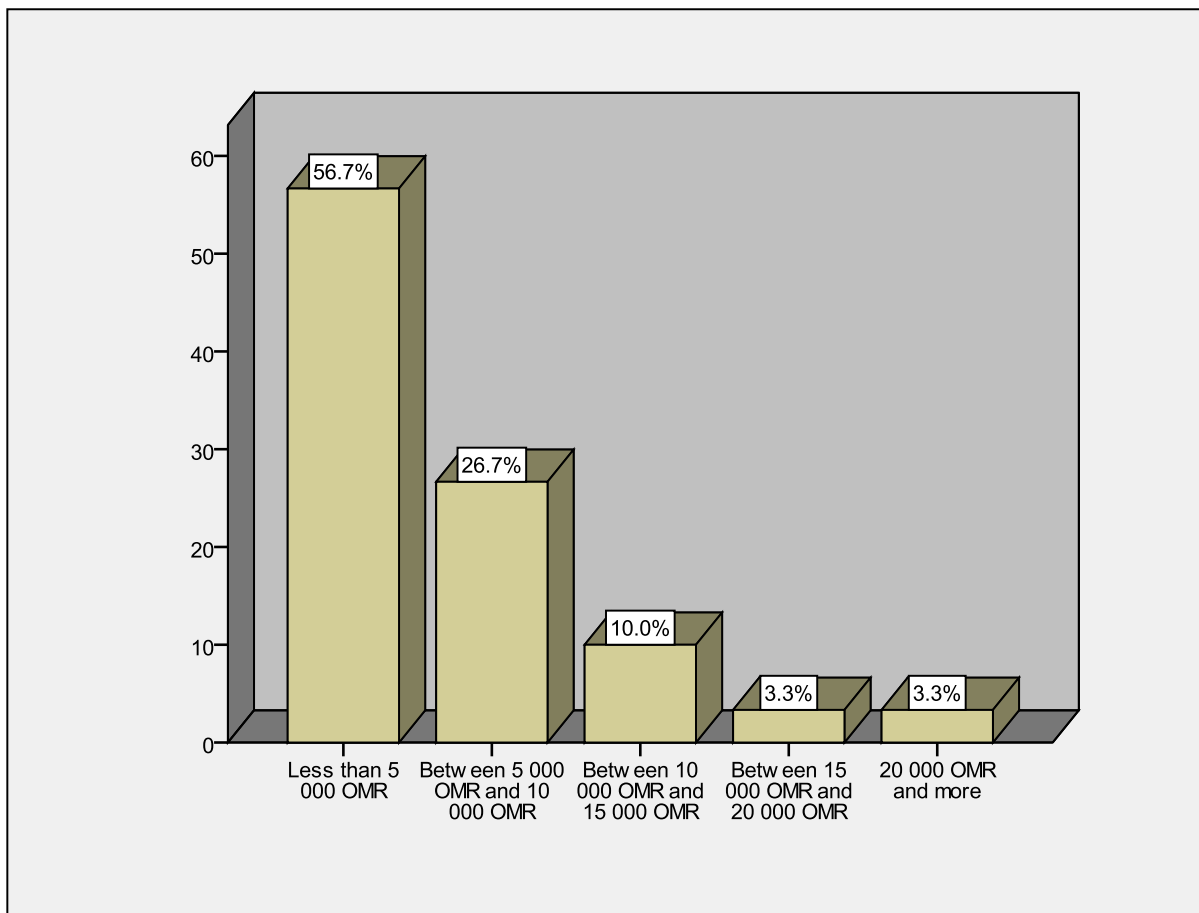
Figure 33 : Pertes financières (coût total)



Source : Mohamed, 2011 (à partir des données du sondage)

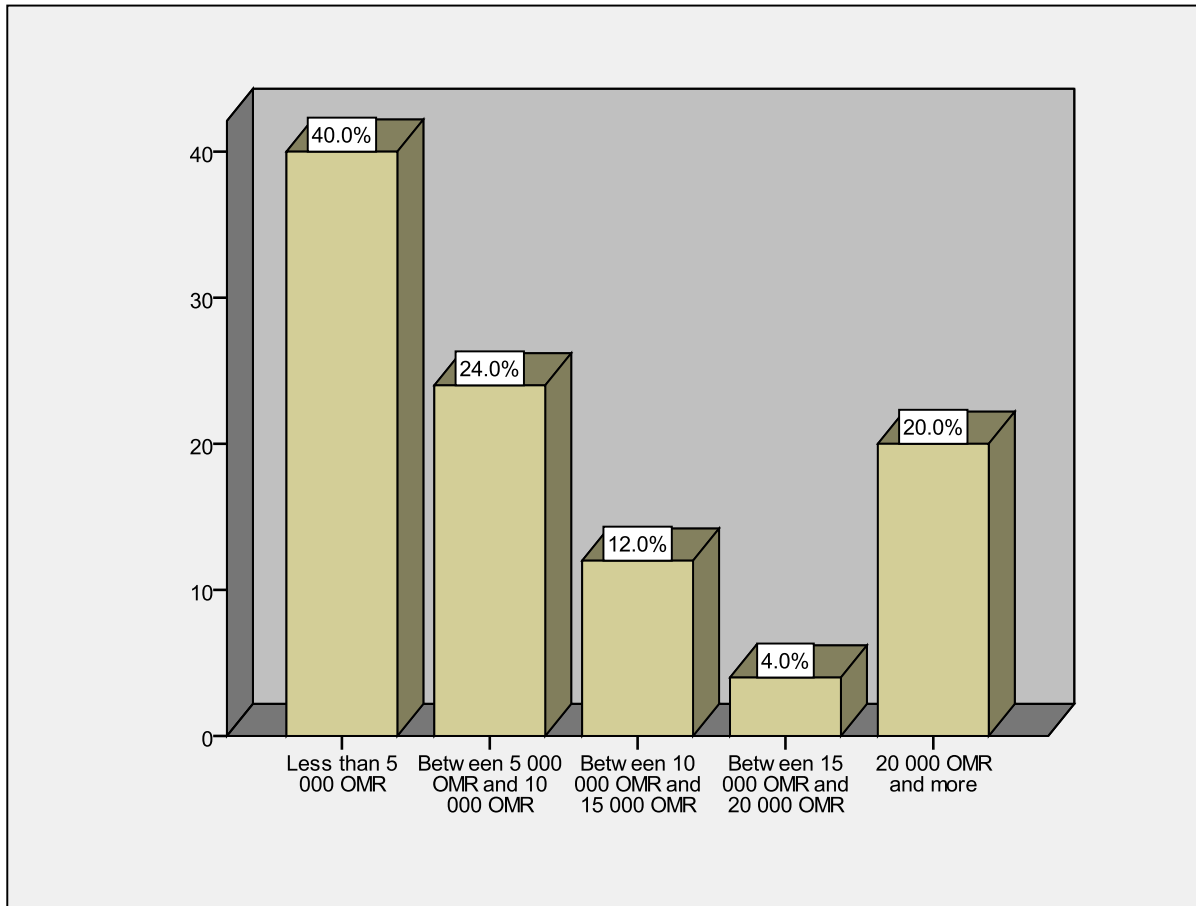
Chacun des 30 foyers sondés a subi des dommages associés à sa résidence et les automobiles de 25 de ces ménages furent endommagées. Les figures 34 et 35 représentent les coûts associés à ces pertes. La grande majorité des résidences (83,4 %) ont subi des pertes sur leur habitation allant jusqu'à 10 000 OMR (environ 25 000 dollars canadiens). Pour ce qui est de leurs automobiles, 20 % des résidents sondés essuyèrent des pertes de plus de 20 000 OMR (approximativement 50 000 dollars canadiens) ce qui, dans la majorité des cas, représente une perte totale du ou des véhicules. (Source : Mohamed, 2011 (à partir des données du sondage effectué sur le terrain d'étude)).

Figure 34 : Coûts des dommages associés à la résidence (terrain et biens)



Source : Mohamed, 2011 (à partir des données du sondage)

Figure 35 : Coûts des pertes associées à l'automobile(s)



Source : Mohamed, 2011 (à partir des données du sondage).

Remboursements et polices d'assurance

Tel que mentionné plus haut, bien que les quartiers sondés furent parmi les régions les plus affectées du gouvernorat de Mascate à la suite du passage du cyclone Gonu, l'ensemble de leur population est toutefois bien nantie et, de ce fait, les répondants étaient tous munis d'une police d'assurance habitation et/ou automobile. Quoique tous les résidents fussent couverts par des polices d'assurance, seulement 13.3 % des foyers ont reçu un remboursement complet des biens endommagés. Pour le reste des répondants, ils reçurent un remboursement partiel de leurs biens. En moyenne ce remboursement représentait 40 % du montant total demandé avec une période d'attente moyenne de trois mois à partir du jour où la demande de remboursement fut déposée. Il est important de spécifier que dans 50 % des cas, le remboursement fut effectué par le gouvernement (sous forme de subventions) et que dans 31 % des cas le gouvernement complémenta le remboursement effectué par le secteur privé. (Source : Mohamed, 2011 (à partir des données du sondage réalisé sur le terrain d'étude)).

À la suite des nombreuses critiques émises de la part des assurés envers les compagnies privées d'assurance en lien avec les faibles primes reçues à la suite du cyclone Gonu ou sur le fait que les polices d'assurance automobile de type « tout inclus » ne couvraient pas les dommages résultant de catastrophes naturelles, le gouvernement prit en charge une partie des demandes de remboursement des biens. Depuis ce temps, de nombreuses réformes furent établies en ce qui concerne les compagnies d'assurance automobile. Celles-ci sont dorénavant dans l'obligation de couvrir les dommages résultant de catastrophes naturelles ou des « acts of God » pour ce qui est des polices se qualifiant comme « fully covered ».

Dans le tableau 17, on y présente les différents types de polices d'assurance ainsi que les réclamations payées en milliers de rials omanais. À la suite du passage du cyclone Gonu en 2007, on peut remarquer que les réclamations s'élèvent à 167 907 000 OMR, dépassant ainsi les polices payées par les abonnés. Il est important de noter que cela représente seulement les réclamations

payées par les compagnies privées. (Source : Sultanate of Oman Ministry of National Economy, 2010).

Tableau 17 : Primes perçues et indemnités payées par les compagnies d'assurance

Type d'assurance	2009	2008	2007
	(000) R.O.		
Vie :			
Primes d'assurances	40,380	41,107	31,682
Indemnités payées	20,444	15,835	12,410
Automobile :			
Prime directe	101,028	89,551	64,377
Indemnités payées	91,022	75,095	67,485
De biens :			
Prime directe	47,637	31,940	31,023
Indemnités payées	39,284	53,927	76,023
Transport :			
Prime directe	14,953	15,770	11,949
Indemnités payées	4,083	3,441	2,284
Autres :			
Prime directe	33,840	29,912	26,243
Indemnités payées	12,053	11,052	9,705
Total			
Primes	237,838	208,280	165,274
Indemnités payées	166,886	159,350	167,907

Source : Sultanate of Oman Ministry of National Economy, 2010 traduction libre et modifications effectuées par Mohamed, 2012.

4.2.3 Facteurs sociodémographiques de la population omanaise

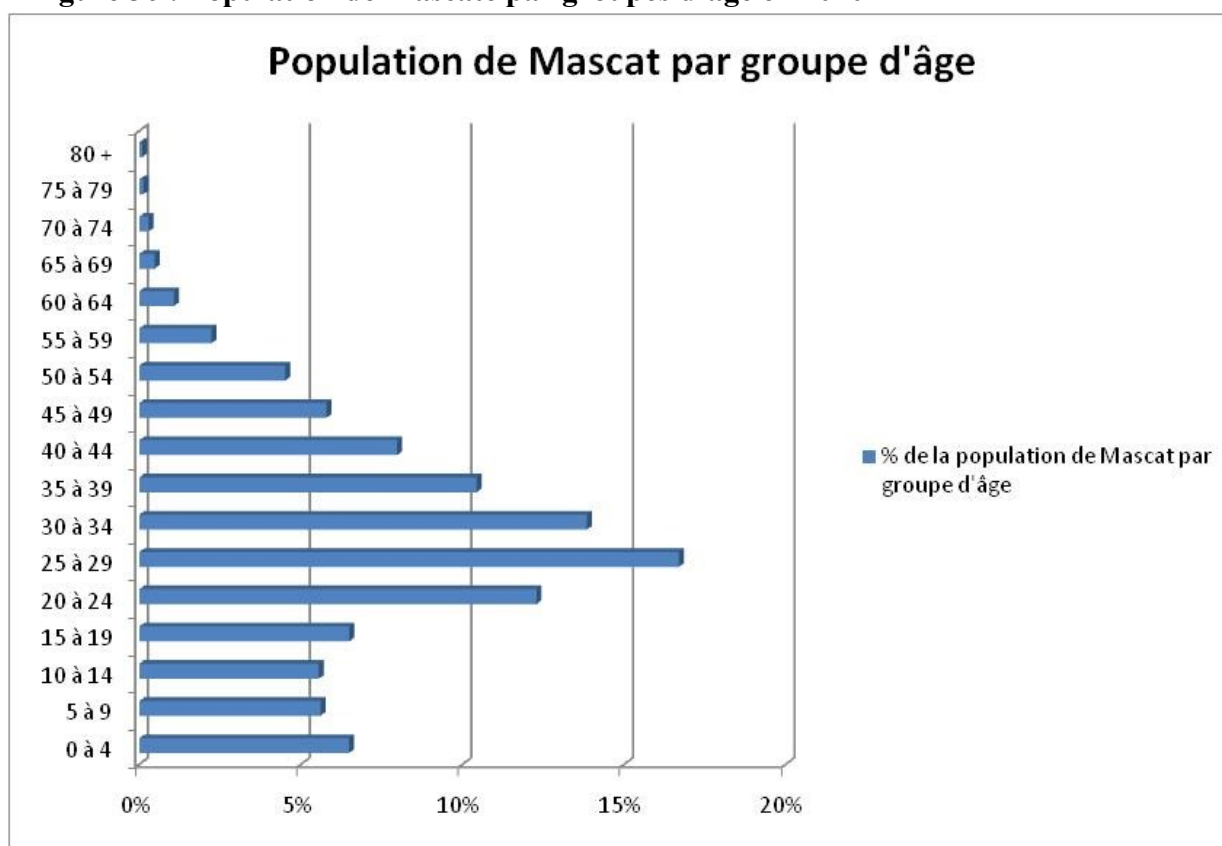
Lors du recensement réalisé en 2003, la population omanaise était de 2 341 000 habitants. Parmi cette population, on retrouvait 1 782 000 citoyens omanais et 559 000 expatriés. Selon les estimations de Census Oman, la population omanaise en 2009 se chiffrait à 3 174 000, incluant 2 018 000 Omanais et 1 156 000 expatriés. En 2009, le gouvernorat de Mascate avait une population estimée à 949 694 habitants, ce qui donne une densité de 243.5 habitants/km². Notre zone d'étude, le wilayat Bawshar est quant à lui composé de 242 689 habitants en 2005, dont 82 995 Omanais (34.2 %) et 159 694 expatriés (65.8 %). (Source : Sultanate of Oman Ministry of National Economy, 2010).

Il est important de rappeler que les deux quartiers les plus touchés, ceux de Al-Azaiba et Al-Ghubra, où nous avons sondé les résidents, sont quant à eux majoritairement composés d'Omanais (90 % des ménages sondés, 27 foyers sur 30). Ces quartiers représentent une population très homogène en termes de caractéristiques socio-économiques (population omanaise et à revenu moyen-élevé). Cela n'est pourtant pas représentatif du reste du gouvernorat de Mascate, certains quartiers étant majoritairement habités par des populations migrantes (celles-ci provenant surtout de l'Inde et du Pakistan et habitant le quartier populaire de Ruwi). Les caractéristiques socio-économiques des habitants de plusieurs quartiers du gouvernorat de Mascate se distinguent donc de l'homogénéité retrouvée dans Al-Ghubra et Al-Azaiba.

Selon le Programme des Nations Unies pour le développement, le Sultanat d'Oman a subi une croissance annuelle moyenne de sa population de 3,3 % entre 1990 et 1995 et le PNUD estime que cette croissance sera de l'ordre de 1,9 % entre 2010 et 2015. La population urbaine d'Oman qui était de 66,1 % (en pourcentage du total) en 1990, passa à 73,0 % en 2010. On estime donc que la population de l'Oman sera de 4 millions d'habitants en 2030. (Klugman, 2010).

L'ensemble de la population du wilayat Bawshar, comme celle du gouvernorat de Mascate, de l'Oman ou de plusieurs pays du Moyen-Orient, est composé d'une tranche importante de moins de 40 ans. Pour le gouvernorat de Mascate, la tranche des 20 à 29 ans représente près de 30 % de la population totale; ce taux est de 43 % pour la tranche de 20 à 34 ans; et de 50 % pour les 15 à 34 ans. Souvent considérées comme les populations les plus vulnérables, les 19 ans et moins représentent 24,2 % de la population du gouvernorat de Mascate (17,7 % pour les 0-14 ans) tandis que les 60 ans et plus représentent quant à eux 2.1 % de la population (figure 36). (Source : Sultanate of Oman Ministry of National Economy, 2010). L'espérance de vie à la naissance en Oman était de 76,1 ans en 2010 (Klugman, 2010).

Figure 36 : Population de Mascate par groupes d'âge en 2010



Source : Mohamed, 2012 à partir de Sultanate of Oman Ministry of National Economy, 2010)

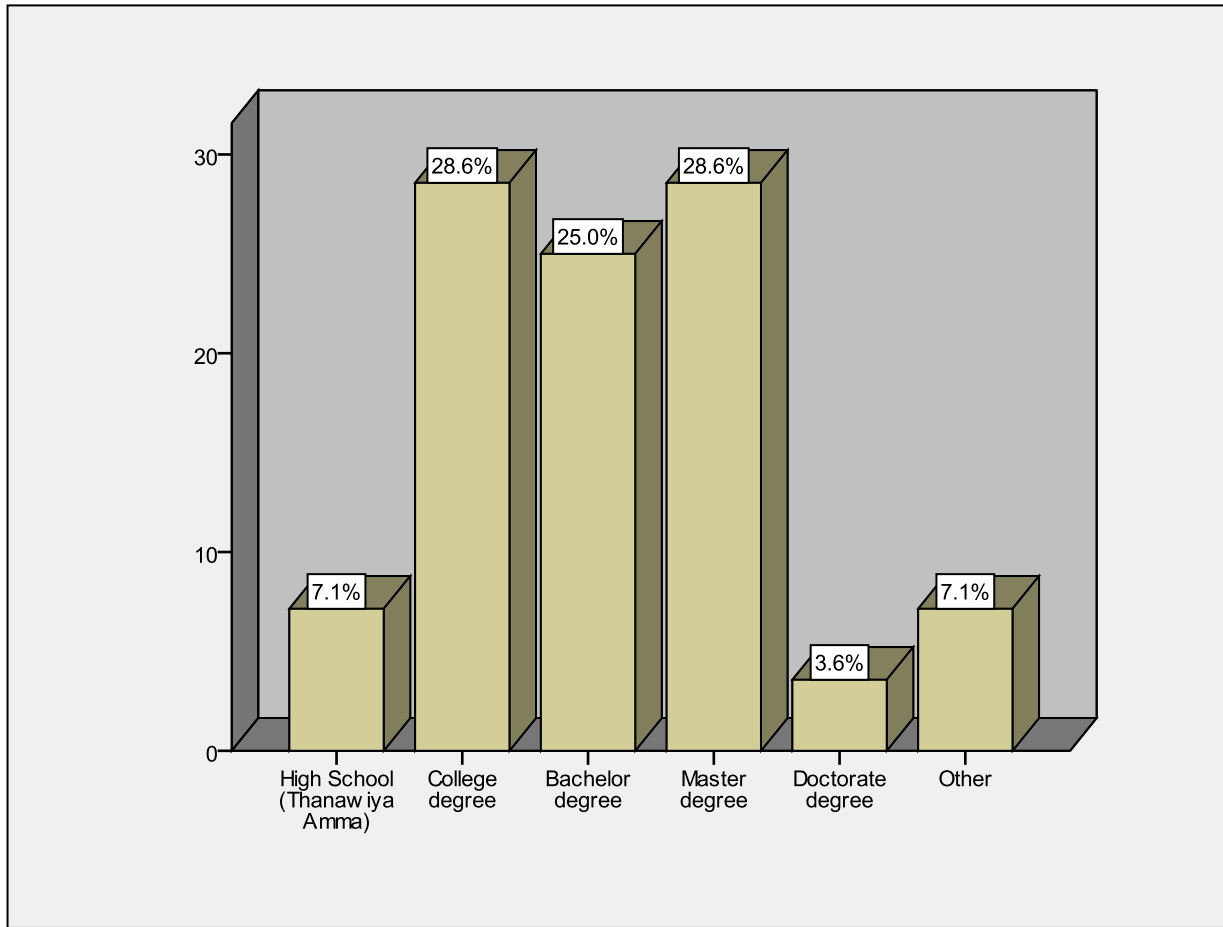
Sur les 30 foyers qui ont participé au questionnaire seulement les résidents de quatre foyers (13,3 %) étaient des locataires. Dans 76,7 % des cas les répondants (le ou la chef du foyer) affirmait loger des enfants dépendants, la moyenne d'enfants dépendants par foyer étant de trois et leur moyenne d'âge de 10.3 ans. Les personnes âgées (60 ans et plus) étaient présentes dans 20 % des foyers sondés, la moyenne du nombre de personnes âgées par foyer étant de 1,4 et leur moyenne d'âge de 72 ans. (Source : Mohamed, 2011 (à partir des données du sondage réalisé sur le terrain d'étude)).

