

Les morphologies vernaculaires sahariennes face aux effets du changement climatique : étude comparative entre la vallée du M'Zab et la région du Touat-Gourara

Nadia Samia DAOUDI ⁽¹⁾, Samia LAMRAOUI ⁽¹⁾, Aïcha BOUSSOUALIM ⁽¹⁾,
Djamel MESTOUL ⁽¹⁾, Luc ADOLPHE ⁽²⁾ et Rafik BENSELEM ⁽¹⁾

Introduction

Les littératures concernant le triptyque « changement climatiques – vulnérabilité – résilience » font de nos jours légion. L'actualité mondiale nous le démontre, (en témoigne la dernière conférence Climat des Nations Unies COP18 de Doha au Qatar, en novembre 2012, ultime soubresaut du protocole de Kyoto). Pourtant, de ces rencontres très médiatisées ressort une certaine fragilité décisionnelle quant à des prises de positions fermes concernant les actions communes à mener. Encore plus, souvent aucune recommandation ne concerne l'état de vulnérabilité dans lequel se retrouvent retranchées les populations à risque face aux conséquences des changements climatiques. L'IPCC (2007) a déjà déclaré que les populations les plus vulnérables sont celles établies dans les zones économiquement les plus défavorisées du monde, dont l'Afrique. Cette territorialisation de la vulnérabilité est expliquée par l'inadaptation économique et sociale de ces populations aux impacts des aléas climatiques, surtout si leurs moyens de subsistance proviennent des écosystèmes naturels.

Dans leurs actions de résiliences, ces populations puisent dans leur savoir-faire issu de leur conscience populaire (intangible) pour pallier les déficiences et défaillances des actions planifiées issues du domaine du tangible.

Les aléas climatiques, comme principales conséquences du changement climatique, sont répertoriées de manière systématique comme des événements extrêmes que le changement et la variabilité climatiques induisent. Parmi les épisodes climatiques extrêmes, nous trouvons l'augmentation des températures d'air, les épisodes de

⁽¹⁾ Ecole Polytechnique d'Architecture et d'Urbanisme, EPAU, laboratoire Architecture et Environnement, IRA, 16000, Alger, Algérie.

⁽²⁾ Ecole Nationale Supérieure d'Architecture, ENSA, Laboratoire Recherche en Architecture, LRA, Toulouse, France.

précipitations générant de fortes inondations, et enfin des périodes de sécheresse encore plus sévères.

Ces changements climatiques génèrent des conséquences significatives sur les morphologies architecturales et urbaines ainsi que sur la santé et bien-être de leurs usagers.

Hypothèses et objectifs de l'étude

Notre travail s'organise autour de quatre hypothèses.

La première est que le changement climatique génère des impacts perceptibles dans le degré de vulnérabilité des pays en voie de développement (Cas particuliers des zones arides). Cette hypothèse se subdivise en trois points, à savoir : l'existence d'une inégalité dans le degré de vulnérabilité, ce sont les populations les plus défavorisées qui sont les plus vulnérables. L'inégalité économique et l'absence d'équité sociale accentue la territorialisation de la vulnérabilité. La vulnérabilité touche souvent un groupe social à l'intérieur d'une même nation et non la nation entière.

La deuxième hypothèse est que ce sont les caractéristiques intrinsèques (intangibles) des populations qui déterminent leur capacité d'adaptation et de résilience (cohésion sociale, bon sens et savoir-faire). La troisième, ce sont les ajustements spontanés d'adaptation qui peuvent prétendre être les réponses à une évaluation perçue du risque, avec garantie de résultats. Et enfin, la quatrième est relative aux actions planifiées issues d'une gouvernance locale ou centralisée (tangible), présentent souvent des limites à l'atténuation du risque, et développent des stratégies antinomiques à la philosophie préconisée par le développement durable.

En posant ces hypothèses, nous avons assigné à notre étude les objectifs suivants: comprendre d'abord les fondements de la vulnérabilité, identifier ensuite les indicateurs de vulnérabilité et enfin évaluer les stratégies d'adaptation.