Niveau d'éducation

Le taux d'alphabétisation des adultes en Oman (en pourcentage d'âge de 15 ans et plus) entre 2005 et 2008 était de 86,7 %; et le taux d'inscription dans l'enseignement supérieur entre 2001 et 2009 était de 26,3 % (en pourcentage de la population d'âge apte à entrer en enseignement supérieur (17-18 ans et plus). Bien qu'inférieur à la moyenne des pays d'Europe et d'Asie centrale (97,5 %), le taux d'alphabétisation en Oman est toutefois supérieur à la moyenne des États arabes (72,1 %). (Klugman, 2010)

Pour ce qui est des langues parlées, 86,2 % des répondants parlent l'arabe et l'anglais, 10,3 % de ces derniers ne parlent que l'arabe et 3,4 % parlent seulement l'anglais. Même si une portion de la population du wilayat Bawshar est composée d'expatriés (pas de données sur le nombre), tel n'est pas le cas des quartiers Al-Ghubra Nord et Al-Azaiba Nord où la population est très homogène. En ce qui a trait à l'origine ethnique des répondants : 93 % de ceux-ci sont d'origine omanaise, 3,5 % d'origine sud-asiatique et 3,5 % d'origine africaine. Tel que présenté dans la figure 37, la majorité des résidents sondés (57,2 %) ont un niveau d'éducation de niveau universitaire. (Source : Mohamed, 2011 (à partir des données du sondage réalisé sur le terrain d'étude)).

Figure 37 : Niveau d'éducation des résidents ayant participé au sondage



Source : Mohamed, 2011 (à partir des données du sondage)

Économie omanaise

Comme pour l'ensemble des pays du Golfe persique, l'exportation pétrolière représente la plus grande source de revenus pour l'Oman. Dans la mesure où un cyclone atteignant l'Oman affecterait ses raffineries pétrolières, les conséquences seraient catastrophiques. Pendant plusieurs semaines, le pays serait non seulement privé de sa principale source de revenus dû au fait que les exportations seraient altérées, mais aussi de sa principale source d'énergie car la plupart des centrales électriques utilisent le gaz naturel afin de générer de l'électricité. En 2007, on recensait que 100 % de l'apport énergétique primaire total de l'Oman provenait de combustibles fossiles (Klugman, 2010).

La majorité des importations (64 %) et des exportations en Oman sont faites par voie maritime. Le port Sultan Qaboos, situé dans le gouvernorat de Mascate, a reçu en 2009 plus de trois millions de tonnes en importations, soit 48 % des importations de l'entièreté du pays, ce qui représente 64 % de la valeur totale des biens importés. Les mois de l'année durant lesquels l'occurrence de cyclones est le plus propice (mai, juin, octobre et novembre) représentaient 36 % de l'activité annuelle des importations effectuées au port Sultan Qaboos en 2009. (Source : Sultanate of Oman Ministry of National Economy, 2010).

Employabilité au Sultanat d'Oman

Les récents soulèvements populaires dans le monde arabe (Le Printemps Arabe) ont sensibilisé la planète entière sur une importante problématique que vivent les populations arabes, soit un taux élevé de chômage chez les jeunes qui dépasse la moyenne mondiale. L'Oman n'y fait pas exception, avec un taux de chômage de presque 20 % chez les jeunes, problématique qui est aujourd'hui d'autant plus évidente chez les jeunes diplômés (Source : Arab Human Development report, 2009 dans Al Shanfari, 2011).

Le taux d'emploi de la population active âgée de 15 à 64 ans en Oman était de 51,4 % en 2008. Le taux d'activité de la population active chez les femmes était de 26,1 % en 2008. Entre 2000 et 2008, on recensait que l'emploi dans le secteur formel (en pourcentage du nombre total de personnes actives) représentait un taux de 89,6 % dont le ratio femmes/hommes était de 0,98 pour la même période. (Klugman, 2010)

Une autre difficulté socio-économique qui guette l'Oman est le prix des denrées de subsistance en lien avec l'Indice de prix à la consommation. La proportion de l'approvisionnement alimentaire sur le prix de l'indice de consommation est de 30 % en Oman, soit plus de quatre fois celle des États-Unis et plus du double de la moyenne européenne. Le taux d'inflation au Sultanat d'Oman est de 4 % si on compare le mois de mars 2011 à celui de mars 2010.

Bien qu'en Oman, le PIB per capita ait augmenté depuis 2000, la proportion de cette augmentation ne se reflète pas nécessairement dans les revenus actuels (tableau 18). Même si ces revenus ont subi une augmentation, cela ne s'est pas traduit en une réduction de la part des dépenses effectuées par les ménages pour leur approvisionnement alimentaire (tableau 18). Tous ces éléments ont eu pour effet d'augmenter le niveau de pauvreté, qui est passé de 8 % en 2000 à 12 % en 2008. (Al Shanfari, 2011).

Tableau 18 : Évolution de la situation économique en Oman de 2000 à 2008

	2008	2000
GDP per Capita (OMR)	7,790	3,053
Actual Income (OMR)	1,327	900
Average share of monthly expenditure on food for Omani family (%)	31.1	30.4

Source : Household Income and Expenditure Survey (2010) and Monthly Statistical Bulletins –Ministry of National Economy dans Al Shanfari, 2011, modifié par Mohamed, 2012.

Selon les statistiques de 2009, la fonction publique comptait un total de près de 160 000 employés, la proportion des employés femmes représentait alors 36,3 % (Source : Sultanate of Oman Ministry of National Economy, 2010). De manière générale, le taux de participation des femmes sur le marché du travail est passé de 23,4 % en 2000 à 26,1 % en 2008 (UNdata, 2011).

Quoique l'Oman soit aujourd'hui considéré comme un pays émergent avec une économie en plein essor, les disparités salariales sont très élevées et la grande majorité des Omanais ne font pas des salaires pouvant assurer un niveau de vie acceptable par rapport au coût de la vie et en lien avec l'apport économique du pays. Même si la composition des foyers omanais est différente de celle que l'on retrouve en Amérique ou en Europe (foyer multifamilial et multi-générationnel), ce qui a pour effet de générer des revenus plus élevés par foyer, l'endettement hypothécaire ne cesse d'augmenter d'année en année.

Bien que 10 % des répondants affirment avoir perdu leur emploi dans les quatre dernières années, aucune de ces pertes d'emploi n'était une conséquence du cyclone Gonu. Parmi les habitants interrogés, 93 % de ceux-ci étaient employés à temps plein et 7 % étaient retraités. La valeur sur le marché des résidences qui furent sondées (terrain et maison) est en moyenne de 225 750 OMR (565 000 dollars canadiens) et la valeur médiane est de 210 000 OMR (525 000 dollars canadiens). (Source : Mohamed, 2011 (à partir des données du sondage réalisé sur le terrain d'étude)).

Le salaire moyen des répondants des quartiers sondés se situe entre 15 000 et 20 000 OMR (entre 37 500 et 50 000 dollars canadiens, salaire net car il n'y a pas d'impôt sur le salaire en Oman). Cette moyenne est très différente de la moyenne omanaise, démontrant ainsi la particularité de ces quartiers en termes du niveau socio-économiques de leurs résidents. Toutefois, il est important de spécifier que cet instrument de mesure n'est qu'à titre indicatif et ne peut être qualifié comme une valeur représentative de la situation réelle dû à un faible taux de réponses à cette question (66 %). Ceci démontre que les questions sur l'état financier d'un répondant sont encore taboues dans la société omanaise. Les habitants des quartiers Al-Ghubra et Al-Azaiba sont, de par ce facteur (le salaire moyen), en moyenne moins vulnérables que la grande majorité des habitants du gouvernorat de Mascate, car ceux-ci sont en moyenne moins nantis que la moyenne des habitants sondés. Dans le but d'assurer une meilleure représentativité de la vulnérabilité sociale des résidents d'un quartier, les études ultérieures devraient tenter d'avoir accès aux données sur les revenus tels que colligées par les instances gouvernementales. (Source : Mohamed, 2011 (à partir des données du sondage réalisé sur le terrain d'étude)).

4.2.4 Facteurs techniques de la vulnérabilité

Comme plusieurs régions omanaises qui vivent une urbanisation constante, le nombre de lots enregistrés pour le gouvernorat de Mascate ne cesse d'augmenter. Durant l'année 2009, le gouvernorat de Mascate comptait un total de 94 507 lots enregistrés, dont près de 93 % pour un zonage résidentiel (Source : Sultanate of Oman Ministry of National Economy, 2010). Ces lots zonés résidentiels demeurent, dans la majorité du temps, inoccupés pendant quelques années et ce, jusqu'à ce que leur propriétaire ou développeur décide d'y construire. Le tableau 19, ci-dessous, présente le nombre de permis de construction alloués pour le gouvernorat de Mascate ainsi que leurs usages. Dans la mesure où un résident ou un développeur était déjà propriétaire du terrain, rien ne l'empêche de construire sur celui-ci même s'il se situe dans une zone inondable et/ou hautement à risque.

Tableau 19 : Permis de constructions alloués pour le gouvernorat de Mascate par type d'usage

Governorate	Total All Uses			Type of use								
				Mixed			Non-Residential			Residential		
	2009	2008	2007	2009	2008	2007	2009	2008	2007	2009	2008	2007

Muscat	4,014	4,352	2,626	278	210	103	100	86	66	3,635	4,056	2,457
--------	-------	-------	-------	-----	-----	-----	-----	----	----	-------	-------	-------

Source : Sultanate of Oman Ministry of National Economy, 2010

Les habitants des quartiers Al-Ghubra Nord et Al-Azaiba Nord sondés ont en moyenne des lots de 600 m². De ces mêmes répondants, 55 % des résidents ont acquis leur lot dix ans ou plus avant le passage de Gonu et 90 % l'avaient acquis cinq ans auparavant. Comme pour l'ensemble des constructions en Oman, le lot résidentiel est souvent délimité par un mur mitoyen composé de béton. Tel était le cas dans 93.1 % des foyers et celui-ci mesurait en moyenne 200 cm, tendance

qui reflète encore la norme architecturale omanaise. L'aménagement paysager que l'on retrouve aux abords des maisons varie souvent en termes de proportion des composantes utilisées. Cependant on y retrouve généralement du béton et selon les goûts, parfois on y retrouve du gazon, des arbustes, des arbres et parfois du sable (figure 41). (Source : Mohamed, 2011 (à partir des données du sondage réalisé sur le terrain d'étude)).

Voici quelques caractéristiques concernant les aspects physiques des maisons :

- 80 % des maisons sont composées de deux étages. (figures 38 et 39);
- Dans 76 % des cas, le premier étage de la maison est surélevé (la norme de construction étant de 60 à 75 cm) (figure 40);
- Seulement une maison était équipée d'une génératrice électrique;
- Dans 83,3 % des cas, les résidents sont munis d'un accès direct au toit de la maison et ce, à partir de l'intérieur de leur résidence.

(Source : Mohamed, 2011 (à partir des données du sondage effectué sur le terrain d'étude)).

Figure 38 : Maison d'un résident sondé du quartier Al-Ghubra Nord



Source : Mohamed, 2012

Figure 39 : Rue résidentielle du quartier Al-Ghubra Nord



Source : Mohamed, 2012

Figure 40 : Exemple de la surélévation typique des maisons omanaises



Source : Mohamed, 2012

Figure 41 : Aménagement entourant la maison de la figure 38



Source : Mohamed, 2012

Différents types de médias utilisés par les résidents sondés

Le tableau 20 affiche la répartition des réponses à la question : *Utilisez-vous ce type de technologie régulièrement ?*

Tableau 20 : Type de technologie (médias) utilisé régulièrement par les résidents sondés

Type de technologie	Oui	Non
Cellulaire	100 %	0 %
Télévision	96,6 %	3,4 %
Internet	93,1 %	6,9 %
Radio	62,1 %	37,9 %

Source : Mohamed, 2011 (à partir des données du sondage effectué sur le terrain d'étude)

L'utilisation d'Internet vit une hausse exponentielle depuis les années 2000. En 2000, on comptait 3,5 usagers d'Internet par 100 habitants et ce chiffre escalada à 16,8 usagers par 100 habitants en 2008 (UNdata, 2011). Aujourd'hui, en 2011, l'Internet est d'autant plus accessible pour les Omanais, car ceux-ci peuvent y accéder par l'entremise de cellulaires intelligents ou de clefs USB d'Internet mobile et ce, avec une utilisation prépayée ou post payée. Tous les fournisseurs d'Internet offrent un service haute vitesse à prix compétitif.

Vulnérabilité du réseau routier dans le wilayat Bawshar

Le réseau routier de Mascate est très vulnérable aux inondations provenant de fortes précipitations telles que celles survenues lors du cyclone Gonu. Dans notre zone d'étude, le wilayat Bawshar, lors de tels événements, le barrage Al Ansab risque de déborder et les oueds, qui normalement canalisent l'eau issue des précipitations vers la mer, débordent à leur tour et inondent par la suite

les principales artères routières. Les routes telles que les voies de service de la rue Sultan Qaboos, la rue 18th November et de nombreuses autres rues de quartier se trouvent inaccessibles à la suite de ces inondations. Tel qu'identifié sur la figure 42 on remarque que même si plusieurs changements ont été faits depuis le cyclone Gonu, le réseau routier est toujours très vulnérable dans le cas d'une inondation avec une période de récurrence de 100 ans.

« La rue 18th November est très problématique, lors d'inondations nous avons des problèmes majeurs lorsqu'il s'agit de drainer l'eau. En fait, la plupart des développements qui avoisinent cette rue ne devraient pas y être situés. » [Cadre d'une compagnie œuvrant dans la construction d'infrastructure de transport qui a refusé d'être citée par son nom (13/04/2011)].

Lorsque d'importantes inondations empêchent un accès sécuritaire à la rue 18th November, pour la portion située dans les quartiers Al-Ghubra et Al-Azaiba, plusieurs développements à usage mixte deviennent inaccessibles et génèrent une vulnérabilité indirecte. La vulnérabilité indirecte est ressentie sur plusieurs secteurs notamment celui de l'économie (accès à l'emploi pour les travailleurs ainsi que le fait que des supermarchés, des restaurants, des stations d'essence et autres commerces sont inaccessibles aux habitants de ces mêmes quartiers), de l'éducation (trois écoles étant situées directement sur la rue 18th November ainsi qu'un centre de formation) et de la santé (centres hospitaliers et cliniques de soins dentaires). Il est à noter que les étudiants du School for Special Needs situé dans le quartier Al-Azaiba sont d'autant plus vulnérables en cas d'inondation, étant donné leur condition et le fait que certains souffrent d'une mobilité réduite. Leur évacuation en cas de situation d'urgence requiert donc une logistique plus complexe.

Depuis 2010, de nouveaux standards sont appliqués pour le design des routes. Premièrement, il faut comprendre que c'est le ministère des Transports qui fournit les formules à utiliser lors des divers calculs ainsi que les normes à respecter. Ces calculs sont basés sur la topographie et autres caractéristiques du bassin-versant, de la source des oueds, de la possibilité de tremblements de terre, etc. Le cadre d'une compagnie œuvrant dans la construction d'infrastructure de transport qui

a refusé d'être cité nominativement, traite de ces standards et de leurs objectifs, auxquels sont soumis tous projets de transport :

« De nos jours, en Oman, tous les projets d'infrastructure routière doivent être soumis à une étude hydrologique et topographique. Lors d'éventuelles inondations provenant soit de fortes précipitations ou d'évènements naturels tels que les cyclones, la structure du réseau routier doit contenir le cours d'eau de cette inondation et faire en sorte que celui-ci soit redirigé vers la mer, d'où l'importance des études hydrologiques et topographiques. » [Cadre (13/04/2011)].

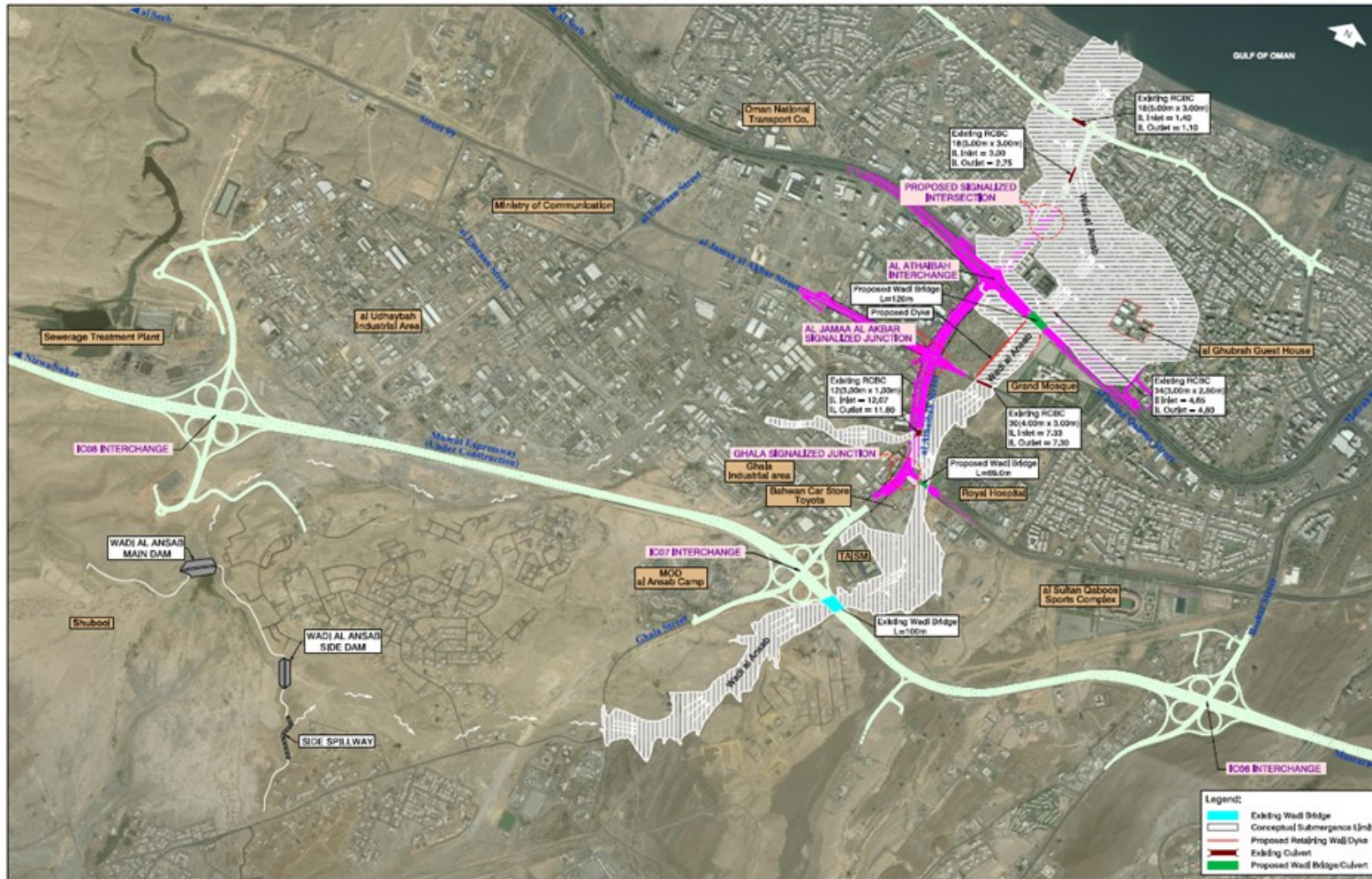
Figure 42 : Conséquence d'une inondation (période de récurrence de 100 ans) sur le réseau routier avoisinant l'oeud Al Ansab



Source : Parsons, 2010

La figure 43 démontre les changements nécessaires, proposés par la firme Parsons, dans le but de canaliser le courant d'eau et de déverser dans la mer, ce qui aura pour but de limiter l'effet dévastateur d'une inondation dans les quartiers Al-Azaiba et Al-Ghubra.

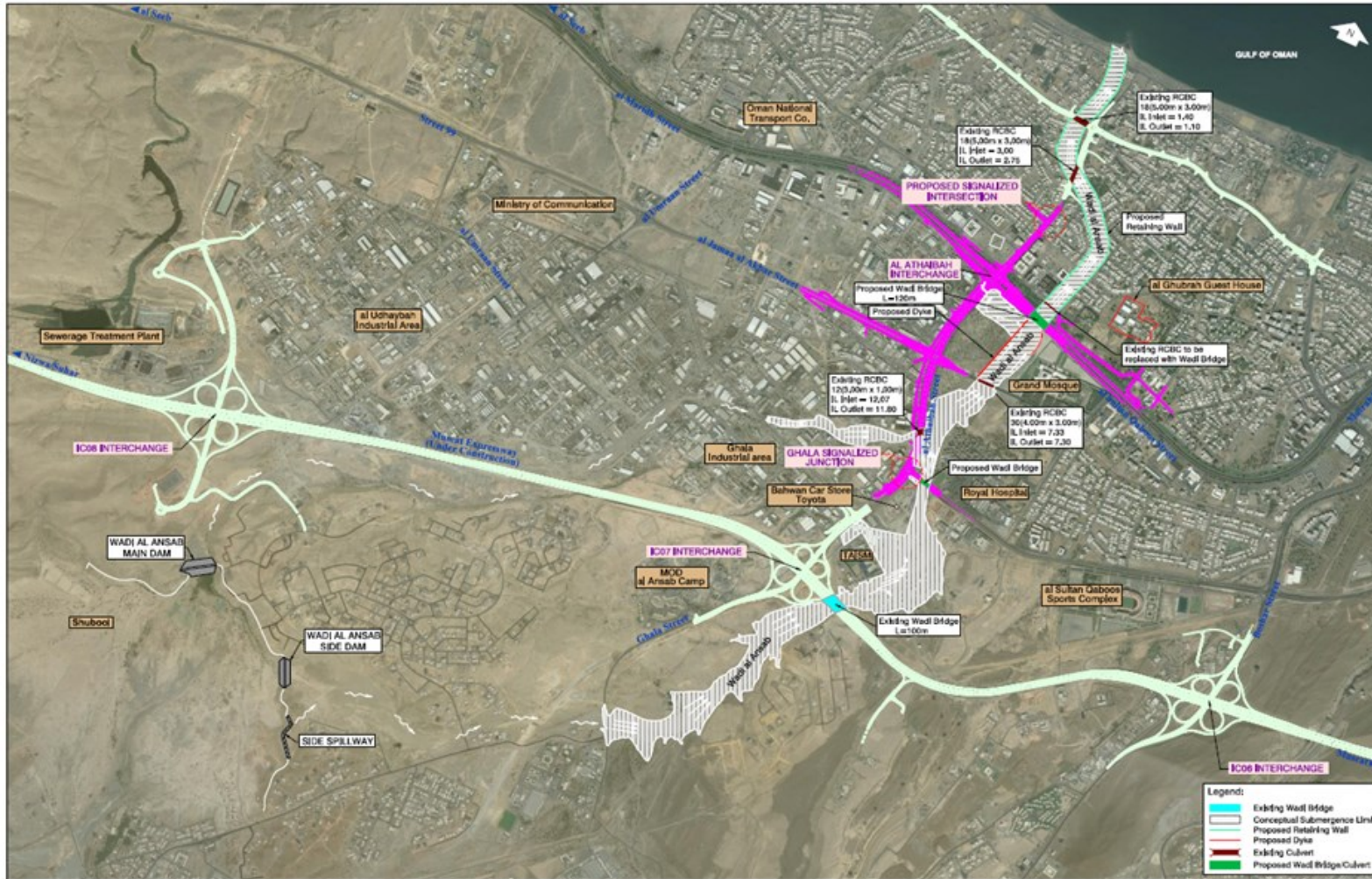
Figure 43 : Conséquence d'une inondation sur le réseau routier avoisinant l'oeud Al Ansab, après les travaux proposés



Source : Parsons, 2010

La figure 44 est un modèle des conséquences de la même inondation, à la suite des travaux présentés dans la figure 43 et inclut l'expropriation de certaines zones résidentielles (proposé par la firme Parsons).

Figure 44 : Conséquence de l'inondation, après les travaux proposés et l'expropriation de certaines résidences



Source : Parsons, 2010

4.2.5 Adaptation du *Social Vulnerability Concepts and Metrics* de Cutter et al. (2003) à notre zone d'étude.

Dans le tableau 21, nous avons repris le tableau *Social Vulnerability Concepts and Metrics* de Cutter et al. (2003) qui présente plusieurs concepts de vulnérabilité sociale ainsi qu'une description de chacun de ces concepts, auquel nous avons indiqué quel élément (basé sur notre analyse de la vulnérabilité face au risque cyclonique) augmente ou réduit cette vulnérabilité sociale, et ce à l'échelle de notre zone étudiée en profondeur (les quartiers Al-Ghubra Nord et Al-Azaiba Nord), ainsi qu'à une plus grande échelle (le gouvernorat de Mascate). Les éléments qui augmentent la vulnérabilité sont indiqués sous le symbole (+) et ceux qui réduisent la vulnérabilité sont sous le symbole (-).

Tableau 21 : Analyse des concepts et des facteurs de la vulnérabilité sociale à Mascate

Concept	Description (dans Cutter et al., 2003)	Facteurs qui Augmente (+) ou Réduit (-) la Vulnérabilité Sociale (Al-Ghubra Nord et Al- Azaiba Nord)	Facteurs qui Augmente (+) ou Réduit (-) la Vulnérabilité Sociale (gouvernorat de Mascate)
Statut socioéconomique (revenus, pouvoir politique, prestige)	La capacité d'absorber les pertes et de renforcer la résilience face aux impacts d'un aléa. La richesse permet aux communautés d'absorber et de se remettre des pertes plus rapidement en raison des programmes d'assurance, des filets de sécurité sociale, et des programmes de prestations. Sources : Cutter, Mitchell, and Scott (2000), Burton, Kates, and White (1993), Blaikie et al. (1994),	(-) <ul style="list-style-type: none"> • Revenu moyen élevé • Beaucoup de bénéficiaires d'assurance privée • Aide gouvernementale 	(+) <ul style="list-style-type: none"> • Revenu moyen faible • Peu de bénéficiaires d'assurance privée (-) <ul style="list-style-type: none"> • Aide gouvernementale

	Peacock, Morrow, and Gladwin (1997, 2000), Hewitt (1997), Puente (1999), and Platt (1999).		
Genre	<p>La reprise est souvent plus difficile chez les femmes que chez les hommes, souvent en raison d'emplois liés à un secteur spécifique, de salaires plus bas, et des responsabilités familiales.</p> <p>Sources : Blaikie et al. (1994), Enarson and Morrow (1998), Enarson and Scanlon (1999), Morrow and Phillips (1999), Fothergill (1996), Peacock, Morrow, and Gladwin (1997, 2000), Hewitt (1997), and Cutter (1996).</p>	<p>(+)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faible taux d'activité chez les femmes • Importantes responsabilités familiales 	<p>(+)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faible taux d'activité chez les femmes • Importantes responsabilités familiales
Race et ethnicité	<p>Impose des barrières linguistiques et culturelles qui affectent l'accès au financement post-catastrophe et caractérisé par des lieux de résidence dans les zones à haut risque.</p> <p>Sources : Pulido (2000), Peacock, Morrow, and Gladwin (1997, 2000), Bolin with Stanford (1998), and Bolin (1993).</p>	<p>(-)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faible taux de résidents étrangers et ces derniers comprennent soit l'arabe ou l'anglais. <p>(+)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pas de financement post-catastrophe pour les non citoyens. 	<p>(+)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Haut taux de résidents étrangers et dont la compréhension de l'anglais ou l'arabe est déficiente. • Certains immigrants habitent dans des zones à haut risque et dans des habitations surpeuplées.

<p>Age</p>	<p>Les populations situées dans les extrêmes du spectre de l'âge sont plus à risque, car il est plus difficile pour celles-ci de se mettre à l'abri de l'aléa. Les parents perdent du temps et de l'argent en s'occupant des enfants en bas âge, lorsque les installations de garderie sont affectées; les personnes âgées peuvent avoir des contraintes de mobilité ce qui accroît la charge des soins et le manque de résilience.</p> <p>Sources : Cutter, Mitchell, and Scott (2000), O'Brien and Mileti (1992), Hewitt (1997), and Ngo (2001).</p>	<p>(+)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Importante population d'enfants dépendants. • Bien que la population des personnes âgées soit faible, la structure familiale fait en sorte qu'elles vivent souvent chez leurs enfants. 	<p>(+)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Importante population d'enfants dépendants. • Bien que la population de personnes âgées soit faible, la structure familiale fait en sorte qu'elles vivent souvent chez leurs enfants.
<p>Développement commercial et industriel</p>	<p>La valeur, la qualité et la densité des bâtiments commerciaux et industriels offrent un indicateur de l'état de santé économique d'une collectivité, des pertes potentielles dans le milieu des affaires, et des problèmes à long terme de la reprise à la suite d'une catastrophe.</p> <p>Sources : Heinz Center for Science, Economics, and the Environment (2000) and Webb, Tierney, and Dahlhamer (2000).</p>	<p>(+)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Développements commerciaux et plusieurs édifices à zonage mixte situés dans des zones à risques. <p>(-)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Travaux effectués depuis le cyclone Gonu dans le but de canaliser les oueds et de réduire les débordements. 	<p>(+)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Centre commercial du quartier Qurum localisé dans une zone hautement à risque d'inondation. <p>(-)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Travaux effectués depuis le cyclone Gonu dans le but de canaliser les oueds et de réduire les débordements.

<p>Perte d'emploi</p>	<p>La perte potentielle d'un emploi à la suite d'une catastrophe exacerbe le nombre de chômeurs dans une communauté, contribuant ainsi à une reprise plus lente.</p> <p>Source : Mileti (1999).</p>	<p>(-)</p> <ul style="list-style-type: none"> Aucune perte d'emploi directement liée au cyclone Gonu et Phet. 	<p>(+)</p> <ul style="list-style-type: none"> Plusieurs pertes d'emploi, surtout dans le secteur de la pêche. Jusqu'à ce jour les récoltes ne sont jamais retournées à leur niveau pré-Gonu.
<p>Rural/urbain</p>	<p>Les résidents ruraux peuvent être plus vulnérables en raison de revenus plus faibles et plus dépendant sur des économies basées localement comme l'extraction de ressources (i.e. agriculture, pêche, etc.). Les zones à forte densité (urbaines) compliquent le processus d'évacuation.</p> <p>Source : Cutter, Mitchell, and Scott (2000), Cova and Church (1997), and Mitchell (1999).</p>	<p>(+)</p> <ul style="list-style-type: none"> La vulnérabilité des routes avoisinantes quant au risque d'inondation complique l'évacuation. 	<p>(+)</p> <ul style="list-style-type: none"> Faible revenu dépendant de la pêche pour certains résidents.
<p>Propriété résidentielle</p>	<p>La valeur, la qualité et la densité de la construction résidentielle affecte les pertes potentielles ainsi que la reprise. Les maisons luxueuses situées sur la côte sont coûteuses à remplacer; les maisons mobiles sont facilement détruites et moins résistantes face aux aléas.</p> <p>Source : Heinz Center for Science, Economics, and the Environment (2000), Cutter, Mitchell, and Scott</p>	<p>(+)</p> <ul style="list-style-type: none"> La majorité des maisons sont de valeur moyenne-élevée et élevée comparée à la moyenne nationale. 	<p>(+)</p> <ul style="list-style-type: none"> Les habitants du wilayat Quriyat, vivent toujours dans des maisons mobiles à la suite du passage du cyclone Gonu.

	(2000), and Bolin and Stanford (1991).		
Infrastructure	<p>La perte des infrastructures d'égouts, de ponts, d'eau, de communications, de transport aggrave les pertes potentielles dues aux catastrophes. La perte d'infrastructures peut imposer un fardeau financier insurmontable sur les petites collectivités qui n'ont pas les ressources financières pour reconstruire.</p> <p>Source : Heinz Center for Science, Economics, and the Environment (2000) and Platt (1995).</p>	<p>(+)</p> <ul style="list-style-type: none"> De nombreuses artères principales sont inaccessibles lors d'inondations. <p>(-)</p> <ul style="list-style-type: none"> Plusieurs travaux ont déjà été réalisés et d'autres sont présentement en cours ou le seront afin de protéger les routes contre le risque d'inondation. 	<p>(+)</p> <ul style="list-style-type: none"> De nombreuses artères principales sont inaccessibles lors d'inondations. Le wilayat Quriyat est dépendant de subventions provenant de paliers supérieurs afin de se remettre des dommages des cyclones Gonu et Phet. <p>(-)</p> <ul style="list-style-type: none"> Plusieurs travaux ont déjà été effectués et d'autres sont présentement en cours ou le seront afin de protéger les routes contre le risque d'inondation.
Locataires	<p>Les gens qui louent le font parce qu'ils sont soit de passage ou n'ont pas les ressources financières pour l'accès à la propriété. Ils n'ont souvent pas accès à l'information sur l'aide financière disponible à la suite d'une catastrophe. Dans les cas les plus extrêmes, les locataires n'ont pas d'options suffisantes pour ce qui est des abris au moment où le logement devient inhabitable ou trop</p>	<p>(-)</p> <ul style="list-style-type: none"> Faible taux de locataires. 	<p>(+)</p> <ul style="list-style-type: none"> Haut taux de locataires. Surtout chez la population de travailleurs migrants asiatiques.

	<p>coûteux pour leurs moyens.</p> <p>Source : Heinz Center for Science, Economics, and the Environment (2000) and Morrow (1999).</p>		
Occupation	<p>Certaines professions, notamment celles impliquant l'extraction des ressources, peuvent être gravement affectées par l'aléa. Les pêcheurs autonomes souffrent lorsque leurs moyens de production sont perdus et qu'ils ne peuvent pas avoir les capitaux nécessaires afin de reprendre leur travail en temps opportun et conséquemment devront chercher un autre emploi.</p> <p>Les travailleurs migrants engagés dans l'agriculture et les professions de spécialisation réduite (entretien ménager, garde d'enfants, jardinage, etc.) peuvent pareillement souffrir, puisque le revenu disponible s'estompe, la nécessité pour ces services diminue. Le statut d'immigration affecte également la reprise du travail.</p> <p>Source : Heinz Center for Science, Economics, and the Environment (2000), Hewitt (1997), and Puente (1999).</p>	<p>(+)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Une grande majorité des travailleurs migrants sont engagés dans des professions de spécialisation réduite. <p>(-)</p> <ul style="list-style-type: none"> • La majorité des professions n'est pas liée à l'extraction de ressources. 	<p>(+)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Les récoltes des pêcheurs sont affectées par l'aléa cyclonique. La pêche n'étant plus ce qu'elle était au niveau pré-cyclone, certains pêcheurs doivent se trouver d'autres types d'emploi. • Une grande majorité des travailleurs migrants est engagée dans des professions de spécialisation réduite. <p>(-)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le gouvernement a offert de nouveaux bateaux aux pêcheurs de Quriyat qui ont perdu les leurs.

<p>Structure familiale</p>	<p>Les ménages avec un grand nombre de personnes à charge ou les ménages monoparentaux ont souvent peu de moyens financiers pour externaliser des soins pour ces personnes dépendantes, et doivent donc jongler avec leurs responsabilités professionnelles et les soins des membres de la famille. Tout cela affecte la résilience et le processus de reprise aux aléas.</p> <p>Source : Blaikie et al. (1994), Morrow (1999), Heinz Center for Science, Economics, and the Environment (2000), and Puente (1999).</p>	<p>(+)</p> <ul style="list-style-type: none"> • La structure familiale en Oman est principalement multi-générationnelle et composée de nombreux enfants. 	<p>(+)</p> <ul style="list-style-type: none"> • La structure familiale en Oman est principalement multi-générationnelle et composée de nombreux enfants.
<p>Éducation</p>	<p>L'éducation est liée au statut socioéconomique, un niveau de scolarité supérieur résultant en un revenu supérieur. Tandis qu'un niveau de scolarité inférieur contraint l'habilité à comprendre l'information lors de l'alerte et l'accès aux informations lors de la phase de reprise.</p> <p>Source : Heinz Center for Science, Economics, and the Environment (2000).</p>	<p>(-)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Niveau de scolarité supérieur avec haut taux de diplômés collégial et universitaire. 	<p>(-)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grande amélioration dans le taux d'alphabétisation dans les derniers 40 ans. <p>(+)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Niveau d'éducation moins élevé. • Très faible taux d'éducation chez la majorité des populations migrantes travaillant dans des professions de spécialisation réduite.

<p>Croissance démographique</p>	<p>Les comtés connaissant une croissance rapide subissent un manque de disponibilité de logements de qualité, d'autant plus que le réseau de services sociaux peut ne pas avoir eu le temps de s'adapter à cette augmentation de population. Il est possible que les nouveaux migrants ne parlent pas la langue et ne soient pas familiers avec l'administration pour obtenir les informations pour les secours ou pour la phase de reprise, tous ces éléments accroissant donc la vulnérabilité.</p> <p>Source : Heinz Center for Science, Economics, and the Environment (2000), Cutter, Mitchell, and Scott (2000), Morrow (1999), and Puente (1999).</p>	<p>(+)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Importante croissance démographique dans les dernières décennies. • Exode rural • Étalement urbain • Une majorité des travailleurs migrants n'ont pas une bonne compréhension de l'arabe ou de l'anglais. • La majorité des travailleurs migrants ne sont pas familiers avec les rouages administratifs omanais et sont conséquemment dépendants de leur sponsor. 	<p>(+)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Importante croissance démographique dans les dernières décennies. • Exode rural • Étalement urbain • Une majorité des travailleurs migrants n'ont pas une bonne compréhension de l'arabe ou de l'anglais. • La majorité des travailleurs migrants ne sont pas familiers avec les rouages administratifs omanais et sont conséquemment dépendants de leur sponsor.
<p>Services médicaux</p>	<p>Les fournisseurs de soins de santé, y compris les médecins, les maisons de soins infirmiers, et les hôpitaux, sont d'importantes sources de soulagement à la suite d'une catastrophe. Le manque de proximité des services médicaux ralentiront les secours immédiats et le rétablissement à long terme des catastrophes.</p> <p>Source : Heinz Center for Science, Economics, and the Environment (2000),</p>	<p>(-)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plusieurs centres médicaux à proximité et couverture médicale assurée par le gouvernement pour les citoyens omanais. <p>(+)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Frais médicaux non couverts pour les travailleurs migrants. 	<p>(-)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plusieurs centres médicaux à proximité et couverture médicale assurée par le gouvernement pour les citoyens omanais. <p>(+)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Frais médicaux non couverts pour les travailleurs migrants.

	Morrow (1999), and Hewitt (1997).		
Dépendance sociale	<p>Ces gens qui sont totalement dépendants des services sociaux pour assurer leur survie sont déjà économiquement et socialement marginalisés et nécessiteront plus de soutien dans la période post-désastre.</p> <p>Source : Morrow (1999), Heinz Center for Science, Economics, and the Environment (2000), Drabek (1996), and Hewitt (2000).</p>	<p>(-)</p> <ul style="list-style-type: none"> Faible taux de résidents qui dépendent des services sociaux gouvernementaux. 	<p>(+)</p> <ul style="list-style-type: none"> Une portion de la population dépend d'aides gouvernementales que ce soit pour le logement, la provision de biens essentiels ou pour les subventions offertes lors de sinistres.
Populations à besoins spéciaux	<p>Les populations ayant des besoins particuliers (limitations physiques et/ou mentales, sans-abri, etc.) bien qu'ils soient parfois difficile à cerner et à mesurer, sont touchées de manière disproportionnée lors des catastrophes et en raison de leur invisibilité dans les communautés ces populations sont souvent ignorées lors de la phase de reprise.</p> <p>Source : Morrow (1999) and Tobin and Ollenburger (1993).</p>	<p>(-)</p> <ul style="list-style-type: none"> Faible taux de résidents ayant des besoins particuliers. Les résidents ayant des besoins particuliers sont bien encadrés particulièrement à cause du fait que les parents ont des revenus moyens-élevés par rapport au reste de la population omanaise. 	<p>(+)</p> <ul style="list-style-type: none"> Populations à besoins particuliers sont souvent non identifiées, et celles qui le sont souffrent d'un grand manque d'encadrement.

Source : Mohamed, 2012 à partir de Cutter et al. (2003), traduction libre.

Tel que présenté dans le tableau ci-haut et dans les sections et chapitres précédents, de nombreux facteurs influencent la vulnérabilité d'une société face à un aléa. Le revenu est souvent le corollaire d'une augmentation ou d'une diminution de la vulnérabilité des sociétés. Dans notre cas le revenu influence aussi le fait de posséder ou non des assurances privées. Il fut plus difficile pour les résidents moins nantis de se remettre de l'impact du cyclone Gonu et ces derniers dépendaient donc essentiellement de remboursements et de subventions gouvernementales.

Les femmes omanaises sont aussi plus vulnérables dû au faible taux d'activité chez ces dernières. Cela a pour effet de générer une dépendance financière envers leurs conjoints. Sans compter les importantes responsabilités familiales qui sont souvent liées aux coutumes et au contexte local.

La vulnérabilité des travailleurs migrants est liée à de nombreux facteurs, principalement le fait que leurs revenus sont beaucoup plus faibles que ceux du reste de la population omanaise. Ces populations migrantes, principalement originaire du continent asiatique (surtout de l'Inde, du Pakistan, des Philippines, du Bangladesh, du Sri Lanka, etc.), ont en majorité un niveau d'éducation très faible et il est souvent difficile pour eux de bien communiquer en arabe ou en anglais.

Démographiquement la population d'enfants et d'adolescents au Sultanat d'Oman et au gouvernorat de Mascate est très importante. Les populations dépendantes telles que les jeunes enfants et les personnes âgées sont très vulnérables, car celles-ci se retrouvent souvent à la maison durant la journée sous la supervision de nounous issues des populations migrantes. Il est normal dans la culture omanaise que les personnes âgées restent dans la même maison qu'un membre de leur famille et par conséquent les maisons de retraite sont quasi inexistantes.

Que ce soit pour les quartiers étudiés ou pour d'autres quartiers du gouvernorat de Mascate, on retrouve d'importants centres d'emplois, districts commerciaux, immeubles d'habitation, maisons situées dans des zones à risques. Les principaux axes routiers sont souvent inondés dans les quartiers à risque, ce qui rend leur accès encore plus laborieux, ainsi que toute évacuation ou secours à la suite d'une catastrophe. Cependant, depuis les cyclones Gonu et Phet des travaux furent entrepris afin de canaliser les oueds et de réduire le débordement de ces derniers.

Les habitants œuvrant dans les secteurs tels que la pêche ou des secteurs de spécialisation réduite sont plus vulnérables car leurs revenus s'estompent à la suite d'une catastrophe. Ils dépendent souvent de subventions gouvernementales, ce qui affecte leur niveau de résilience face à un aléa tel qu'un cyclone.

Presque l'entièreté des migrants vivant en Oman est locataire et seulement une infime portion des travailleurs migrants reçoit assez d'argent pour s'assurer un accès à la propriété. Présentement dans le gouvernorat de Mascate seulement deux grands développements résidentiels sont « accessibles » aux étrangers soit *The Wave Muscat et Muscat Hills*. Ces développements sont des développements résidentiels de luxe et offrent l'opportunité aux expatriés de devenir propriétaires, car le reste des développements résidentiels est réservé aux citoyens omanais.

Depuis plusieurs années le Sultanat d'Oman vit, comme plusieurs pays émergents, un important exode rural, phénomène qui est amplifié par le fait que certaines économies comme la pêche ne sont plus aussi prospères depuis le passage du cyclone Gonu. Ces nouveaux arrivants viennent souvent à Mascate en quête d'un emploi, conséquemment cet influx fait en sorte que les services sociaux ne s'adaptent pas assez rapidement. La bureaucratie en place n'est pas non plus accessible à tous, surtout pour les habitants ne maîtrisant pas l'arabe ou l'anglais.