Méthodologie

Pour atteindre ces objectifs nous avons choisi l'approche comparative entre trois sites représentatifs des zones arides, en ayant recours aux enquêtes appuyées par la dispense d'un questionnaire auprès de la population locale. Nous avons approché les acteurs de la gouvernance locale par des entretiens.

De même, nous avons élaboré des campagnes de mesures des paramètres physiques en confort d'été.

Mais avant, et afin d'élucider succinctement les concepts fondamentaux de cette thématique nous sommes passés par la définition de certains concepts généraux comme la vulnérabilité, la résilience à travers la revue de la littérature spécialisée dans ce domaine.

Discussion dans le cadre théorique

a. Introduction de la vulnérabilité

Dans le domaine des changements climatiques, les recherches sur la vulnérabilité¹ sont étroitement liées à l'étude des chocs et aux risques qu'ils génèrent. Ces recherches ont pour objectifs d'identifier les systèmes, les éléments d'un système et les groupes de population, les plus exposés aux conséquences d'une forte perturbation.

Pourtant il est difficile selon Gondard-Delcroix et Rousseau, S² d'évaluer la vulnérabilité d'une société. Pour cela, ils précisent de considérer trois caractéristiques :

1. d'abord, la prédisposition de la société aux risques, sa localisation dans une zone à haut risque et enfin la probabilité de voir sa situation se dégrader lors d'un choc ;
2. ensuite, leurs capacités à résister aux chocs : soit l'aptitude d'une population à résister aux effets d'un évènement catastrophique et la suffisance de ses capacités ;
3. et enfin, la robustesse de l'espace de ses capacités : leurs mises en œuvre pour résister à un choc, ont-elles des effets durables ou transitoires ?

¹ Adger, W.-N. (1999), "Social vulnerability to climate change and extremes in coastal Vietnam", *World Development*, n° 27, p. 249-269 ; Adger, W.-N. and Kelly, P.-M. (1999), "Social vulnerability to climate change and the architecture of entitlements", presented at IPCC Workshop on Adaptation to Climatic Variability and Change, San José, Costa Rica, 29 March - 1 April 1998. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 3, in press et Dauphiné, A. (2003), *Risques et catastrophes : observer, spatialiser, comprendre, gérer*, Paris, Armand Colin, p. 287.

² Gondard-Delcroix, C. et Rousseau, S. (2004), Vulnérabilité et stratégies durables de gestion des risques, une étude appliquée aux ménages ruraux de Madagascar, Développement durable et territoire, Dossier 3, www.developpementdurable.revues.org/1143.

Aussi, face à un état de vulnérabilité généré par le changement climatique, des processus d'adaptation et de résilience se mettent en place ; comme nous le verrons.

b. Aspects de résilience et d'adaptation

Face à des situations extrêmes de vulnérabilité, l'individu est inscrit dans un processus de résilience qui est défini comme le degré à partir duquel un système arrive à se ressaisir et à s'auto organiser, générant des capacités comportementales et économiques, comme le décrivent également Walker et al, (2004)³. Il gardera par contre inchangées ses fonctions, structure, identité et réactions. Ces actions visent à limiter les dommages afin de générer l'adaptabilité ou la capacité d'un système à s'adapter à un stimulus climatique réel ou prévu, dans l'objectif *d'un mieux-être*.

Dans le cas des sociétés oasiennes, l'adaptation prend la forme d'un savoir-faire écologique traditionnel issu d'une transmission orale ou écrite intergénérationnelle, du domaine de l'intangible. Ce savoir-faire ne doit plus être vu comme une relique issue du passé mais comme un ensemble judicieux d'actions d'interconnectivité de l'individu avec son environnement⁴.

La cohésion sociale est vue comme une construction historique et idéologique avec des fondements liés à la religion et aux traditions. Ces derniers sont garants de la transmission de ce savoir-faire traditionnel. Bien plus, la cohésion sociale (intangible) vient renforcer les décisions émanant de la gouvernance (tangible). Face aux risques induits par le changement climatique, la réactivité de l'une conforte les déficiences de l'autre et vice versa.