4.2.6 Responsabilité sociale des entreprises omanaises à la suite du cyclone Gonu

Oman Gas Company

Selon les données issues d'une entrevue que nous avons réalisée avec M. Ahmed Taqi, Directeur général du département de finance de la compagnie Oman Gas (OGC), nous allons présenter ci-dessous le programme que cette même compagnie a mis sur pied après le passage du cyclone Gonu. Ce programme avait pour but d'aider les employés d'OGC ainsi que les populations avoisinant les puits de gaz de la compagnie et, de ce fait, de renforcer la résilience des bénéficiaires

de l'aide. Cette mesure mise de l'avant par OGC nous démontre qu'une compagnie peut aller de l'avant et initialiser un projet visant à réduire la vulnérabilité face au risque cyclonique.

« Le cyclone tropical Gonu est un phénomène qui était inattendu en ce qui a trait à l'intensité du cyclone. Bien que l'arrivée du cyclone était prédictible, l'intensité que ce dernier aurait lorsqu'il atteint la terre fût méconnu. » [A. Taqi, OGC (02/05/2011)]

Selon Mr. Taqi, les dommages engendrés par Gonu démontrent que le gouvernorat de Mascate n'était pas prêt à faire face à un cyclone tropical d'une telle intensité. Les pipelines du réseau d'Oman Gas Company furent rompus à la suite du passage de Gonu, ce qui résulta en une panne d'électricité majeure de trois jours pour plusieurs régions du gouvernorat de Mascate.

La gestion de la crise, par OGC, fut séparée en trois étapes. La première étape fut de concentrer tous les efforts sur la rupture des pipelines afin de reconnecter Mascate au réseau de distribution. Le réseau fut rétabli en son entièreté en 66 heures ce qui, selon M. Taqi, représente en soit un record à l'échelle nationale. Le niveau de difficulté étant d'autant plus important puisque les équipes de réparations devaient travailler dans des conditions très difficiles (c'est-à-dire réparer les pipelines durant les inondations et sous d'intenses précipitations.)

La deuxième étape fut de déployer les premiers secours aux communautés avoisinant les puits de gaz. La priorité fut donnée aux zones les plus sévèrement touchées et accessibles par les secours. Les premiers secours d'OGC ont fourni de l'eau et de la nourriture à la communauté de Wadi Hatat.

La troisième étape fut de créer une équipe, formée d'employés provenant de la compagnie OGC, afin d'analyser l'endommagement subi par ses propres employés et de ce fait leur fournir une aide supplémentaire. Les dommages étaient classifiés selon leur niveau d'endommagement (low, medium and highly damaged). Les sources de l'aide fournie aux employés ne provenaient que d'OGC et d'aucune autre source externe. L'idée de ce projet d'aide « interne » était initialement celle d'un employé d'OGC qui, par la suite, la relaya aux gestionnaires de haut niveau. Une fois

l'équipe formée, tout le long du processus d'analyse des demandes reçues, il n'y eut aucune interférence des paliers supérieurs de la compagnie.

« Dans certains quartiers les inondations eurent cours tellement rapidement que les résidents y ont perdu presque tous leurs biens, n'ayant pas eu le temps requis afin de les évacuer. Par exemple, Abdulrahman, qui habite le quartier Al-Ghubra Nord, le cadre du département Health, Safety and the Environment, avait tout perdu, tout ce qui lui restait était les linges qu'il portait sur lui. » [A. Taqi, OGC (02/05/2011)]

Outre l'aide fournie aux communautés avoisinantes des puits de gaz ainsi qu'à ses propres employés, OGC aida aussi Oxydental (compagnie pétrolière) et la Royal Oman Police (ROP).

« Les jours suivant le passage du cyclone Gonu, nous avons observé une entraide exceptionnelle de la part des habitants de Mascate. Les citoyens passèrent eux même à l'action sans dépendre des autres sources d'aide. Il n'y avait pas de ségrégation sociale, les Omanais aidaient les expatriées, les riches aidaient les pauvres et vice-versa. Dans plusieurs des quartiers touchés, on pouvait observer des voisins qui s'aidaient les uns les autres.» [A. Taqi, OGC (02/05/2011)]

À la suite du passage du cyclone Gonu, l'Oman Gas Company a tiré plusieurs leçons importantes. Depuis, tous les serveurs et le matériel informatique d'importance du bureau chef de l'OGC sont situés aux étages supérieurs de l'immeuble. Davantage de copies de sauvegarde sont effectuées pour ce qui est des données de la compagnie et plusieurs données (papier ou électronique) sont maintenant situées loin des fenêtres.

« Dans le futur, il sera important de choisir une localisation différente de celle que nous occupons présentement. Notre immeuble est situé en bordure d'un oued. Le type d'infrastructure devra aussi être adapté.» [A. Taqi, OGC (02/05/2011)]

Le cyclone Phet (juin 2010) rappela à plusieurs entreprises omanaises l'accroissement du risque cyclonique en Oman et conjointement de la vulnérabilité de plusieurs de ses secteurs. Cette prise de conscience résulta, pour l'Oman Gas Company, en le déploiement de mesures additionnelles

de prévention en ville (pour leur bureau-chef) mais aussi pour leurs installations qui avoisinent les puits de gaz dans le désert du Sultanat. Un cyclone ou une tempête tropicale qui endommagerait les installations de OGC provoquerait un effet domino majeur en générant des pannes de courant pour les habitants de plusieurs quartiers, mais aussi en affectant l'approvisionnement en gaz (source énergétique principale pour la cuisson).

Bank Muscat

À la suite du passage du cyclone Gonu, Bank Muscat, la plus grande institution bancaire du Sultanat d'Oman, créa le programme Al A'Awam (qui signifie aide ou assistance en arabe). Al A'Awam fut le premier programme de prêts à 0 % d'intérêt en Oman, mesure offerte par Bank Muscat afin d'aider ses clients victimes du cyclone Gonu et qui habitaient les gouvernorats de Mascate et de Sharqiya. (Vaidya, 2007)

Le prêt sans intérêt et sans frais administratifs fut offert aux clients de la banque dont le salaire est débité à Bank Muscat et recevant un salaire mensuel brut de 500 OMR (1500 dollars canadiens) ou moins. Un prêt sans intérêt allant jusqu'à trois fois le salaire mensuel de l'emprunteur était crédité directement à son compte, et ce en moins de 24 h suivant la réception du formulaire de demande de prêt. Les clients de Bank Muscat pouvaient bénéficier du programme Al A'Awam jusqu'au 15 août 2010 (plus de deux mois après le passage du cyclone Gonu) (Vaidya, 2007). Ces prêts furent offerts aux citoyens omanais ainsi qu'aux expatriés, mesure importante pour une grande majorité des travailleurs migrants qui, dans l'ensemble, reçoivent beaucoup moins que 500 OMR par mois.

Al A'Awam fut la troisième initiative entreprise par Bank Muscat à la suite du passage du cyclone Gonu. La première fut un don de trois millions OMR (environ 7,5 millions de dollars canadiens) et la deuxième fut de différer tout remboursement de prêt à ses clients pour deux mois.

"The zero interest loans are repayable over one year," said Sulaiman Hamad Al Harthy, deputy general manager (consumer banking), adding that otherwise it would be combined with existing loans. "One month before the expiry of the loan tenure, all customers will receive a reminder informing them that their loans are due for repayment." (dans Vaidya, 2007).

Dans le cas où l'emprunteur ne rembourse par son prêt à la date convenue, le montant restant est combiné à tout prêt existant et soumis aux mêmes modalités. Si l'emprunteur possède la totalité du prêt, le montant peut ne pas être jumelé à un prêt existant, et sera débité immédiatement du compte du client. (Al-Harthy dans Vaidya, 2007).

Finalement, la Bank Muscat a aussi permis à tous les résidents d'Oman (nationaux ou expatriés) d'offrir des dons monétaires au fonds d'aide des victimes du cyclone (His Majesty's Cyclone Victims Relief Fund) en association avec la Oman Charitable Organisation. Les donateurs n'avaient qu'à se présenter à une des 100 succursales de Bank Muscat et déposer leurs contributions. (Vaidya, 2007)

4.2.7 Conclusion

Tel que présenté dans l'ensemble de la partie sur la vulnérabilité sociale, les habitants des quartiers Al-Ghubra et Al-Azaiba sont en moyenne moins vulnérables socialement que ceux de plusieurs autres zones urbaines du gouvernorat de Mascate. Ceci étant dit, l'endommagement fut très considérable dans les quartiers de notre zone d'étude et plusieurs facteurs sociaux amplifient la vulnérabilité des habitants du Sultanat d'Oman.

Tel que présenté dans le cadre théorique, nombreux sont les éléments sociaux qui accroissent la vulnérabilité des populations face à un aléa. Les principaux enjeux sociaux auxquels font face l'ensemble du Sultanat d'Oman sont en autres :

- Un haut taux de chômage chez les jeunes (même pour la main-d'œuvre qualifiée);
- Une économie peu diversifiée (elle dépend grandement de l'extraction pétrolière);

- Un apport énergétique qui dépend lui aussi totalement de ses ressources pétrolières et gazifières;
- Un haut taux d'inflation qui ne cesse d'augmenter;;
- Les populations dépendantes (jeunes enfants et personnes âgées) représentent une grande portion de la population;
- Les travailleurs migrants ont de la difficulté à communiquer dans les langues officielles et sont souvent plus vulnérables dû à leur situation précaire;
- L'accès à l'emploi ou à des services est parfois situé dans des zones à risques;
- Une importante partie de la population dépend de l'aide sociale;
- Les importants axes routiers sont construits à même des zones inondables;
- La majorité des résidents sont locataires et l'accès à la propriété est laborieux pour beaucoup d'Omanais et voir même impossible pour la majorité des travailleurs migrants;
- L'exode rural ne cesse d'augmenter et amplifie plusieurs des enjeux sociaux préexistants.

Notre analyse des facteurs sociaux de la vulnérabilité nous permet de conclure qu'en moyenne les habitants de notre zone d'étude étant mieux nantis et socialement moins vulnérables (versus la majorité des habitants du gouvernorat Mascate), selon les facteurs étudiés, ils ont subi un endommagement considérable essentiellement et principalement lié à des facteurs de vulnérabilité autres que les facteurs d'ordre social. Il est important de conclure que la mobilisation au niveau local, régional et national dans le but de réduire la vulnérabilité sociale ne doit pas pour autant être négligée, car ces aspects influent grandement la majorité de la population du gouvernorat de Mascate et du reste du Sultanat d'Oman face au risque cyclonique, aux risques d'inondations et aux risques environnementaux de manière générale. En résumé, les caractéristiques sociales de la population moyenne des quartiers Al-Ghubra et Al-Azaiba ne sont pas représentatifs de l'ensemble des populations à risque au Sultanat d'Oman.

4.3 Vulnérabilité institutionnelle et développement au Sultanat d'Oman

Cette section vise à présenter les rouages de la gestion du risque en Oman sous plusieurs facettes. Tout d'abord, nous traiterons du développement d'Oman mais surtout des progrès que le pays a effectué depuis les 40 dernières années, soit depuis l'ascension au pouvoir du présent Sultan Qaboos bin Saïd Al-Saïd. Ensuite, nous analyserons de façon détaillée l'agence gouvernementale en charge de la gestion des risques en Oman (tant au niveau de la préparation que de la mitigation), le National Committee for Civil Defence (NCCD). L'implication du Directorate General of Meteorology and Air Navigation (DGMAN), qui occupe une place majeure en lien avec la problématique du risque cyclonique en Oman, y sera aussi présenté. Finalement, le rôle du ministère de l'Environnement et des affaires climatiques dans la réduction de la vulnérabilité face au risque cyclonique sera sommairement présenté.

4.3.1 Développement au Sultanat d'Oman depuis 1970

Dans un premier temps, nous présentons dans ce tableau 22, de manière synthétique, les changements que le Sultanat d'Oman a subis depuis la révolution de 1970 sous le règne du présent Sultan, Qaboos bin Saïd Al-Saïd.

Tableau 22 : Développement en Oman 1970 vs 2008

Oman avant 1970	Oman en 2008
- 3 écoles avec un total de 909 étudiants	- 1238 écoles, institutions d'éducation supérieures pour un total de 940 000 étudiants
- 10 km de routes pavées et 1700 km de routes non pavées	- 12 000 km de routes pavées et 26 000 km de routes non pavées
- 1 seul hôpital dont le courant électrique est peu fiable	- 58 hôpitaux et 145 centres de santé; 5871 docteurs
- Quelques petits logis pour les touristes	- Plus de 180 hôtels et maisons de repos
- 3 banques	- 20 banques majeures et plus de 365 succursales

- Aucun port de commerce	- 3 ports de commerce majeurs et 3 autres en construction
- Une seule petite piste d'atterrissage	- 3 grands aéroports et 9 aéroports domestiques
- Aucun poste de pompiers	- 36 postes de pompiers en opération et 34 autres postes seront construits
- Aucune usine ou industrie	- Plus de 567 usines

Source : Mohamed, 2012 à partir de Al-Kindi, 2008

Que ce soit au niveau de notre terrain d'étude (les quartiers Al-Ghubra ou Al-Azaiba), au niveau du wilayat Bawshar et au niveau du gouvernorat de Mascate; nous retrouvons des institutions telles que des écoles, des hôpitaux et centres de santé/cliniques, des banques et bien d'autres institutions, qui se sont en zones à risques. Il n'est pas rare qu'à la suite de fortes intempéries, certains hôpitaux (comme le Al Nahda Hospital dans le quartier de Ruwi) soient complètement inondés et que le transfert de patients à un autre centre hospitalier soit nécessaire. Les principaux axes routiers sont souvent inondés et cela complique grandement le travail des ambulanciers et autres services de secours en temps de crise. Toutefois, le ministère des Transports s'efforce depuis le passage de Gonu d'investir dans un aménagement routier réduisant le risque d'inondations sur les axes principaux (la rue 18th November, l'autoroute Sultan Qaboos ainsi que l'autoroute express). Lors du passage du cyclone Gonu, deux des trois ports majeurs de commerce furent fermés, le port de Sohar fut fermé pendant plus de deux jours et celui de Mascate (le port Sultan Qaboos) fut complètement fermé pendant une journée et reprit ses opérations temporairement.

En 2010, le rapport sur le développement humain publié par le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD), affirmait que l'Oman était le pays le plus performant (pays dont l'augmentation de son index de développement humain (IDH) a été la plus forte) et ce aussi dans la dimension non monétaire du développement humain. L'Oman a plus que doublé son IDH en 40 ans, en passant de 0.36 en 1970 à 0.79 en 2010 et ce en dépit d'une grande divergence en termes de revenus (tableau 23).

Tableau 23 : Classement Améliorations d'IDH, d'IDH non monétaire et de PIB, 1970-2010

Classe- ment	Améliorations		
	IDH	IDH non monétaire	Revenu
1	Oman	Oman	Chine
2	Chine	Népal	Botswana
3	Népal	Arabie saoudite	Corée du Sud
4	Indonesia	Libye	Hong Kong, Chine (RAS)
5	Saudi Arabia	Algérie	Malaisie
6	RDP Lao	Tunisie	Indonésie
7	Tunisie	Iran	Malte
8	Corée du Sud	Éthiopie	Viet Nam
9	Algérie	Corée du Sud	Maurice
10	Maroc	Indonésie	Inde

Source : Klugman, 2010

Oman : conversion du pétrole en santé et en éducation. C'est en Oman que l'on a enregistré les progrès les plus rapides de l'IDH. On y a découvert à la fin des années 1960 d'abondants gisements de pétrole et de gaz, aussi nos données expriment-elles le passage d'un pays très pauvre à un pays très riche, avec une quadruple expansion des taux bruts de scolarisation et des taux d'alphabétisation, et une amélioration de l'espérance de vie de 27 ans. Mais même en Oman, la croissance économique n'est pas tout. Si ce pays se place en tête pour les progrès de l'IDH, il reste 26^e en termes de croissance économique depuis 1970, année où on y comptait trois écoles primaires et un seul institut de formation professionnelle. Ses initiatives pour convertir sa richesse pétrolière en éducation visaient notamment à en améliorer l'accès et à adopter des politiques d'adéquation des savoirs aux besoins du marché du travail. Les services de santé se sont également améliorés : entre 1970 et 2000, les dépenses de santé du gouvernement ont été multipliées par près de six, une croissance bien plus rapide que celle du PIB. (Klugman, 2010, p.66)

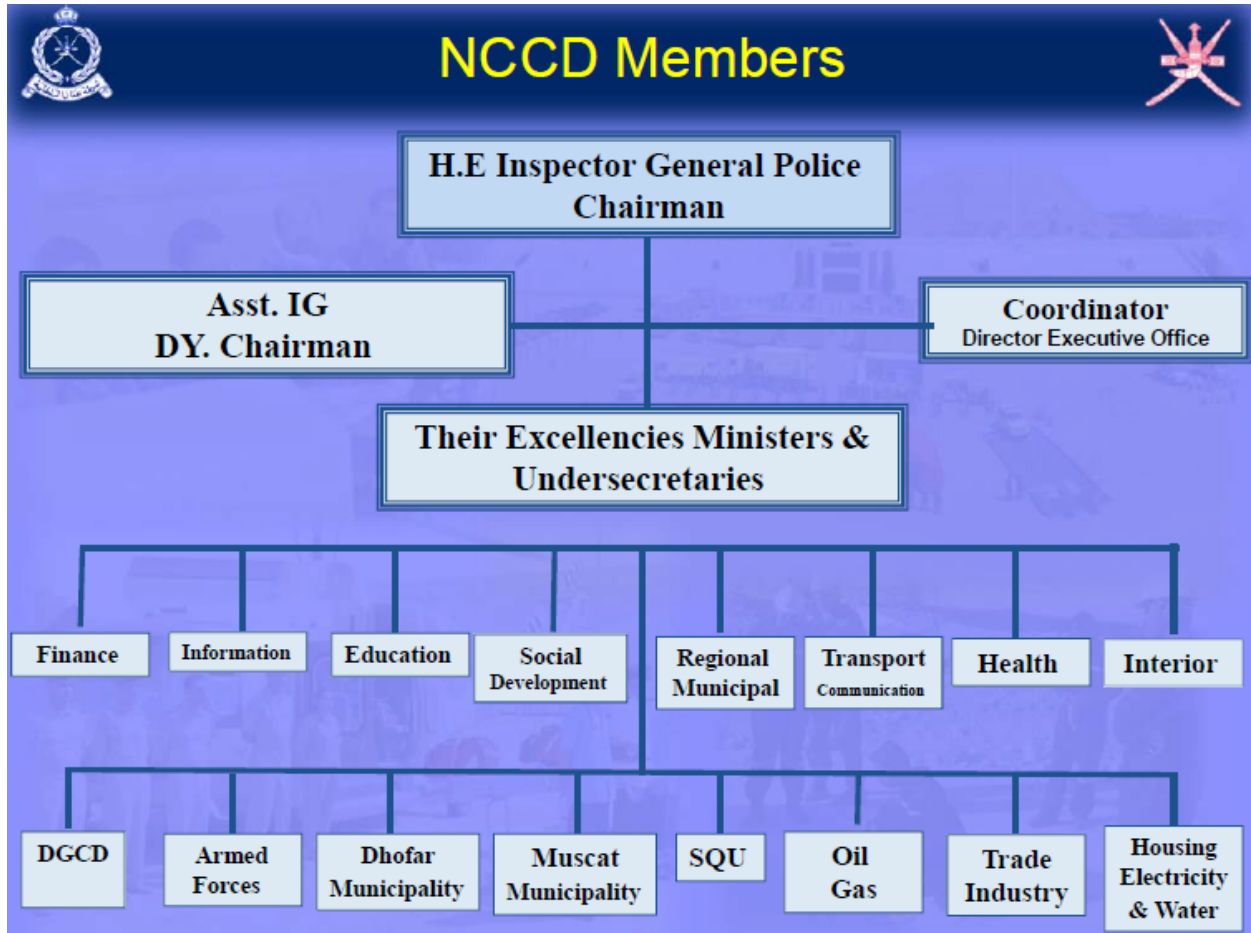
Bien que le pays ait subi une multitude d'améliorations quant à sa qualité de vie, la gouvernance du Sultanat n'en reste pas moins un aspect discutable. « Oman demeure un sultanat, avec un exécutif non élu, une assemblée législative non partisane et une interdiction frappant tous les partis politiques. » (Klugman, 2010, p. 66). Ceci étant dit, il faut tout de même souligner que ce progrès (principalement dans le secteur de la santé et de l'éducation), ayant été effectué sous un régime monarchique, dépeint ainsi la vision du présent Sultan d'Oman, Sultan Qaboos bin Said Al-Said, depuis son ascension en 1970. Ces récentes années ont été témoin d'une évolution positive en ce qui concerne l'instauration de principes démocratiques. Une assemblée représentative (où les femmes occupaient en 2008 9,1,% des sièges du parlement (Klugman, 2010)) fut établie en Oman et d'autres mesures pro-démocratiques furent récemment annoncées.

4.3.2 Gestion des risques en Oman

Avant 1988, la gestion des risques était principalement sous la juridiction de la police, du ministère des Affaires intérieures, du ministère de la Santé ainsi que du ministère des Affaires sociales (ceux-ci se partageant les tâches respectives). En 1988, le premier comité national d'urgence fut créé ainsi que le comité national pour les désastres naturels. En 1999, le National Committee for Civil Defense (NCCD) vit le jour, organisme qui jusqu'à aujourd'hui supervise la préparation, la gestion, la mitigation face aux différents types de désastres (naturels, industriels, biologiques, etc.) affectant le pays. En 2002, un comité exécutif (*executive office*) fut créé au sein du NCCD, puis en 2003 le NCCD forma huit sous-comités. (Al-Kindi, 2008)

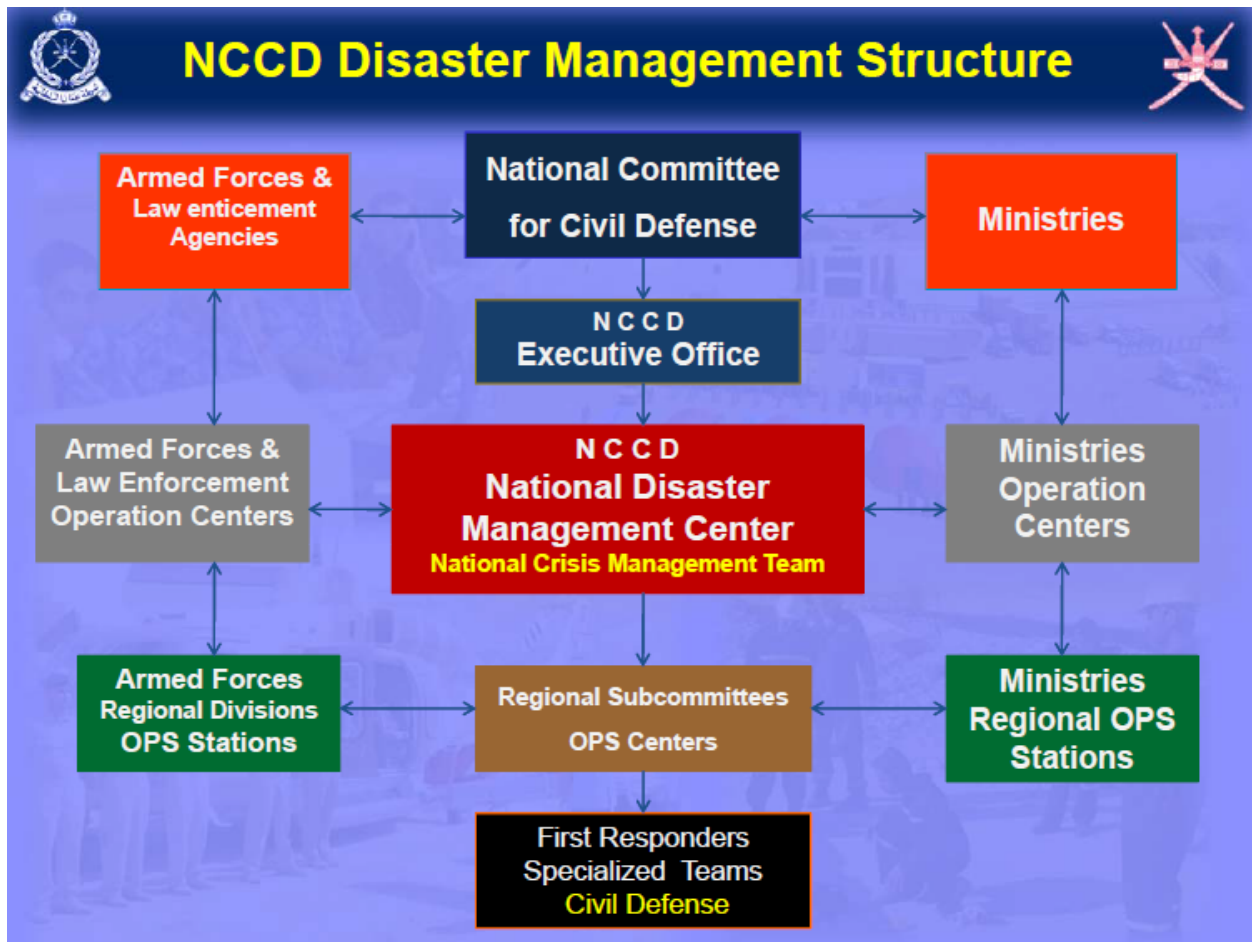
La structure organisationnelle du comité (NCCD) se divise donc comme suit : le président, le DY. Chairman, 16 membres provenant des différents ministères ainsi que divers coordonnateurs (figure 45).

Figure 45 : Structure organisationnelle du NCCD



Source : Al-Kindi, 2008

Figure 46 : Structure de la gestion des catastrophes par le NCCD et lien avec les différents acteurs



Source : Al-Kindi, 2008

Le mandat du NCCD (composé par les membres siégeant au comité du NCCD et approuvé ensuite par le cabinet d'Oman, qui est l'organe exécutif du Sultanat d'Oman composé de tous les ministres) a pour but de :

- Établir les principales politiques pour la défense civile dans le but d'assurer une amélioration de l'intervention à l'urgence et en temps de crise;
- Rédiger et gérer des plans complets de gestion de crises;
- Former des sous-comités du NCCD (dans les gouvernorats et les régions du Sultanat) munis de termes de référence et de procédures bien définies;

- Déterminer les régions (gouvernorats, wilayats, villes, quartiers, etc.) pour lesquelles les procédures stipulées par la loi de défense civile (Civil Defence Law) s'appliquent pleinement ou partiellement, et émettre les directives nécessaires afin de mener à terme ces procédures.

(National Committee for Civil Defence, 2010)

Buts stratégiques du NCCD :

- S'assurer que toutes les grandes organisations ont des plans d'urgence efficaces et opérationnels en place;
- Établir une structure de communication efficace, au niveau national, en cas de catastrophes;
- Étudier toutes les mesures possibles dans le but de prévenir les situations de crise;
- Développer des plans stratégiques pour la réduction et le contrôle des impacts résultant de catastrophes lorsqu'elles surviennent;
- Établir un réseau de contacts efficace d'agences de secours à l'échelle locale, régionale et internationale.

(Al-Kindi, 2008)

Mission du NCCD :

- 1 - Organiser les efforts d'intervention et les ressources nécessaires afin d'atteindre les objectifs escomptés sur la base des meilleures pratiques et des procédures dans le domaine;
- 2 - Opérationnaliser la communication, la coopération et la coordination entre les agences en charge des interventions d'urgence;
- 3 - Coordonner les efforts orientés vers la réduction des risques, afin d'améliorer les capacités d'intervention;
- 4 - Adopter et appliquer une approche globale et équilibrée de manière à renforcer les capacités nationales en termes de gestion de crise et de réhabilitation;
- 5 - Coordonner les services de secours et s'assurer qu'ils atteignent les personnes affectées;

- 6 - Fournir et échanger des informations détaillées avec les organismes concernés et ce dans un délai raisonnable;
- 7 - Renforcer les capacités opératoires des ressources humaines dans le domaine de la gestion des urgences;
- 8 - Améliorer les capacités des équipes d'intervention et soutenir le partenariat et la coopération entre les divers organismes/agences concernés par l'intervention d'urgence;
- 9 - Améliorer les ressources de base et les capacités pour la gestion des urgences;
- 10 - Renforcer la coopération entre les secteurs public et privé ainsi que les institutions de la société civile;
- 11 - Améliorer les capacités des sous-comités régionaux à gérer les urgences;
- 12 – Se coordonner avec les agences en charge de l'évaluation des risques en tant que base pour les interventions d'urgence (Coordinate with the agencies in charge of risk assessment as a basis for emergency response.) ;
- 13 – Élaborer les procédures standards et les lignes directrices fondées sur les meilleures pratiques en matière de gestion des urgences;
- 14 - Superviser la coopération et le soutien mutuel entre les sous-comités;
- 15 - Maintenir constante la préparation pour faire face aux urgences;
- 16 - Améliorer les systèmes de communication, de coordination et d'information et s'assurer de leur efficacité lors des situations d'urgence;
- 17 - Développer et appliquer une stratégie globale pour la formation et l'éducation dans le domaine de la gestion des urgences;
- 18 – Élaborer des suggestions dans le but d'améliorer les lois, les règlements et les procédures régissant la gestion des urgences et ce, en collaboration avec les autorités concernées.

(National Committee for Civil Defence, 2010)

Une des missions principales du NCCD est d'améliorer le processus d'intervention en temps de crise. Le comité se doit aussi d'évaluer l'intervention qui a eu cours à la suite d'une catastrophe, dans le but d'améliorer les pratiques utilisées au Sultanat d'Oman. Il doit aussi œuvrer afin de perfectionner la communication, la coopération, la coordination entre toutes les parties impliquées

lors de la mitigation, de la prévention, de l'intervention, et de la reprise (mitigation, preparedness, response, recovery) face à un aléa. Le NCCD est l'organe supérieur qui gère la coordination de la gestion du risque de façon générale et détaillée (selon les échelons). De par son mandat, le comité réussit à réduire la bureaucratie en améliorant le transfert d'informations (qualité et quantité), ce qui a pour objectif d'améliorer la gestion du risque et, par conséquent, de réduire la vulnérabilité des sociétés en offrant une plus grande marge de manœuvre aux acteurs concernés. Les ministères, les agences gouvernementales, les forces armées et policières, les compagnies privées œuvrant au sein du NCCD reçoivent tous un mandat précis et bien défini quant à leurs rôles et responsabilités face à la gestion commune du risque au Sultanat d'Oman. Chacun étant représenté devant le comité et en y siégeant régulièrement, l'information transige facilement, rapidement et efficacement à tous les échelons nécessaires grâce à une approche bidirectionnelle, soit ascendante (dite *bottom-up*) et descendante (dite *top-down*).

Le NCCD travaille en partenariat avec une multitude d'agences internationales dont : UNICEF, United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs, Department for International Development, MERCY Malaysia, UNDP, La Croix-Rouge et le Croissant-Rouge, International Strategy for Disaster Reduction, United Nations Development Programme, USAID, World Meteorological Organization, United Nations Environment Programme, Federal Emergency Management Agency. (Al-Kindi, 2008)

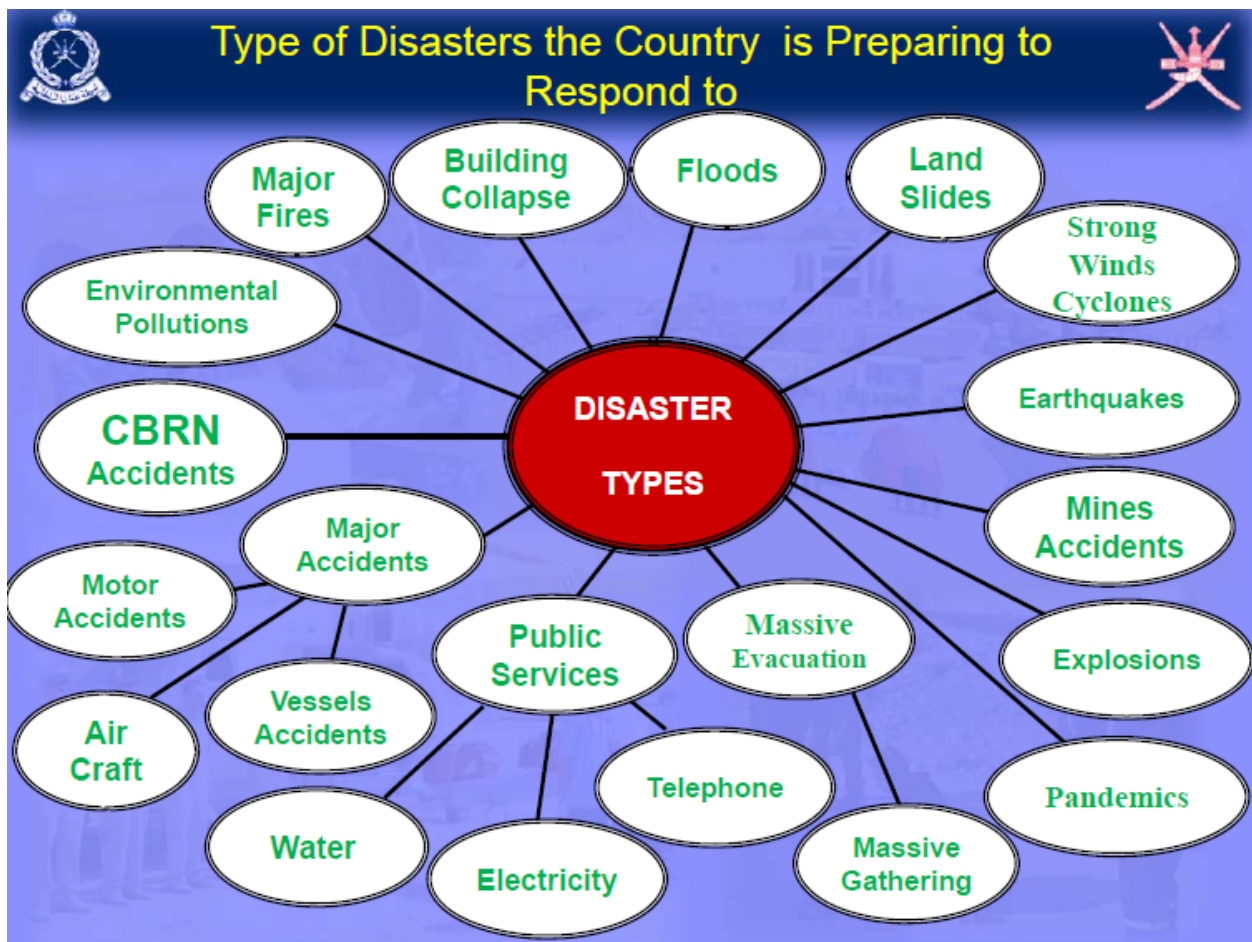
Plus concrètement, voici ce que le NCCD a mis en place depuis sa création :

- Diverses équipes spécialisées de premiers répondants;
- Comité national de gestion de crise;
- Base de données d'urgence nationale (National Emergency Data Base) ;
- Base de données de surveillance chimique (Chemwatch) ;
- Service d'ambulance national;
- Unités mobiles médicales (capacité totale de 300 malades externes et 100 malades hospitalisés) ;

- Système d'alerte précoce (Early Warning System) ;
- Équipe de réponse nationale sur les incidents CBRN;
- Équipe de recherches et de sauvetage;
- Mécanisme de formation pour les différentes organisations reliées à la gestion du risque et au NCCD.

(Al-Kindi, 2008)

Figure 47 : Différents types de désastres dont l’Oman se prépare à faire face de façon efficace



Source : Al-Kindi, 2008

À première vue, on pourrait penser que la pluridisciplinarité, en termes de gestion des différents risques du NCCD, aura pour effet de réduire son efficacité (figure 47). Toutefois il est important

de comprendre que pour chacun des types d'aléas et/ou risques ainsi que pour chacune des parties représentées, il existe un système de délégation bidirectionnel. Les représentants siégeant au comité présentent aux autres représentants, lors des rencontres du NCCD, les recommandations reçues de la part de leurs propres spécialistes (i.e. scientifiques, chercheurs, directeurs, sous-comité, etc.). Suivant la présentation de ces recommandations, les membres du NCCD agiront comme preneurs de décisions, tout en respectant les meilleures pratiques (*best practices*) en matière de gestion du risque.

Figure 48 : Différents niveaux de réponses à la suite d'une catastrophe tels que répertorié par le NCCD



Source : Al-Kindi, 2008

Voici ce que le NCCD peut offrir aux différentes agences et organismes avec qui le comité travaille conjointement :

- Conseiller et guider sur la sûreté et la sécurité;
- Offrir un réseau de contacts au niveau local, régional, national et international;
- Fournir de l'aide pour la mise en place de centres d'opération d'urgence;
- Assister la préparation de plans d'urgence;
- Assister la production de programmes de formation;
- Fournir de l'information et des données provenant du National Emergency Data Base;
- Assister les organismes lors de la mise en place de divers scénarios.

(Source : Al-Kindi, 2008)

Exemple de coordination entre le Directorate General of Meteorology and Air Navigation (DGMAN) et le NCCD :

La coordination entre les agences et organismes concernés avec le risque cyclonique tels que le DGMAN et le NCCD est primordiale afin d'assurer une gestion efficace des risques. Devant l'imminence que le cyclone Gonu allait affecter, dans sa trajectoire, une partie du Sultanat d'Oman, le DGMAN était conscient du besoin d'une très forte coordination, dès le début, avec les différents preneurs de décisions ainsi que la presse et les médias. Le 2 juin 2007, les chances d'un impact avec le cyclone Gonu étant de plus en plus élevées, le DGMAN contacta officiellement le bureau exécutif du NCCD afin de les informer de la situation. Le lendemain, le premier consultatif fut émis au public. Le 4 juin, le NCCD organisa une rencontre avec tous ses membres et ceux-ci furent documentés par le DGMAN sur le cyclone Gonu. Cette même journée, une émission en direct fut transmise via satellite à partir du DGMAN sur la télévision nationale et des agences de presse. (Al-Maskari, 2009)

4.3.3 Lacunes et leçons apprises par le DGMAN

À la suite de l'expérience acquise face à un aléa cyclonique majeur tel que Gonu, le DGMAN dénota plusieurs lacunes, les principales étant l'inexistence de liens directs entre le DGMAN et la salle des opérations du NCCD, la surabondance des demandes reçues des médias locaux et internationaux, ainsi que l'absence d'un studio de télévision ou de radio convenable au sein même des bureaux du DGMAN. (Al-Maskari, 2009)

Parmi les leçons apprises et les directions futures que le DGMAN souhaite entreprendre, le renforcement de la coordination avec le NCCD, ainsi que l'amélioration de l'organisation en ce qui a trait à la gestion des demandes reçues de la part des divers médias, étaient primordial. À la suite du cyclone Gonu, le DGMAN œuvra dans le but d'obtenir un lien de communication direct avec le NCCD et une transmission directe avec la télévision ainsi que la radio nationale (Oman TV et Oman Radio). Il était dorénavant évident qu'une réorganisation structurelle ainsi qu'une augmentation de l'effectif (tout en leur procurant les formations appropriées) étaient obligatoires au sein du DGMAN. (Al-Maskari, 2009)

In addition, 89 new additional staffs were requested to overcome the shortage and allow for the expansion as per the new organization. Continuous training is essential for meteorologists working at DGMAN. Three staffs were sent after Gonu to complete master studies in the UK in various meteorological specializations. They completed their studies successfully and resumed duty. One other member of staff is currently completing his Ph.D. studies in the UK. In addition, a comprehensive yearly training plan is being implemented. (Al-Maskari, 2010).

Le Directeur général du département de météorologie du DGMAN, Ahmed Hamoud Mohammed Al-Harthy, ainsi que le cadre Badr Al Rumhi, nous décrivent les différentes difficultés auxquelles le DGMAN fit face :

« Lors du cyclone Gonu, il y avait beaucoup trop de travail pour notre équipe. Durant 4 à 5 jours nous n'avons eu que deux heures de sommeil par jour. Nos bureaux n'étaient pas aménagés afin que l'on puisse rester tant d'heures. » [A. Al-Harthy, DGMAN (23/04/2011)].

« Nous devons réaménager les installations du DGMAN afin de permettre aux employés de rester plus longtemps sur place et ce, avec l'équipement nécessaire. Lors de telles situations, certains employés du DGMAN doivent être présents en tout temps afin de surveiller la situation et au besoin en aviser les autorités concernées et les médias. » [B. Al-Rumhi, DGMAN (23/04/2011)].

Le DGMAN dénota aussi la nécessité de mettre à jour les différents outils utilisés lors du processus d'observation et de prévisions météorologiques et ce, pour l'ensemble du Oman National Forecasting Committee (ONFC). Voici quelques-unes des mises à jour effectuées ou en cours :

- 1 – Installer un studio télévisuel et radiophonique (en cours) ;
- 2 – Mettre en place cinq nouvelles stations automatiques d'observation météorologique (en cours) ;
- 3 – Signer un accord avec EUMETSAT (Organisation européenne pour l'exploitation des satellites météorologiques) afin de poursuivre la réception de données provenant des satellites Meteosat centrés sur l'océan Indien (terminé) ;
- 4 – Améliorer et moderniser les modèles de prévision numérique utilisés par l'ONFC (Oman National Forecasting Center) ;
- 5 – Implanter un réseau de radars météorologiques et de radars à ondes (en cours) ;
- 6 – Instaurer des capteurs de vent avec des mâts spéciaux qui résistent à des vents violents et munis d'une alimentation de secours (en cours).

(Al-Maskari, 2009)

Bien que pour le cyclone Gonu les messages d'urgence furent transmis en arabe et en anglais, le DGMAN recommanda que les transmissions futures soient aussi faites en Hindi et en Urdu. Conséquemment, les messages d'urgence seront plus efficaces, en les rendant accessibles aux différentes communautés vivant en Oman et dont une importante portion de celles-ci ne comprend pas convenablement l'arabe ou l'anglais. (Al-Maskari, 2009)

Depuis les événements des cyclones Gonu et Phet, le DGMAN souhaite se munir de radars météorologiques. Selon le directeur général du DGMAN, Ahmed Al-Harthy, le temps de production du type de radars météorologiques nécessaires est d'environ un an. Ces radars peuvent d'offrir de l'information très cruciale sur le cyclone, permettant ainsi d'avoir des données plus exactes sur la direction et la vitesse du cyclone. Même si l'information obtenue à l'aide de satellites fournit les mêmes informations qu'un radar, le niveau de fiabilité est plus faible avec les données satellitaires. Le radar permet en fait de produire des scénarios beaucoup plus proches de la réalité. Les radars peuvent fournir une mise à jour des informations à chaque deux minutes. Par contre les mises à jour d'un système satellitaire ne sont effectuées qu'aux 15 minutes et, bien entendu, ces informations sont moins détaillées et précises que celles fournies par le système de radars météorologiques.