³ Walker, B.-H. ; Holling, C.-S. ; Carpenter, C.-S. et Kinzi, A. (2004), Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society* 9(2): 5. URL: www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5/

⁴ Daoudi, N.-S. ; Kitous, S. ; Djenane, M. ; Bensalem, R. et Adolphe, L. (2005), *Perception of climatic constraints in arid regions, the case study of the M'zab valley in the Algerian Sahara*, Beirut, PLEA et Daoudi, N.-S. ; Boussoualim, A. ; Khélifi, I. ; Lamraoui, S. ; Mestoul, D. ; Adolphe, L. et Bensalem, R. (2011), « Environnements oasiens : Vulnérabilité et capacité d'adaptation face aux changements climatiques », 6th édition of 2iE'S sciences week, 4-8 avril 2011, Ouagadougou, Burkina Fasso, www.2ie-edu.org.

Les cas d'études

Les zones arides situées au sud de l'Algérie subissent de manière patente les effets du changement climatique, comme cités dans les différents écrits y afférant dont le plus important est le travail du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Une des prédictions vérifiées extraite du rapport à l'échelle régionale avance « une hausse probable de la fréquence des températures extrêmement élevées, des vagues de chaleur et des épisodes de fortes précipitations ». Sachant que la superficie des zones arides situées en Algérie augmentera de 5 à 8 % d'ici 2080 et qu'elles occupent actuellement 85 % de la superficie générale, nous comprenons aisément l'importance du sujet abordé dans le présent travail en termes de vulnérabilité et de capacités d'adaptation des populations locales. Les zones arides sont non seulement soumises aux risques de désertification mais sont aussi caractérisées par une forte variabilité climatique, le plus souvent, révélée par une incidence des aléas pluviométriques et des vents de sable. Dans les sciences sociales, la capacité d'adaptation (**C**) est mise en rapport avec l'ampleur du risque (**R**), et la vulnérabilité, (**V**) induite dans le rapport, $[V=R/C]$.

Aussi, réduire la vulnérabilité (**V**) équivaut à permettre un équilibre entre le risque (**R**) et la capacité d'adaptation, (**C**), et arriver à un ajustement dans l'objet de la gestion du risque. La capacité d'adaptation est « anticipative » quand ce groupe humain détient une connaissance parfaite de l'ampleur du risque, ce qui est le cas des facteurs climatiques dits réguliers comme les températures d'air, et puise dans ses potentialités pour performer des actions issues d'un savoir-faire ancestral. Cette forme d'adaptation est souvent préventive mais elle est consciente avec obligation de résultats. Par contre, cette capacité d'adaptation devient « réactive » quand des risques climatiques dits épisodiques extrêmes surviennent et dont l'ampleur est telle qu'ils peuvent atteindre sa santé, son bien-être mais aussi porter atteinte à sa vie dans des cas extrêmes, comme résumé dans le tableau 1 ci-dessous :

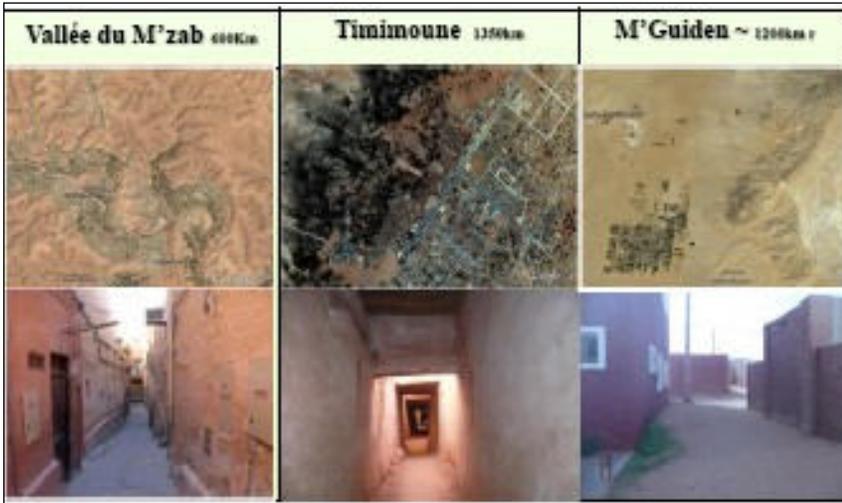
Tableau 1 : mise en relation ente le type de facteurs climatiques et le type d'adaptations