Aujourd'hui le Directorate General of Meteorology and Air Navigation est beaucoup mieux équipé et est en mesure de fournir des informations de meilleure qualité, améliorant ainsi les efforts de préparation des autorités omanaises face à un aléa. Les événements reliés aux cyclones Gonu et Phet ont sensibilisé l'État afin d'offrir au DGMAN les moyens requis, pour que ce dernier puisse effectuer son travail au même niveau que ses confrères des pays développés. Les trajectoires étant prédites avec plus de précisions et dans un plus court délai, le DGMAN peut donc mieux identifier les zones à risques lors d'éventuelles tempêtes ou cyclones tropicaux. L'efficacité du DGMAN et son rôle lors des derniers cyclones a augmenté sa notoriété face à la population en général. Les habitants d'Oman se fient de moins en moins aux sources d'informations non officielles (c'est-à-dire blogues, forums, bouche à oreille, etc.) et de plus en plus au DGMAN comme source d'information en lien avec le risque cyclonique. Bien évidemment, le fait d'offrir ses informations

et messages d'alerte/urgence dans plusieurs langues réduit la vulnérabilité des travailleurs migrants qui, dans la majorité des cas, ne percevraient pas l'information en sa totalité. En utilisant la messagerie texte comme un des moyens de communication pour diffuser ses messages d'alerte, les organisations telles que le NCCD, le DGMAN ou le ROP optimisent l'efficacité de ceux-ci, le cellulaire étant le moyen de communication le plus répandu en Oman (100 % des répondants sondés lors du sondage possédaient un cellulaire (Mohamed, 2011)).

Des aspects tels que les investissements effectués dans le matériel météorologique, la sélection et la formation du personnel, la qualité des messages d'urgence résultent en une gestion du risque durable au Sultanat d'Oman et vont aussi de pair avec la vision du gouvernement omanais qui est d'investir dans un développement efficient sur le long terme. Un des dangers qui guette cette gestion du risque est de se préoccuper plus de la préparation face au risque et de négliger l'aspect prévention. Le NCCD et le DGMAN doivent s'assurer de bien diriger leurs efforts sur la mitigation et de ne pas se concentrer que sur la prévention, l'intervention et la reprise à la suite d'une catastrophe.

4.3.4 Augmenter la sensibilisation du public face au risque cyclonique

À la suite du passage du cyclone Gonu, l'ONFC continua de recevoir un nombre élevé d'appels téléphoniques de façon journalière et ce, surtout lorsqu'une dépression quelconque se développait au-dessus de la mer d'Arabie. Cette conscience du risque cyclonique, inexistante avant le passage de Gonu en Oman, devenait dorénavant démesurée. La désinformation du public, conséquence de l'accès à diverses sources d'information non crédibles (forums, pages internet et autres), engendra une Gonuphobie. Devant ce problème, le DGMAN, l'ONFC ainsi que les diverses agences concernées travaillèrent conjointement avec le ministère de l'Éducation dans le but de renforcer la part de la météorologie dans le cursus scolaire des étudiants omanais. De ce fait, un livret en arabe traitant des cyclones tropicaux fut produit par le DGMAN. « The aim of the book is to educate both students and the general public and raise general awareness on the impact of tropical cyclones. » (Al-Maskari, 2010, p. 274).

« Lors des précipitations provenant du cyclone Gonu, les habitants des régions touchées sortaient de leurs maisons afin de voir la pluie. Cette pratique courante est due au fait qu'en Oman la pluie est un évènement météorologique très rare et la population générale (avant les cyclones) ne considérait pas cette action comme étant dangereuse. [...] Le public général se doit d'être sensibilisé face au risque cyclonique ainsi que face à divers risques tels que les tsunamis. » [B. Al-Rumhi, DGMAN (23/04/2011)].

4.3.5 Changements en gestion du risque à la suite du cyclone Gonu

À la suite d'une entrevue que nous avons réalisée avec le Dr. Juma Al-Maskari, assistant directeur général des affaires météorologique du DGMAN, et qui siège aussi au NCCD, nous avons pu déceler certaines améliorations depuis le passage des cyclones Gonu et Phet.

« Lors du passage de Phet, la gestion de la crise par les autorités fut considérée comme un succès, tant au niveau du déploiement des effectifs sur le terrain qu'au niveau de la résilience des communautés touchées ainsi qu'au niveau de notre propre préparation au sein du DGMAN [...] Depuis les cyclones Gonu et Phet et à la suite des changements apportés, les policiers du Royal Oman Police sont mieux formés et mieux équipés à faire face à de telles situations. De nombreuses simulations ont depuis été effectuées afin d'observer le niveau de préparation ainsi que les changements à apporter. [...] À la suite de Gonu, la police avait, conjointement avec plusieurs acteurs, dont le DGMAN, conçue des cartes et cela leur permit durant Phet de cibler des zones spécifiques. » [J. Al-Maskari, DGMAN & NCCD (23/04/2011)].

4.3.6 Premiers secours à la suite du passage des cyclones Gonu et Phet

Sur le terrain, la garde côtière omanaise s'occupa des sauvetages lors des inondations du cyclone Gonu et Phet. Plusieurs zones furent identifiées comme prioritaires lors des secours, telles que Quriyat (quartier qui fut totalement isolé du reste de la ville), Wadi Adey ainsi que d'autres quartiers dans le gouvernorat de Mascate. Les secours furent effectués à l'aide de bateaux Zodiac, de moto-marines, de véhicules tout terrain, etc. Outre les résidents qui devaient être secourus, la garde côtière s'occupa aussi de la livraison de denrées non périssables et d'eau aux zones inaccessibles. (Al-Balushi, 2011).

« Une des difficultés lors du passage du cyclone Gonu était d'identifier et de prioriser les zones à secourir. Le problème avec les inondations qui se manifestaient à la suite du cyclone, c'est qu'elles ne se produisaient pas en termes de quelques heures mais bien en terme de quelques minutes. » [Col. H. Al-Balushi, Coastal Guards, Royal Oman Police, (26/04/2011)]

4.3.7 Gouvernance omanaise et réduction de la vulnérabilité environnementale

Le gouvernement est présentement dans une phase d'évaluation des politiques additionnelles pouvant être introduites dans le but de réduire la vulnérabilité face aux divers risques environnementaux auxquels le pays fait face et ce, de façon durable. À la suite de l'entrevue que nous avons réalisée avec Ibrahim Al-Ajmi, directeur général des affaires climatiques au sein du ministère de l'Environnement, voici les informations obtenues en lien avec la problématique de la vulnérabilité en Oman.

« L'objectif, pour le moment, est de travailler sur un plan de gestion de risques et d'intégrer ce plan à divers niveaux dans les organismes concernés. Ce plan doit traiter de la préparation, de l'action ainsi que de la réhabilitation face au risque. » [I. Al-Ajmi, Ministry of Environment and Climate Affairs (01/06/2011)].

Le fait d'avoir un centre commun d'alerte précoce (*early warning center*) pouvant identifier les risques les plus fréquents auxquels nous pouvons faire face tels que les tsunamis, les marées rouges, les tremblements de terre, les cyclones, les inondations et autres permettra de réduire notre vulnérabilité. La recherche et la surveillance de ces phénomènes doivent être intégrées à l'intérieur de ce même centre.

« Le NCCD est sur la bonne voie d'une intégration des divers acteurs concernés en ce qui a trait au processus de prise de décisions. » [I. Al-Ajmi, Ministry of Environment and Climate Affairs (01/06/2011)].

Le rôle du Ministère de l'Environnement et des affaires climatiques consiste en fait en une implication à long terme ayant pour but d'établir les politiques et règlements nécessaires afin de réduire les impacts des changements climatiques sur l'environnement du Sultanat d'Oman. Ces politiques doivent être façonnées en respectant les principes de développement durable.

« Auparavant, l'évaluation d'impacts environnementaux [avant 2007] était basée sur une vue plus traditionnelle, donc on traitait principalement de la pollution de l'air et de la réduction des gaz à effet de serre sans nécessairement traiter des changements climatiques et des risques environnementaux. À la suite du cyclone Gonu et aux décrets royaux visant à faire de la prévention des risques une priorité en Oman, le procédé d'évaluation des impacts environnementaux intègre plusieurs nouveaux aspects tels que : les impacts sur les changements climatiques, les risques environnementaux (adaptation et mitigation) ainsi que l'efficacité énergétique. » [I. Al-Ajmi, Ministry of Environment and Climate Affairs (01/06/2011)].

Initialement, cette intégration fut difficile et laborieuse, surtout en raison du fait que plusieurs acteurs omanais, comme certains scientifiques, sont encore sceptiques des conséquences réelles des changements climatiques.

« La majorité des parties prenantes ne sont pas au courant des impacts des changements climatiques sur l'Oman. [...] Le mandat spécifique que le département des affaires climatiques a reçu nous a permis de renforcer le niveau de recherche effectué sur les changements climatiques et nous a donné plus de pouvoir. » [I. Al-Ajmi, Ministry of Environment (01/06/2011)].

Intégration de la réduction de la vulnérabilité dans le processus d'évaluation environnementale

Le Guidelines for the Preparation of Climate Affairs Chapter to be included in the Environmental Impact Assessment (EIA) Report, guide sur la demande que doivent remettre les consultants afin de recevoir leur approbation environnementale pour le projet proposé, fournit les éléments de risques liés aux changements climatiques sur lesquels les propositions seront évaluées.

Voir les sections traitant des risques environnementaux ci-dessous :

4- Assessment of Climate Change Impacts and Vulnerabilities

Consultant should identify the climate change impacts over upcoming project. The cumulative impacts due to other industrial and infrastructural activities in the region should also be considered.

The expected vulnerabilities/disasters should be identified in case of storms, cyclones, high waves, floods, landslides, and dust storms.

Project proponents/Consultants are requested to make assessment using "Climate Affairs Risks Matrix" given below.

Climate Affairs Risks Matrix

Type of risks	Frequency /degree of vulnerability ⁷	Climate impacts due to identified vulnerability ⁸	Risk magnitude ⁹	Remarks, if any

Natural disasters such as cyclones, earthquakes, high waves, landslides and dust storms				
Sea Level Rise				
Temperature Increase				
Heavy Rains				
Flash Flooding				

⁷ Please assign 1, 2 and 3 for low, medium and high frequencies of vulnerability

⁸ Please assign 1, 2 and 3 for low, medium and high impacts due to identified vulnerabilities

⁹ Risk magnitude should be calculated multiplying frequency of vulnerability and climate impacts

5.2 Climate Change Adaptation

Identify measures and tools for adaptation and mitigation of climate change impacts for all stages of the project and the surrounding environmental systems in case of

1. Storms, cyclones, high waves, floods, landslides, and dust storms.
2. Sea level change, sea level rise, drought, increase in temperature, change of wind patterns, and change of groundwater level.

Une fois l'approbation environnementale reçue, les bénéficiaires doivent fournir des rapports trimestriels de surveillance et fournir les mises à jour si nécessaire. Pour ce qui est des risques environnementaux, voici ce qui est demandé :

11- Climate Change Impacts and Vulnerabilities during reporting period

Any climate change impacts identified over the Project in the reporting period? You are requested to identify any vulnerabilities/disasters in reporting period.

12- What measures and tools have been used for the adaptation and mitigation of climate change impacts in case of any vulnerabilities/disaster (Storms, cyclones, high waves, floods, landslides, and dust storms, sea level change, sea level rise, drought, increase in temperature, change of wind patterns, and change of groundwater level) happened in your project?

Toutefois, tel que mentionné par le directeur général d'une firme de consultation en hydrologie qui a refusé d'être cité nominativement, les études d'impacts environnementaux ne sont pas à l'abri d'un manque de transparence de la part de certaines firmes privées :

« Vous avez aussi le problème des études d'impacts environnementaux qui sont truqués (surtout les aspects hydrologiques). Par exemple si un développeur se présente chez un consultant et que suite à l'analyse le rapport n'est pas favorable au développement choisi, principalement son emplacement, eh bien! le développeur va demander à un autre consultant d'effectuer l'étude dont les conclusions du rapport seront favorables et conséquemment pourront être présentées aux instances gouvernementales concernées afin d'obtenir les permis requis. » [Directeur général (10/04/2011)]

4.3.8 Cadre d'action de Hyogo et réduction de la vulnérabilité en Oman

Dans le but de dresser un bilan sur la vulnérabilité face au risque cyclonique (principalement en ce qui a trait à la vulnérabilité institutionnelle et aux politiques omanaises visant à réduire la vulnérabilité), nous reprenons le Cadre d'action de Hyogo et classifions les différentes priorités d'actions selon les données et informations recueillies lors de ce projet de recherche (tableau 24).

Tableau 24 : Statut des éléments requis afin d'atteindre les priorités d'actions

Priorité d'action et éléments requis	Exécuté	En cours d'exécution	Non exécuté
1 - Ériger la réduction des risques de catastrophe en priorité			
▪ Une volonté nationale et locale ferme			
▪ Une prise en compte et une évaluation des aléas naturels lors de processus décisionnels public et privé			
▪ Une mise en place ou modification des politiques, législations, plans, et programmes afin d'intégrer la réduction des risques de catastrophe			
▪ Une intégration de la réduction des risques de catastrophe à la planification			
▪ Une participation des communautés afin de répondre convenablement aux besoins locaux			
2 - Identifier les risques et passer à l'action			
▪ Des investissements scientifiques, techniques et institutionnels			
▪ Des outils offrant des données statistiques sur les catastrophes, des cartes de risques, ainsi que des indicateurs de vulnérabilité et de risques			
▪ Des systèmes d'alerte précoces plus efficaces. (ex. système d'alerte cubain).			
3 - Instaurer une compréhension et une conscience des risques			
▪ Informer les populations des mesures qu'elles peuvent entreprendre pour réduire leur vulnérabilité			
▪ Renforcer les dialogues entre experts techniques/scientifiques, les planificateurs et autres acteurs			
▪ Intégrer l'enseignement de la réduction des risques de catastrophes à plusieurs niveaux			
▪ Renforcer ou mettre en place les programmes communautaires de gestion des risques			

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Collaborer avec les médias afin de sensibiliser à la réduction des risques de catastrophes 			
4 - Réduire les risques			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Éviter l'installation d'établissements humains dans des endroits directement exposés aux aléas (plaines inondables, etc.) 			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ne pas raser les forêts et les terrains marécageux (réduction de la capacité de résistance de l'environnement aux aléas) 			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ne pas construire des infrastructures et des habitations non résistantes aux aléas 			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Avoir une présence de mécanismes sociaux et financiers 			
5 - Se préparer et se tenir prêt à agir			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mettre en place des plans d'urgence et vérifier l'efficacité de ceux-ci 			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mettre en place des fonds d'urgence 			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adopter des approches régionales coordonnées en vue d'une réponse efficace aux catastrophes 			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Établir un dialogue poursuivi entre les agences chargées de la réponse, les planificateurs, les décideurs et les agences de développement. 			

Source : Mohamed, 2012 à partir de UNISDR, 2007

4.3.9 Conclusion

Depuis l'ascension au pouvoir du présent Sultan, Qaboos bin Said Al Said, l'Oman a connu un immense et intense développement de ses infrastructures, de ses programmes sociaux, de ses services d'éducation et par conséquent de son économie en général. Tel que présenté dans ce chapitre, la gestion du risque a été dotée d'une grande sensibilisation de la part du Sultan dans le but de maximiser l'intégration de l'ensemble des paliers gouvernementaux face à cette même gestion. La création du NCCD, et le mandat dont est dotée cette agence, permet de répondre de façon rapide et efficace face à un aléa et d'engendrer une coopération efficiente entre les parties responsables. La constante coopération avec diverses agences internationales permet aussi au Sultanat d'Oman d'intégrer les « meilleures pratiques » en gestion de risques et par conséquent en réduction de la vulnérabilité.

La gestion que les autorités omanaises a dû réaliser face aux cyclones Gonu et Phet a permis de dénoter les lacunes et les points forts de celle-ci ainsi que les améliorations nécessaires pour chaque acteur. Une des grandes étapes qui attend le gouvernement omanais dans son processus de réduction de la vulnérabilité est, notamment, d'améliorer l'éducation offerte au public face au risque cyclonique afin de sensibiliser l'ensemble de la population sur les différents enjeux. La réduction de l'étalement urbain est un enjeu de taille qui, conséquemment, permettrait de réduire la vulnérabilité face au risque cyclonique et ce, sous plusieurs facettes. Le contrôle de l'étalement urbain du gouvernorat de Mascate ne peut qu'être effectué par les instances gouvernementales omanaises. Le fait que le gouvernement omanais intègre dans le processus d'évaluation environnementale des éléments tels que la gestion des risques et la réduction de la vulnérabilité face à différents risques, démontre une importante volonté de ce dernier de réduire la vulnérabilité.

Dans le but d'optimiser les politiques et les mesures implantées par les différents paliers gouvernementaux et les agences concernées, visant à la réduction de la vulnérabilité face au risque cyclonique et autres, il est impératif que chaque acteur assure un haut niveau de transparence, faute de quoi l'efficacité des mesures mises en place sera diminuée. Afin de maximiser l'effet des mesures entreprises par le gouvernement omanais pour réduire la vulnérabilité de ses habitants, nul ne doit être à même de contourner les règlements implantés par les instances concernées.

Chapitre 5 : Conclusion générale

Chapitre 5 : Conclusion générale

Comme tout projet de recherche, nous avons rencontré certaines limites méthodologiques face à la démarche utilisée, tout comme celles posées par le choix du terrain d'étude. Un des plus grands défis de ce projet de recherche fut de transformer les théories et les méthodologies acquises lors de notre formation universitaire, ainsi que lors de la recherche littéraire, et de les appliquer à notre terrain d'étude. Bien que nous ayons pu nous baser sur plusieurs approches méthodologiques reconnues, tel que décrites dans les premières sections de ce mémoire, certaines limites méthodologiques s'exposèrent. De manière générale, le contexte académique auquel souscrit cette recherche prescrit certains choix méthodologiques ainsi qu'une démarche témoignant aussi des limites imposées de par ce contexte (finances, temps, ressources, etc.).

Dû au fait que la vulnérabilité sociale est difficilement quantifiable, et que ce domaine est peu étudié sur notre terrain d'étude, nous considérons qu'il est important de développer davantage de recherches liées à ce sujet dans le but d'enrichir la qualité et la quantité des données disponibles et, de ce fait, des analyses qui en découleront, mais aussi dans le but de permettre aux instances concernées d'effectuer un urbanisme intelligent, soucieux de réduire la vulnérabilité des populations ainsi que d'augmenter leur résilience. Offrant ainsi un urbanisme qui prendra compte de la vulnérabilité physique et institutionnelle de ces populations, mais également de la vulnérabilité sociale de celles-ci.

Tel que présenté dans les sections précédentes, plusieurs méthodes utilisées afin de colliger des données quantitatives sont aussi associées à leurs limites respectives. Notamment l'identification de zones à risques (c'est-à-dire zones inondables) identifiant un emplacement géographique spécifique, qui ne peut être que le résultat d'analyses géographiques, météorologiques, etc., mais qui doit aussi être fréquemment mise à jour en tenant compte des plus récents événements météorologiques extraordinaires, ainsi que d'autres facteurs variables (et pour lesquelles les données archivées sont très récentes) tel que l'urbanisation et les changements climatiques.

Lors du sondage, le fait d'avoir effectué un questionnaire visant une population qui fut parfois réticente à répondre à des questions voulant mesurer leur vulnérabilité a certainement affecté la

qualité de l'analyse de certains facteurs de vulnérabilité sociale. De manière sommaire et générale, certains éléments et analyse critique provenant du sondage ou de l'entrevue semi-dirigée peuvent demander plus d'effort pour les chercheurs afin d'être colligés versus un terrain d'étude où les participants ont l'habitude de participer à ce genre d'étude. De ce fait, le projet de mémoire de maîtrise exposa donc le besoin pour les différentes instances statistiques en Oman d'approfondir et d'élargir leurs bases de données, ce qui permettra aux autorités concernées de mieux identifier les populations socialement vulnérables. Ceci est d'autant plus important pour l'avancement de la recherche scientifique dans ce pays où la culture des sondages est très récente, surtout en ce qui a trait aux questions sur le profil financier, offrant ainsi une meilleure représentativité statistique.

Il est important de noter que l'analyse de la vulnérabilité face au risque cyclonique pour le cas du wilayat Bawshar en Oman modela notre revue littéraire et conséquemment notre cadre méthodologique. Tel que présenté dans les chapitres précédents nous nous sommes concentré à comprendre les éléments de la vulnérabilité physique, sociale et institutionnelle affectant notre terrain d'étude, les outils de collecte de données furent donc choisis dans ce but. Les aspects de notre population à l'étude sont spécifiques à un contexte spatial et temporel précis, nous croyons donc que la transférabilité à d'autres terrains d'étude semblables au contexte omanais est plausible, mais nécessite une réévaluation des outils méthodologiques choisis. La réplique de la démarche proposée à d'autres thématiques (autres aléas) nécessitera aussi une littérature propre à l'aléa choisi qui dictera aux chercheurs les meilleures données à colliger afin de dresser un portrait de la vulnérabilité face à ce même aléa. Dans le contexte de notre projet de recherche, l'analyse se basant sur une littérature en majorité liée à des cas tirés de pays émergents (en voie de développement), la réplique de la démarche devra par conséquent tenir compte de ce fait. Le contexte géographique du gouvernorat de Mascate (ville côtière entourée d'une chaîne de montagnes rocheuses) ainsi que les différents phénomènes météorologiques que subit le pays sont très spécifiques et extrêmement liés aux facteurs physiques qui amplifient la vulnérabilité des populations, la transférabilité de cette recherche sera donc dépendante d'une contextualisation propre aux phénomènes physiques subis. En résumé, la démarche de cette recherche fut façonnée dans le but d'étudier un aléa spécifique (l'aléa cyclonique), dans un contexte géographique, sociopolitique et économique propre au terrain d'étude et dont l'ensemble des éléments étudiés,

bien que très pertinents, devront être adaptés ou modifiés afin d'être répliqués sur d'autres terrains d'étude ou pour d'autres thématiques.

Ce projet de recherche sur la vulnérabilité du wilayat Bawshar face au risque cyclonique nous a démontré le niveau de complexité de cette vulnérabilité. En fait, la vulnérabilité du Sultanat d'Oman, de sa capitale Mascate, du wilayat Bawshar ou de ses quartiers Al-Ghubra Nord et Al-Azaiba Nord est influencée par un grand nombre de facteurs physiques, sociaux et institutionnels.