Types de paramètres	Types d'adaptation	Stratégies d'adaptation	Résultats
Réguliers Saisonniers	Adaptation anticipative	Savoir-faire ancestral expérimenté	Obligation de résultats
Épisodiques Extrêmes	Adaptation réactive	« Innovation » maladroite	Vulnérabilité

Source : auteur.

C'est à travers les résultats de deux travaux de recherche que nous testerons cette problématique. Ils sont présentés dans le tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2 : Présentation des sites d'investigation



Source : auteur.

Les deux régions concernées comprenant les trois sites d'investigation, sont situées dans le Sahara algérien, la vallée du M'Zab, la région du Touat Gourara dans laquelle est située la forme vernaculaire de Timimoun, et le village socialiste de M'guiden, forme urbaine planifiée (voir figure ci-dessous). Ces deux régions présentent des caractéristiques climatiques particulières aux zones arides en termes de températures élevées surtout en confort d'été, sécheresse et vents de sable. Le cumul de précipitations et les températures moyennes seront les paramètres

climatiques discutés par rapport à l'impact généré sur la mémoire collective des populations locales.

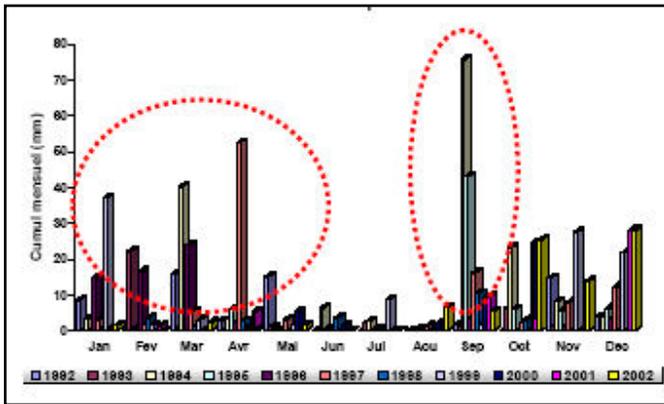
Par rapport aux paramètres climatiques exploités, nous remarquons que pour les deux régions arides concernées, les figures des cumuls de précipitations démontrent des épisodes pluvieux courts mais intenses. Aussi pour Ghardaïa, les années les plus pluvieuses sont 1994 avec 75,7mm durant le mois de septembre et 1997 avec 52,5 mm pour avril, (figure 1 ci-dessous). Par contre, pour la région d'Adrar, dont Timimoun fait partie, nous enregistrons durant le mois d'avril de l'année 1990 une valeur de 84,3 mm alors qu'elle n'est que de 40,1 mm en 2004. Ces valeurs sont proches des valeurs des cumuls annuels respectivement de 84,8 mm pour 1990 et de 48,5mm pour 2004, (figure 2 ci-dessous). Ces valeurs ont eu un impact réel sur les consciences collectives des populations, révélé dans les réponses aux questionnaires.

Figure 1 : Localisation des cas d'étude, Algérie



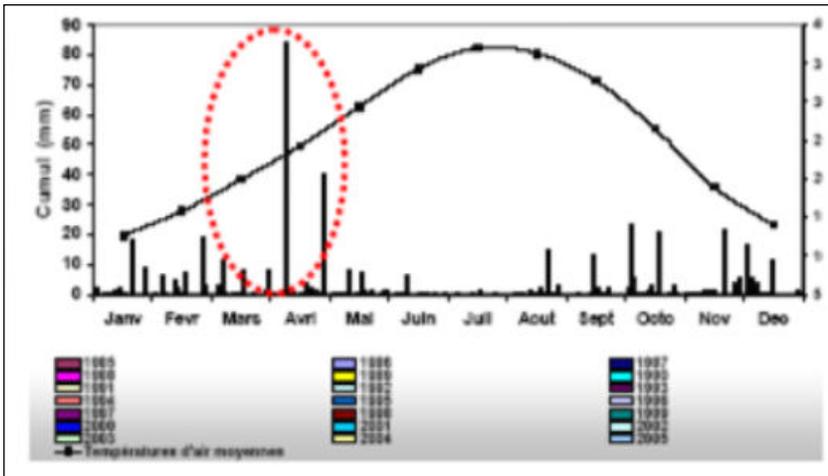
Source : inconnue.

Figure 2 : Ghardaïa : Valeurs des précipitations, 1992- 2002



Source : ONM.

Figure 3 : Timimoun : Station d'Adrar : Précipitations et températures, 1985-2005



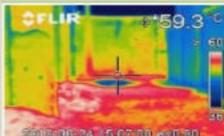
Source : ONM.

Les campagnes d'investigation in situ

Le travail d'investigation s'est étalé, pour la vallée du M'Zab, de 2002 à 2005 et pour le Touat-Gourara de 2009 à 2012. Dans les deux cas, la première année était consacrée à une première visite-diagnostic. Elle consistait en un constat visuel des lieux et des entretiens avec les autorités locales et les habitants. Cette visite nous a permis d'élaborer des fiches signalétiques sur lesquelles nous

avons mentionné les ksour à étudier, le choix des méthodes à adopter ainsi que le protocole à prévoir. Eu égard à la problématique soulevée, nous avons opté pour une approche interdisciplinaire combinant les sciences de l'ingénieur et les sciences sociales. C'est ce qui a été réalisé au cours de la seconde et troisième années dans les trois sites choisis.

Tableau 3 : Présentation des protocoles de mesures et de questionnaires par site

Sites	Périodes	Protocoles		
		Fiches signalétiques/ visites d'investigation 2009	Entretiens/ Observations 2010/2011	Météologies 2010/2011
Vallée du M'Zab	2002 2003 2004	---		
Timimoun	2009 2010 2011			
M'Guiden	2009 2010 2011			

Source : auteur.

Des météologies de paramètres climatiques avec les stations Hobo et des mesures ponctuelles avec des Testo 445, ainsi que des prises d'images thermiques avec la caméra thermique étaient associées à des enquêtes psychosociologiques s'appuyant sur des questionnaires et des observations. Le tableau 3 ci-dessus présente les principaux protocoles.

Résultats préliminaires, identification des indicateurs de vulnérabilité

Notre investissement sur terrain, durant les différentes campagnes de mesures, nous a permis de construire les indicateurs de vulnérabilité qui se présentent comme suit :

a. Indicateurs de vulnérabilité de la région du Touat

Les populations du Touat ont révélé de manière distincte une autre approche du changement climatique et des risques liés à la vulnérabilité, comme présenté dans le tableau 4 :

Tableau 4 : Indicateurs de vulnérabilité de la région du Touat

Les indicateurs de vulnérabilité / Touat Gourara	
Exposition climatique	Diminution des ressources en eau Occurrence d'évènements extrêmes, (Sècheresse, inondations)
Isolation territoriale	Inefficacité des actions planifiées locales et centrales
Facteurs socio-économiques	Faible revenus Marginalisation / Paupérisation Perte de la cohésion sociale
Santé sociale	Forte densité de la population Migration rurale Faible accès aux services de santé
Education et formation	Arrêt de la scolarité / Analphabétisation
Agriculture	Diminution de la production agricole Assèchement de la palmeraie/ Non utilisation des décisions centrales de prise en charge des exploitations agricoles
Système hydraulique	Assainissement, viabilisation, remonté des eaux, Perte du savoir-faire ancestral des foggaras

Source : auteur.

b. Indicateurs de vulnérabilité de la vallée du M'Zab

Le parcours historique du groupe humain de la vallée du m'Zab révèle des prédispositions issues du savoir-faire quant aux actions d'adaptation et de résilience aux impacts du changement climatique. Toutefois l'environnement oasiens de la vallée du M'Zab se trouve confronté aux mêmes aléas climatiques et identifie des indicateurs de vulnérabilité similaires, tableau 5 ci-dessous.