Tel que présenté dans la section traitant de la vulnérabilité physique, plusieurs facteurs accentuent la vulnérabilité du Sultanat d'Oman et précisément celle du wilayat Bawshar face au risque cyclonique. La météorologie de l'Oman, perturbée ces dernières années par les changements dans la mousson, conséquence possible d'un réchauffement climatique, génère dorénavant un système atmosphérique considérablement plus propice à la formation de cyclones tropicaux. Contrairement à d'autres régions du monde qui sont affectées par l'aléa cyclonique, à Mascate ce ne sont pas les ondes de tempête du cyclone provenant de la mer en soit qui endommagèrent la ville, mais bien les inondations résultant des fortes précipitations du cyclone Gonu et Phet qui eurent un effet dévastateur. La topographie du wilayat Bawshar est caractérisée par ses multiples chaînes de montagnes qui accentuent drastiquement le ruissèlement vers les zones urbaines. Lors d'importantes précipitations, les canaux d'oueds qui normalement canaliserait ses courants d'eau jusqu'à la mer débordent et conséquemment inondent les quartiers d'Al-Ghubra Nord et d'Al-Azaiba Nord. En fait, les récents événements ont démontré à quel point le gouvernorat de Mascate est vulnérable à de fortes précipitations et ce, indépendamment de leurs sources (cyclone tropical, tempête tropicale, dépression météorologique, etc.). De plus, la constante urbanisation de ces zones à risques dans les quartiers Al-Ghubra Nord et Al-Azaiba Nord, accentuée par le ruissèlement, que ce soit près des oueds ou dans les zones inondables, ne fait qu'augmenter la vulnérabilité face au risque cyclonique. L'aménagement urbain du gouvernorat de Mascate doit dorénavant tenir compte de tous ces facteurs, car la généralisation des sols imperméabilisés augmente le ruissèlement aux dépens de l'infiltration, invitant donc les inondations en zones urbaines, ce qui aggrave les conséquences d'un aléa tel que le cyclone tropical.

La vulnérabilité doit être vue comme un système à plusieurs facteurs reliés, bien que pour l'ensemble de l'Oman, spécifiquement dans le cas du quartier de Quriyat, on remarque que les facteurs de vulnérabilité physique déjà présents sont accentués par les facteurs de vulnérabilité sociale; toutefois cela n'était pas le cas des quartiers Al-Ghubra Nord et Al-Azaiba Nord. Même si ces quartiers furent parmi les plus durement touchés à la suite du cyclone Gonu, l'ensemble des facteurs sociaux de ces quartiers démontre que la vulnérabilité sociale de ces habitants est moindre que celle des autres quartiers du gouvernorat de Mascate et de l'ensemble du Sultanat d'Oman. Les habitants des quartiers Al-Ghubra Nord et Al-Azaiba Nord sont moins vulnérables socialement face au risque cyclonique dans l'ensemble des facteurs analysés, comparativement à la majorité des autres quartiers.

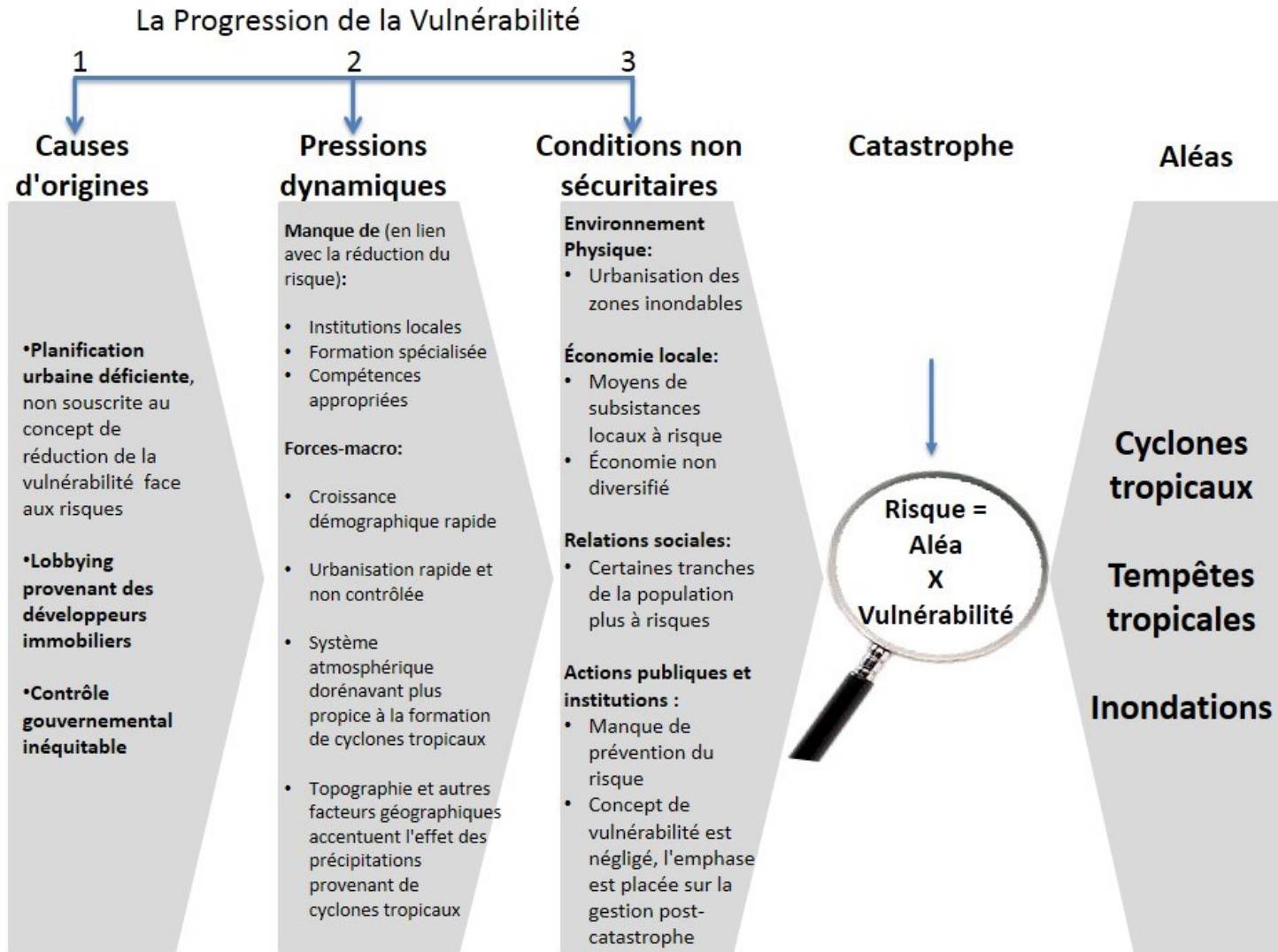
Ce que le Sultanat d'Oman a mis en œuvre dans les dernières années en terme de préparation, de mitigation et de gestion face aux risques environnementaux, et donc de réduction de la vulnérabilité, est exemplaire pour un pays faisant face à l'aléa cyclonique de façon sporadique. En peu de temps, des agences aux objectifs clairs et aux mandats étendus ont permis une collaboration avec plusieurs ministères et autres organismes afin de concerter des efforts communs dans le but de faire de la réduction de la vulnérabilité des habitants de l'Oman une priorité. Tel qu'identifié par les commentaires des acteurs interrogés lors de nos entretiens, les enjeux liés à la gestion du risque cyclonique dans un contexte de changement climatique doivent être constamment adressés par les autorités omanaises, ce qui représente un travail continu et en constante évolution.

Néanmoins, le manque de cohésion de certains règlements et de certaines normes ainsi que le lobbying effectué par certains développeurs ou entrepreneurs dans le but d'occuper ces zones à risques réduisent l'efficacité des efforts mis de l'avant et conséquemment augmente la vulnérabilité face au risque cyclonique. L'intégration des concepts de réduction de la vulnérabilité est déjà bien établie dans certains spectres de la société omanaise (éducation, changement du système politico-administratif, gestion des urgences, évaluation d'impacts environnementaux, etc.), pourtant la planification urbaine et l'aménagement de la ville tardent à respecter ces concepts et surtout à forcer les développeurs à s'y souscrire. La réduction de la vulnérabilité face au risque cyclonique et autres risques environnementaux se doit d'être une partie prenante de la politique de

développement durable que le Sultanat d'Oman veut entamer. On ne peut viser une réduction de la vulnérabilité face au risque cyclonique de façon durable si l'on continue de permettre une occupation du sol dans les zones hautement à risque ou si certaines sociétés peuvent se trouver au-delà des règlements d'urbanisme du gouvernorat de Mascate.

La figure 49 dépeint la progression de la vulnérabilité face au risque cyclonique au Sultanat d'Oman, en se basant sur le modèle proposé par Wisner et al. (2004). Ce graphique permet aussi d'identifier les grandes lignes des résultats majeurs identifiés à l'aide de ce projet de recherche.

Figure 49 : Pressure and Release (PAR) model adapté au contexte omanais



Source : Mohamed, 2012 basé sur Wisner et al., 2004, p.51

Lors de ce projet de recherche, nous avons pu déceler que les causes d'origine étaient principalement dues à une planification urbaine déficiente, au pouvoir démesuré que possède les développeurs, ainsi qu'au fait qu'avant le cyclone Gonu le contrôle gouvernemental en matière de gestion des risques était inéquitable. Tel que présenté dans la section sur l'étalement urbain et dans d'autres sections de ce mémoire, plusieurs principes de base en ce qui a trait à la planification urbaine et à l'aménagement territorial sont des concepts relativement nouveaux en Oman. Leur mise en application, qui fut quasi inexistante en premier lieu et qui s'est effectuée de manière aléatoire par la suite, doit continuer (comme on le constate aujourd'hui) d'être de plus en plus présente dans le processus décisionnel des différents paliers gouvernementaux et agences concernées par la gestion du risque. Le principe de réduction de la vulnérabilité face aux différents risques qui guettent les sociétés omanaises doit être appliqué à toutes décisions reliées à la planification urbaine en Oman. On ne peut plus constamment ignorer le risque cyclonique au Sultanat d'Oman qui, nous le savons, est un produit de l'impact d'un aléa cyclonique et de la vulnérabilité de la société omanaise.

Plusieurs pressions dynamiques agissaient sur cette vulnérabilité (vu comme un système à plusieurs facteurs) ainsi que sur les causes d'origine décrites ci-haut. Au début des années 70, le manque d'institutions locales offrant des formations et des compétences appropriées à la population a longtemps affecté la société omanaise en termes d'éducation. Depuis ce temps, le gouvernement omanais a réussi à convertir les fruits de ses ressources premières en développant le pays avec de nouvelles infrastructures et en offrant à son peuple un accès à un système d'éducation de qualité. D'autres facteurs accentuent la vulnérabilité du peuple omanais et rendent difficiles la gestion des risques au Sultanat, tels que les changements démographiques rapides que le gouvernorat de Mascate a subi depuis les 40 dernières années, qui ont eu pour conséquence de générer une urbanisation brusque et non contrôlée. S'ajoutent à ces facteurs d'autres éléments qui affectent la vulnérabilité physique du gouvernorat de Mascate. Parmi eux nous notons la topographie et l'hydrologie du site ainsi que les différents phénomènes océanographiques et atmosphériques (conséquence possible d'un changement climatique) qui rendent la formation de cyclones tropicaux plus propice.

Nombreuses sont les conditions non sécuritaires qui augmentent la vulnérabilité face au risque cyclonique comme la localisation de plusieurs développements résidentiels et commerciaux dans des zones à haut risque d'inondation et des bâtiments dont la construction ne tient pas compte de ce même risque. Bien que non majoritaire, il existe toujours une tranche de la population omanaise dont les moyens de subsistances sont à risque. La place dominante qu'occupe le pétrole en tant que ressource naturelle en Oman et, par conséquent, en tant que principal atout commercial du pays, rend l'économie omanaise peu diversifiée et très vulnérable au risque cyclonique. Le travail effectué par les institutions gouvernementales et paragouvernementales est d'autant plus important du fait qu'il existait un grand manque de prévention du risque à plusieurs niveaux avant les cyclones Gonu et Phet. Les efforts déployés en gestion du risque, bien que très importants, sont davantage axés sur la prévention, l'intervention et la reprise à la suite de l'impact avec l'aléa que sur la mitigation du risque et sur la réduction de la vulnérabilité de façon durable.

Plusieurs recommandations furent aussi mises en évidence lors de cette recherche. Nous identifions ici-bas les grandes lignes et celles qui, nous le croyons, nécessitent une action immédiate des instances concernées. La municipalité de Mascate doit repenser son aménagement paysager dans le but de l'utiliser comme un atout pouvant contrer le fait que les surfaces imperméables sont très présentes dans la ville et que celles-ci engendrent des effets néfastes et dévastateurs lors de fortes précipitations. Le système d'évacuation des eaux pluviales doit aussi être amélioré et ce, surtout dans les zones à haut risque d'inondations. Il existe plusieurs exemples de réaménagement paysager dans les pays du golfe Persique, notamment le oued Hanifa à Riyad, qui fut aménagé dans le but d'éviter son débordement tout en offrant une source d'eau pouvant être réutilisée pour l'aménagement paysager ou même pour de l'agriculture locale. Au lieu d'offrir une solution purement technique, ces oueds sont conçus de façon à répondre aux problèmes des crues soudaines tout en offrant un aménagement naturel ainsi qu'une sorte de parc public.

Bien que le Sultanat d'Oman subisse depuis plusieurs années un développement économique prospère et constant qui se traduit en un boom de la construction résidentielle dans sa capitale, l'urbanisme de la ville de Mascate doit respecter les différentes réglementations et recommandations présentées lors de ce mémoire de maîtrise et celles fournies par les consultants qui travaillent sur les différents projets d'infrastructure et d'aménagement urbain. Nous retenons principalement le fait qu'il faut de manière impérative :

- Empêcher de futurs développements dans les zones inondables;
- Continuer à étudier en détails les zones à risques;
- Continuer à investir dans la protection de zones urbaines situées à proximité des réseaux d'oueds;
- Repenser et réorganiser les réseaux de transport, surtout les artères principales, qui sont complètement paralysés lors de fortes précipitations;
 - o Le transport en milieu urbain dans le gouvernorat de Mascate est très vulnérable et gravement touché, nombreux étant les principaux axes routiers qui sont durement affectés, voire paralysés, lors de fortes précipitations et d'inondations. Le réseau routier est le meilleur moyen et parfois le seul pour les populations affectés d'évacuer les zones inondés.
- Instaurer des normes de construction plus strictes visant à réduire la vulnérabilité face à l'aléa cyclonique;
- Développer des plans d'évacuation adaptés à chaque quartier et s'assurer que ceux-ci soient rendus public en différentes langues, afin d'assurer que tous les habitants puissent bien comprendre les étapes à suivre;
- La municipalité se doit d'identifier des quartiers où elle renforcera l'urbanisation ainsi que leur densité et ce dans le but de contrer l'étalement urbain et de viser un développement urbain durable pour les futures générations.

L'analyse de la vulnérabilité face au risque cyclonique du wilayat Bawshar, réalisée dans le cadre de ce mémoire, a de ce fait démontré le besoin imminent de recherches additionnelles et plus approfondies sur le sujet. Ces recherches devront se concentrer sur plusieurs des sections présentées dans ce mémoire, tout en respectant le concept de système de facteurs de vulnérabilité et en évitant l'analyse en silo et/ou l'étude traditionnelle de la vulnérabilité qui ne se concentre que sur l'aléa et l'endommagement. D'amples ressources permettront ainsi une collecte de données sur une plus grande échelle spatiale et temporelle. Nous conseillons donc que de futures recherches, en lien avec la problématique de la vulnérabilité face au risque en Oman, se penchent de façon plus approfondie sur la question de la vulnérabilité sociale de la population omanaise. Un accès à davantage de données statistiques permettrait une analyse utilisant le concept d'index de vulnérabilité sociale développé par Cutter et al. (2003) et, de ce fait, offrirait ainsi la possibilité aux chercheurs de cartographier spécifiquement cette vulnérabilité sociale.

Bibliographie

Adamis Production avec la participation de France Télévisions et Planète (producteur), Xavier Lefèbvre et Nadège Demanée (réalisateurs). (2010). «Oman: Un golfe dans la tempête», documentaire de la série J'ai vu changer la Terre, France: France 5.

Al Barwani, A. S. (2009). 21-23 juillet. *Innovative Strategies for Effective Flood Management*. En ligne. http://www.unescap.org/idd/events/2009_EGM-DRR/Oman-Ahmed-Said-Al-Barwani-country-paper-Oman-final.pdf. Consulté le 23 décembre 2012.

Al Shanfari, Hatem. (2011). Omani Economy: Challenges and Opportunities. Présentation PowerPoint présentée dans le cadre de la conférence *CEO ROUNDTABLE DISCUSSION*. Muscat: Bank Muscat HQ. Consulté le 21 janvier 2012.

Al-Azri, A. (2008). OCEANOGRAPHY. Présentation PowerPoint. Muscat: Royal Navy of Oman. Consulté le 12 Septembre 2011.

Al-Kindi, A. H. (2008). Building National Infrastructure in Response to Disasters “The Omani Experience”. Présentation PowerPoint présentée dans le cadre de la conférence Crisis & Emergency Management Conference. Abu Dhabi: Abu Dhabi National Exhibition Centre and Conference. Consulté le 30 Juillet 2011.

Al-Maskari, J. (2010). How the National Forecasting Centre in Oman Dealt with Tropical Cyclone Gonu. *Indian Ocean Tropical Cyclones and Climate Change*, 265.

Al-Maskari, J. (2009). How the National Forecasting Centre in Oman dealt with tropical cyclone Gonu. Présentation PowerPoint. Muscat : Directorate General of Civil Aviation and Meteorology - Civil Aviation Affairs – Ministry of Transport and Communications. Consulté le 15 juin 2011.

Al-Qurashi, A. M. (2010). Flood Studies in Oman and the Difficulties in Using Rainfall-Runoff Analysis. *Indian Ocean Tropical Cyclones and Climate Change*, 245.

Al-Shaibany, S. (2010) « Cyclone Phet damages may cost \$780 mln ». *Reuters*. En ligne. 7 juin. <http://in.reuters.com/article/2010/06/07/idINIndia-49106920100607>. Consulté le 30 novembre 2010.

Azaz, L. K. A. (2010). Capabilities of Using Remote Sensing and GIS for Tropical Cyclones Forecasting, Monitoring, and Damage Assessment. *Indian Ocean Tropical Cyclones and Climate Change*, 177.

Azaz, L. K. A. (2010). Using remote sensing and GIS for damage assessment after flooding, the case of Muscat, Oman after Gonu tropical cyclone 2007: Urban planning perspective. *Indian Ocean Tropical Cyclones and Climate Change*, 177.

Bailly, A., Beaumont, C., Huriot, J.-M. & SALLEZ, A. (1995). Représenter la ville. Paris, Economica (coll. «Géo Poche»), 112 p. *Cahiers de géographie du Québec*, 41(112), 70-71.

Barczak, A., & Grivault, C. (2007). Système d'Information Géographique pour l'évaluation de la vulnérabilité au risque de ruissellement urbain. *NOVATECH 2007*. 6^e Conférence Internationale Techniques et stratégies durables pour la gestion des eaux urbaines par temps de pluie, 25 - 28 juin 2007, Lyon.

BBC. BBC NEWS. (2003). *Earthquake rocks California coast*. En ligne. <http://news.bbc.co.uk/2/hi/americas/3342185.stm>. Consulté le 15 décembre 2010.

Belqacem, M. (2010). Urban Sprawl and City Vulnerability: Where Does Muscat Stand?. *Indian Ocean Tropical Cyclones and Climate Change*, 233.

Blaikie, P., Cannon, T., & Davis, I. B. Wisner. (1994). *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability, and Disasters*. Routledge.

Blais, A. et C. Durand, (2009). Le sondage. Dans B. Gauthier (Éd), *Recherche sociale. De la problématique à la collecte des données* (5^e éd. pp. 445-488). Québec: Presses de l'Université du Québec.

Blount, C., Fritz, H. M., & Mohammed, A. H. (2010). Coastal vulnerability assessment based on historic tropical cyclones in the Arabian Sea. *Indian Ocean Tropical Cyclones and Climate Change*, 207.

Brooks, N. (2003). Vulnerability, risk and adaptation: A conceptual framework. *Tyndall Centre for Climate Change Research Working Paper*, 38, 1-16.

Caroff, P., & Westrelin, S. (2006). « Cyclone en vue: mieux vaut prévenir... ». CMRS Direction Régionale de Météo France à La Réunion. En ligne. http://www.meteo.fr/temps/domtom/La_Reunion/webcmrs9.0/francais/recherche/Documents/Article%20journal%20des%20Ponts_Jan2006.pdf. Consulté le 12 janvier 2012.

Charabi, Y. (Ed.). (2010). *Indian Ocean tropical cyclones and climate change*. Springer.

Chardon, A. C., & Thouret, J. C. (1994). Cartographie de la vulnérabilité d'une population citadine face aux risques naturels: le cas de Manizales. *Mappemonde*, 4, 37-40.

Chatelain, J.-L., Guillier, B., Souris, M., Dupérier, E., & Yepes, H. (1995). SIG et évaluation des risques naturels: Application aux risques sismiques de Quito. *Mappemonde*, 3, 17-22.

Chu, Hao-Tsu. (2004). *Co-seismic deformation structures associated with the 2003 Mw 6.5 Chengkung Earthquake on the surface trace of the Chihshang Fault, eastern Taiwan*. En ligne. [http://cgswb.moeacgs.gov.tw/result/fault/web/5th%20anniversary/domestic%20experets%20proceedings/01\(HAO-TSU%20CHU\)921%20P.PDF](http://cgswb.moeacgs.gov.tw/result/fault/web/5th%20anniversary/domestic%20experets%20proceedings/01(HAO-TSU%20CHU)921%20P.PDF). Consulté le 15 décembre 2010

Cutter, S. L., & Finch, C. (2008). Temporal and spatial changes in social vulnerability to natural hazards. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(7), 2301-2306.

Cutter, S. L., Boruff, B. J., & Shirley, W. L. (2003). Social vulnerability to environmental hazards*. *Social Science Quarterly*, 84(2), 242-261.

D'Ercole, R., Thouret, J. C., Dollfus, O., & Asté, J. P. (1994). Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés: concepts, typologie, modes d'analyse. *Revue de géographie alpine*, 82(4), 87-96.

Dao, H., & Peduzzi, P. (2004). Global evaluation of human risk and vulnerability to natural hazards.

Dauphiné, A. & Provitolo D. (s.d). RÉSILIENCE, RISQUE ET SIG. En ligne. <http://www.univ-mer.com/docs/doc-pdf/resilience.pdf>. Consulté le 16 décembre 2010.

Executive Office of the National Committee for Civil Defence (NCCD). (2010). National Committee For Civil Defence: History...Achievements...& Ambition.

Findlater, J. (1969). A major low-level air current near the Indian Ocean during the northern summer. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 95(404), 362-380.

Fritz, H. M., Blount, C., Albusaidi, F. B., & Al-Harthy, A. H. M. (2010). Cyclone Gonu storm surge in the Gulf of Oman. *Indian Ocean Tropical Cyclones and Climate Change*, 255-63.

Goes, J. I., Thoppil, P. G., do R Gomes, H., & Fasullo, J. T. (2005). Warming of the Eurasian landmass is making the Arabian Sea more productive. *Science*, 308(5721), 545-547.

Gulfnews.com. (2009). « Study shows wide range of rainfall patterns in Muscat ». *Gulf News*. En ligne. 6 décembre. <http://gulfnews.com/news/gulf/oman/study-shows-wide-range-of-rainfall-patterns-in-muscat-1.547094>. Consulté le 16 décembre 2009.

Gulfnews.com. (2009). « Study shows wide range of rainfall patterns in Muscat ». *Gulf News*. En ligne. 6 décembre. <http://gulfnews.com/news/gulf/oman/study-shows-wide-range-of-rainfall-patterns-in-muscat-1.547094>. Consulté le 16 décembre 2009.

Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual review of ecology and systematics*, Vol.4., 1-23.

Kelly, P. M., & Adger, W. N. (2000). Theory and practice in assessing vulnerability to climate change and Facilitating adaptation. *Climatic Change*, 47(4), 325-352.

Klugman, J. (2010). Rapport du développement humain 2010: La vraie richesse des nations: Les chemins du développement humain. *Programme des Nations Unies pour le Développement, New York*.

Kumar, K. K., Rajagopalan, B., & Cane, M. A. (1999). On the weakening relationship between the Indian monsoon and ENSO. *Science*, 284(5423), 2156-2159.

Kwarteng, A. Y. (2010). Remote Sensing Imagery Assessment of Areas Severely Affected by Cyclone Gonu in Muscat, Sultanate of Oman. *Indian Ocean Tropical Cyclones and Climate Change*, 223.

Kwarteng, A. Y. (2010). « Remote Sensing and GIS Center ». Gulf News. En ligne. 15 mars. <http://main.omanobserver.om/node/2978>. Consulté le 12 janvier 2011.

Laperrière, A. (2009). L'observation directe. Dans B. Gauthier (Éd.), *Recherche sociale. De la problématique à la collecte des données* (5e éd., pp. 311-336). Québec: Presses de l'Université du Québec.

Le Cour Grandmaison, B. (2000). *Le sultanat d'Oman*. Paris: KARTHALA Editions.

Léone, F., & Vinet, F. (2006). La vulnérabilité un concept fondamental au cœur des méthodes d'évaluation des risques naturels. *La vulnérabilité des sociétés et des territoires face aux menaces naturelles, Analyses géographiques*. Coll.«Géorisques», (1).

Liverman, D. M. (1990). Vulnerability to global environmental change. *Environmental Risks and Hazard s*, 326-342.

Press TV. (2010) « 9 Killed as 'Phet' stikes Karachi ». *Press TV*. En ligne. 7 juin. <http://edition.presstv.ir/detail/129328.html>. Consulté le 30 novembre 2010.

Ministère de l'information (2009), *Muscat useful information and facts*, brochure, Oman

Ministry of Environment and Climate Affairs, Directorate General of Climate Affairs. (2010). Guidelines for the preparation of Climate Affairs Chapter to be Included in the Environmental Impact Assessment (EIA) Report.

Oman Information center. (s.d.). *Oman Government – Sultanate of Oman Government Related Information | OmanInfo.com*. En ligne. <http://www.omaninfo.com/oman/government.asp>. Consulté le 18 octobre 2011.

Parsons. (2010). Design and Construction of Flyover Widening and Junction Improvements at Al Athaibah Interchange. Hydrology Report for Muscat Municipality, Directorate General – Roads.

Pielke Jr, R. A., Rubiera, J., Landsea, C., Fernández, M. L., & Klein, R. (2003). Hurricane vulnerability in Latin America and the Caribbean: Normalized damage and loss potentials. *Natural Hazards Review*, 4(3), 101-114.

Provitolo, D. (2005). Un exemple d'effets de dominos: la panique dans les catastrophes urbaines. *Cybergeo*, 29(328), 1-19.

Reghezza, M. (2006). La vulnérabilité, un concept problématique dans Léone F. et Vinet F., *La vulnérabilité des sociétés et des territoires face aux menaces naturelles. Analyses géographiques*, Montpellier, PULM, coll. *Géorisques*, (1), 35-40.

Roy, S.N.(2009) L'étude de cas. Dans B. Gauthier (Éd.) Recherche sociale. De la problématique à la collecte des données (5e éd. pp. 159-184). Québec: Presses de l'Université du Québec.

Savoie-Zajc, L. (2009). L'entrevue semi-dirigée. Dans B. Gauthier (Éd.), Recherche sociale. De la problématique à la collecte des données (5e éd., pp. 337-360). Québec: Presses de l'Université du Québec.

Schneiderbauer, S., & Ehrlich, D. (2006). Social levels and hazard (in) dependence in determining vulnerability. *Measuring vulnerability to natural hazards: Towards disaster resilient societies*, 78-102.

Sering International. (2011). Design and Supervision of Protection Scheme of Wadi Al Jifnain & Wadi Al Ansab. Environmental Investigations. Report No. 5. Rapport commandé par Muscat Municipality.

Shi, W., Morrison, J. M., Böhm, E., & Manghnani, V. (1999). Remotely sensed features in the US JGOFS Arabian Sea Process Study. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 46(8), 1551-1575.

Sogreah Consultants. (2010). Consultancy Services for Muscat Area Drainage Study. Phase 2 – Master Plan. Volume B – Drainage Study Wadi Al Ansab. Rapport commandé par Muscat Municipality.

Suliman, A. M. S., & Nasser, A. Z. M. (2010). Cyclone Disaster Management: A Case Study of MODES Experience with Cyclone Gonu. *Indian Ocean Tropical Cyclones and Climate Change*, 277.

Sultanate of Oman Ministry of National Economy. (2010). *Statistical Year Book 2010*. Issue 38, November 2010. 543 pages.

Sultanate of Oman. (s.d.). *Oman Sultanate*. En ligne.
<http://www.omansultanate.com/governorates-masqat.htm>. Consulté le 18 octobre 2011.

Thomas-Maret, I. (2009). *Colligé de notes du cours URB 6774 Aménagement, risques et enjeux urbains*, document inédit, Université de Montréal.

Thouret, J. C. (2002). Aléas et risques volcaniques: mieux comprendre pour prévoir et mieux gérer pour durer. *Annales de géographie* (Vol. 111, No. 627, pp. 503-523). Société de géographie.

Thouret, J. C., & D'Ercole, R. (1996). Vulnérabilité aux risques naturels en milieu urbain: effets, facteurs et réponses sociales. *Cahiers des Sciences Humaines*, 32(2), 407-422.

Undata, United Nations Statistics Division. (s.d). *UNdata | country profile | Oman*. En ligne. <http://data.un.org/CountryProfile.aspx?crName=OMAN>. Consulté le 25 octobre 2011.

UNISDR, Nations Unies Stratégie Internationale de Prévention des Catastrophes. (2005), 18-22 janvier. *Report of the World Conference on Disaster Reduction Kobe, Hyogo, Japan, 18-22 January 2005*. En ligne. <http://www.unisdr.org/wcdr/intergover/official-doc/L-docs/Final-report-conference.pdf>. Consulté le 17 septembre 2010.

UNISDR, Nations Unies Stratégie Internationale de Prévention des Catastrophes. (2007). *Cadre d'action de Hyogo pour 2005-2015: Pour des nations et des collectivités résilientes face aux catastrophes*. En ligne. http://www.unisdr.org/files/1217_HFABrochureFrench.pdf.

Vaidya, S. K. (2007). « Bank Muscat offers free loans to Gonu victims ». *Gulf News*. En ligne. 19 juin. <http://gulfnnews.com/business/banking/bankmuscat-offers-free-loans-to-gonu-victims-1.184960>. Consulté le 30 novembre 2012.

Weichselgartner, J. (2001). Disaster mitigation: the concept of vulnerability revisited. *Disaster Prevention and Management*, 10(2), 85-95.

Weichselgartner, J., & Bertens, J. (2000). Natural disasters: acts of God, nature or society?—On the social relation to natural hazards. *Risk Analysis II. WIT Press, Southampton*, 3-12.

Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T., & Davis, I. (2004). *At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters*. Routledge.

Wyrski, K., Bennett, E. B., & Rochford, D. J. (1971). *Oceanographic atlas of the international Indian Ocean expedition*.

Entrevues semi-dirigées

Entrevue semi-dirigée avec Ahmed Hamoud Mohammed Al-Harthy, directeur général du département de Météorologie du Directorate General of Meteorology and Air Navigation (23/04/2011).

Entrevue semi-dirigée avec Ahmed Taqi, directeur général du département de finance de la compagnie Oman Gas (O.G.C.) (02/05/2011).

Entrevue semi-dirigée avec Badr Al Rumhi, cadre au sein du département de Météorologie du Directorate General of Meteorology and Air Navigation (23/04/2011).

Entrevue semi-dirigée avec Dr. Juma Al-Maskari, assistant directeur général du département de Météorologie du Directorate General of Meteorology and Air Navigation et membre siégeant au National Committee for Civil Defence (NCCD) (26/04/2011).

Entrevue semi-dirigée avec Ibrahim Bin Ahmed Al-Ajmi, directeur général des affaires climatiques au sein du Ministère de l'Environnement et des affaires climatiques (Ministry of Environment and Climate Affairs) (01/06/2011).

Entrevue semi-dirigée avec le cadre d'une compagnie œuvrant dans la construction d'infrastructure de transport (il a refusé d'être cité nominativement) (13/04/2011).

Entrevue semi-dirigée avec le chercheur/professeur Dr. Adnan Al-Azri de l'Université Sultan Qaboos (01/05/2011).

Entrevue semi-dirigée avec le Colonel Hassan Said Al-Balushi, Coastal Guards, Royal Oman Police (26/04/2011).

Entrevue semi-dirigée avec le directeur général d'une firme de consultation en hydrologie (il a refusé d'être cité nominativement) (10/04/2011).

Entrevue semi-dirigée avec le gestionnaire de projet et ingénieur en drainage d'une compagnie œuvrant dans la construction d'infrastructure de transport (il a refusé d'être cité nominativement) (20/05/2011).

Annexes

Annexe 1 : Morphologie urbaine du quartier Al-Ghubra



(Harrison, 2010)



(Harrison, 2010)

Annexe 2 : Géographie aux abords du wilayat Bawshar



(Harrison, 2010)



(Harrison, 2010)

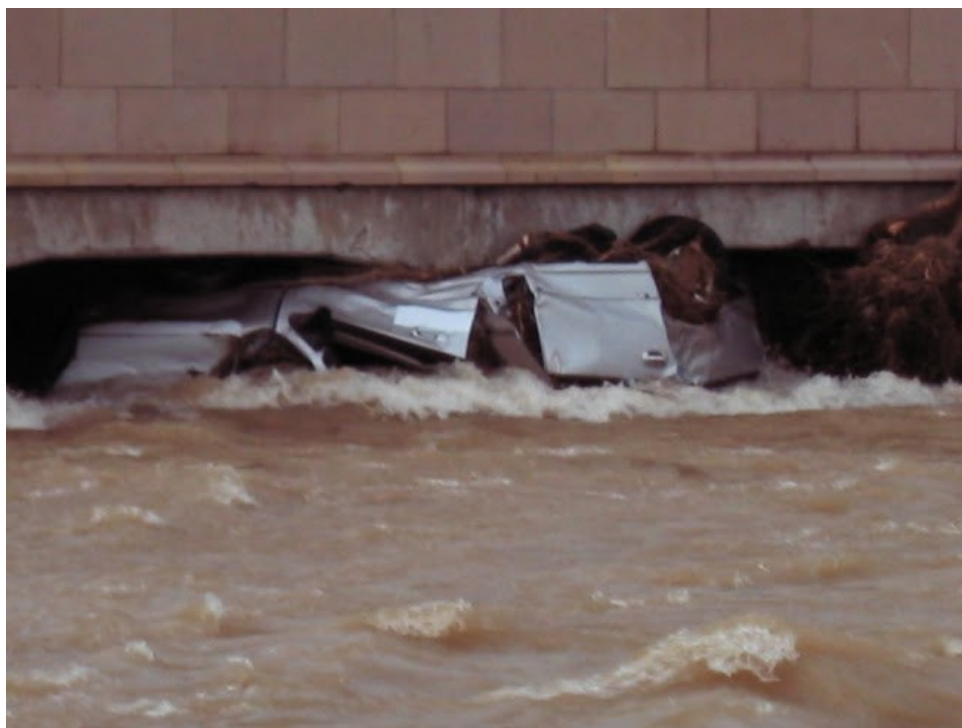


(Harrison, 2010)

Annexe 3 : Conséquences du cyclone Gonu



(Bilgi, 2007)



(Bilgi, 2007)



(Bilgi, 2007)



(Bilgi, 2007)



(Bilgi, 2007)



(Bilgi, 2007)



(Bilgi, 2007)



(Bilgi, 2007)



(Bilgi, 2007)



(Bilgi, 2007)



(Bilgi, 2007)



(Bilgi, 2007)



(Bilgi, 2007)



(Bilgi, 2007)



(Bilgi, 2007)



(Bilgi, 2007)



(Bilgi, 2007)

Annexe 4 : Indicateurs de Cutter et al., (2003)

To examine the social vulnerability, socioeconomic data were collected for 1990 for all 3,141 U.S. counties, our unit of analysis. Using the U.S. Census (City and County Data Books for 1994 and 1998), specific variables were collected that characterized the broader dimensions of social vulnerability identified in Table 1. Originally, more than 250 variables were collected, but after testing for multicollinearity among the variables, a subset of 85 raw and computed variables was derived. After all the computations and normalization of data (to percentages, per capita, or density functions), 42 independent variables were used in the statistical analyses (Table 2). (Cutter et al., 2003, p. 249)

TABLE 2

Variable Names and Descriptions

Name	Description
MED_AGE90	Median age, 1990
PERCAP89	Per capita income (in dollars), 1989
MVALOO90	Median dollar value of owner-occupied housing, 1990
MEDRENT90	Median rent (in dollars) for renter-occupied housing units, 1990
PHYSICN90	Number of physicians per 100,000 population, 1990
PCTVOTE92 (Democratic)	Vote cast for president, 1992—percent voting for leading party
BRATE90	Birth rate (number of births per 1,000 population), 1990
MIGRA_97	Net international migration, 1990–1997
PCTFARMS92	Land in farms as a percent of total land, 1992
PCTBLACK90	Percent African American, 1990
PCTINDIAN90	Percent Native American, 1990
PCTASIAN 90	Percent Asian, 1990
PCTHISPANIC90	Percent Hispanic, 1990
PCTKIDS90	Percent of population under five years old, 1990
PCTOLD90	Percent of population over 65 years, 1990
PCTVLUN91	Percent of civilian labor force unemployed, 1991
AVGPERHH	Average number of people per household, 1990
PCTHH7589	Percent of households earning more than \$75,000, 1989
PCTPOV90	Percent living in poverty, 1990
PCTRENT90	Percent renter-occupied housing units, 1990
PCTRF90	Percent rural farm population, 1990
DEBREV92	General local government debt to revenue ratio, 1992
PCTMOBL90	Percent of housing units that are mobile homes, 1990
PCTNOHS90	Percent of population 25 years or older with no high school diploma, 1990
HODENUT90	Number of housing units per square mile, 1990
HUPTDEN90	Number of housing permits per new residential construction per square mile, 1990

MAESDEN92	Number of manufacturing establishments per square mile, 1992
EARNDEN90	Earnings (in \$1,000) in all industries per square mile, 1990
COMDEVNDN92	Number of commercial establishments per square mile, 1990
RPROPDEN92	Value of all property and farm products sold per square mile, 1990
CVBRPC91	Percent of the population participating in the labor force, 1990
FEMLBR90	Percent females participating in civilian labor force, 1990
AGRIPC90	Percent employed in primary extractive industries (farming, fishing, mining, and forestry), 1990
TRANPC90	Percent employed in transportation, communications, and other public utilities, 1990
SERVPC90	Percent employed in service occupations, 1990
NRRESPC91	Per capita residents in nursing homes, 1991
HOSPTPC91	Per capita number of community hospitals, 1991
PCCHGPOP90	Percent population change, 1980/1990
PCTURB90	Percent urban population, 1990
PCTFEM90	Percent females, 1990
PCTF_HH90	Percent female-headed households, no spouse present, 1990
SSBENPC90	Per capita Social Security recipients, 1990

Annexe 5 : Certificat d'éthique



Comité plurifacultaire d'éthique de la recherche (CPÉR)
Facultés de l'aménagement, de droit, de musique, des sciences
de l'éducation et de théologie et de sciences des religions

No de certificat

CPER-11-010-D(1)

CERTIFICAT D'ÉTHIQUE - RENOUELEMENT -

Le Comité plurifacultaire d'éthique de la recherche (CPÉR), selon les procédures en vigueur et en vertu du formulaire de suivi qui lui a été fourni conclut qu'il respecte les règles d'éthique énoncées dans la Politique sur la recherche avec des êtres humains de l'Université de Montréal.

Titre du projet	La vulnérabilité face au risque cyclonique: le cas du Wilayat Bawshar en Oman
Étudiant requérant	Mohamed ANWAR KAHLAN (MOHA04108300) Candidat à maîtrise Institut d'urbanisme Faculté de l'aménagement Université de Montréal
Direction	Isabelle THOMAS-MARET Professeure agrégée Institut d'urbanisme Faculté de l'aménagement Université de Montréal
Financement	Non financé

MODALITÉS D'APPLICATION

Tout changement anticipé au protocole de recherche doit être communiqué au CPÉR qui en évaluera l'impact au chapitre de l'éthique.

Toute interruption prématurée du projet ou tout incident grave doit être immédiatement signalé au CPÉR.

Selon les règles universitaires en vigueur, un **suivi annuel** est minimalement exigé pour maintenir la validité de la présente approbation éthique, et ce, jusqu'à la fin du projet. Le questionnaire de suivi est disponible sur la page web du CPÉR.


Camille Asséna, conseillère en éthique
Comité plurifacultaire d'éthique de la recherche
Université de Montréal

29 / 02 / 2012
Date de délivrance*

01 / 03 / 2013
Date de fin de validité

* Le présent renouvellement est en continuité avec le précédent

adresse postale

C.P. 6128, succ. Centre-ville
Montréal QC H3C 3J7

Faculté des sciences de l'éducation
Pavillon Marie-Victorin
90, av. Vincent-d'Indy, bur. B-504
Montréal QC H2V 2S9

Téléphone : 514-343-6111 poste 4579
Télexcopieur : 514-343-2283
cper@umontreal.ca
www.scedu.umontreal.ca/recherche/ethique.html

CERTIFICAT D'ÉTHIQUE

Le Comité plurifacultaire d'éthique de la recherche (CPÉR), selon les procédures en vigueur et en vertu des documents qui lui ont été fournis, a examiné le projet de recherche suivant et conclu qu'il respecte les règles d'éthique énoncées dans la Politique sur la recherche avec des êtres humains de l'Université de Montréal.


Titre du projet	La vulnérabilité face au risque cyclonique: le cas du quartier Qurum a Mascate, Oman
Étudiant requérant	Mohamed ANWAR KAHLAN (MOHA04108300) candidat à la maîtrise, Urbanisme Faculté de l'aménagement
Direction	Isabelle Thomas-Maret professeure agrégée, Urbanisme, Faculté de l'aménagement, Université de Montréal

MODALITÉS D'APPLICATION

Tout changement anticipé au protocole de recherche doit être communiqué au CPÉR qui en évaluera l'impact au chapitre de l'éthique.

Toute interruption prématurée du projet ou tout incident grave doit être immédiatement signalé au CPÉR.

Selon les règles universitaires en vigueur, un **suivi annuel** est minimalement exigé pour maintenir la validité de la présente approbation éthique, et ce, jusqu'à la fin du projet. Le questionnaire de suivi est disponible sur la page web du CPÉR.


Camille Assémat, Conseillère en éthique
Pour Pierre Lapointe, président
Comité plurifacultaire d'éthique de la recherche
Université de Montréal

03 / 03 / 2011
Date de délivrance

01 / 03 / 2012
Date de fin de validité

Annexe 6 : Endommagement durant et à la suite du passage du cyclone Gonu sur l'une des résidences sondées du quartier Al-Ghubra



(Al-Battashi, 2007)



(Al-Battashi, 2007)



(Al-Battashi, 2007)



(Al-Battashi, 2007)



(Al-Battashi, 2007)