Tableau 5 : Indicateurs de vulnérabilité de la Vallée du M'Zab

Les indicateurs de vulnérabilité / vallée du M'Zab	
Exposition climatique	Diminution des ressources en eau Occurrence d'évènements extrêmes, (Sècheresse, inondations)
Isolation territoriale	-----
Santé sociale	-----
Éducation et formation	-----
Agriculture	Diminution de la production agricole Assèchement et densification de la palmeraie/ Industrialisation des environnements immédiats à la Vallée du M'Zab
Système hydraulique	Assainissement, viabilisation, remonté des eaux, Vulnérabilité du système traditionnel d'irrigation Extensions sur le lit d'oued

Source : auteur.

Discussion de quelques résultats

a. Vulnérabilité au changement climatique / Réaction anticipative

Il est patent que la vulnérabilité des populations oasiennes à l'égard des risques climatiques ne peut apparaître qu'à travers des impacts psychologiques que ces épisodes climatiques irréguliers induisent, à l'instar des périodes de pluviométrie intense et des vents de sable. Ces aspects ont été particulièrement mis à jour dans le travail réalisé sur la région de Ghardaïa, [3,4]. Ainsi, les vents de sable sont les premiers paramètres climatiques par rapport à leur impact psychologique (58 %) alors que les températures d'air élevées, pourtant prégnantes en confort d'été n'apparaissent qu'avec 18 % et que les inondations, certes épisodiques, affichent 12 %. Pour rappel, en octobre 2008, des intempéries sur la vallée du M'Zab, ayant duré 48 h, ont occasionné 31 morts, 50 blessés, la destruction de 300 à 500 maisons et généré des milliers de sans-abri, évènement illustrés dans les figures 4 et 5 ci-dessous.

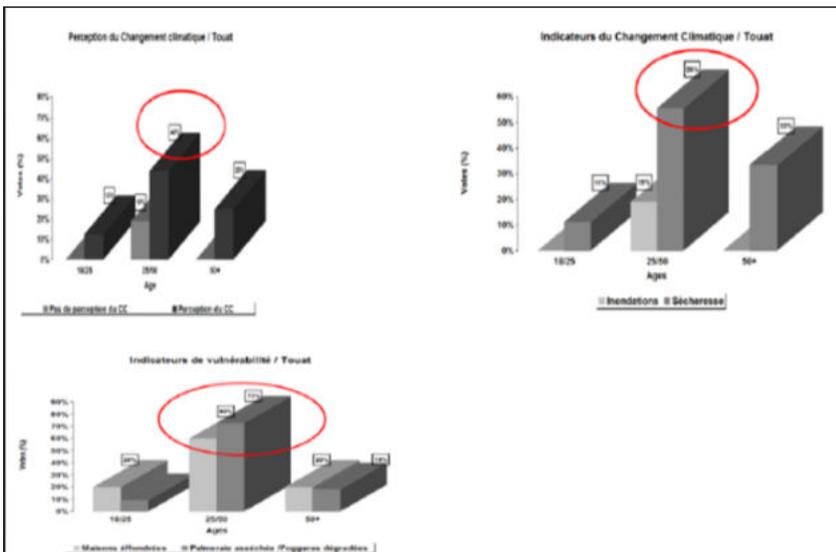
Figures 4 et 5 : Inondations, Vallée du M'Zab, 2008



Source : inconnue.

Il existe une prégnance du changement climatique dans la conscience populaire avec une identification consciente des indicateurs de la vulnérabilité. La vulnérabilité de l'écosystème est consciemment gérée par les populations locales. De même, les populations de Ghardaïa ont montré une parfaite connaissance des répercussions environnementales que certaines actions d'adaptation « anticipative » induisent sur leur bien-être, que ce soit en confort d'été ou en confort d'hiver, comme révélées dans les figures ci-après.

Figures 6, 7 et 8 : Présentation des différents indicateurs de vulnérabilité au changement climatique, région du Touat



Les fondements religieux et la cohésion sociale demeurent les outils pérennes de l'adaptation anticipative. Aussi dans un objectif de survie, la population locale puise dans la conscience spontanée issue du bon sens (intangibles) afin de réaliser les actions d'adaptation anticipative avec garantie de résultats. Un exemple est illustré dans la figure 9 ci-contre, quand les habitants de la vallée du M'Zab accrochent un épais écran sur la porte d'entrée, afin de réduire l'intrusion du vent froid à l'intérieur de la maison.

Figures 9 : Action d'adaptation anticipative, mettre un écran épais sur la porte d'entrée en confort d'hiver



Source : inconnue.

b. Vulnérabilité au changement climatique/ Adaptation réactive

Concernant la population de Timimoun, le risque pluviométrique est tout aussi prégnant ajouté aux vents de sable et au risque des scorpions. L'année 2004, citée plus haut, apparaît dans les interviews comme une année ayant occasionné de nombreux dégâts dans le bâti dus à un épisode pluviométrique

intense. Par contre, les actions d'adaptation trouvées ici sont plutôt « réactives », puisqu'en réponse à l'impact des risques pluvieux, les populations locales optent plutôt pour une construction en parpaing jugé solide, délaissant les maisons traditionnelles en briques de boue séchée jugées vulnérables face au risque pluviométrique. C'est une action « innovante » pourtant maladroite sachant que l'architecture vernaculaire en toub est de manière passive mieux adaptée au climat local surtout en confort d'été et que l'inertie thermique du parpaing n'y est pas adaptée. Encore plus les populations locales développent des pratiques réactives comme l'utilisation du climatiseur, comme présenté dans la figure 10 ci-dessous.

Figure 10 : Usage du climatiseur

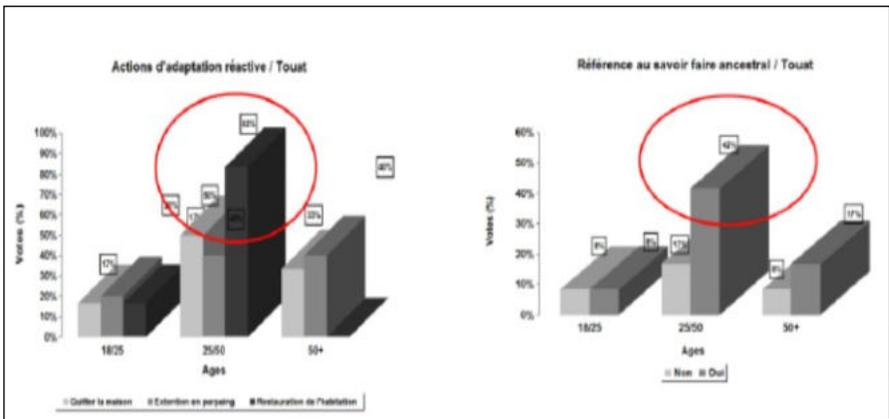


Source : auteur, juin 2010.

Il y a perte de confiance dans la gouvernance (Tangible) pour répondre à l'ampleur du risque. Dans un objectif de survie, la population se retrouve en situation de désensibilisation au bon sens (intangibles), s'inscrivant dans une logique de vulnérabilité face aux changements climatiques. Hélas, la population locale, souvent pauvre, fait de plus en plus appel à la climatisation active.

Pourtant il n'en demeure pas moins que la population locale recèle une fierté à relater le bien fondé du savoir ancestral comme les pratiques d'*afregs* pour retenir les dunes de sable.

Figures 11 et 12 : Types d'actions d'adaptation et pertinence du savoir-faire ancestral



Figures 13 et 14 : L'usage du parpaing comme indicateur de l'adaptation réactive



Source : auteur, juin 2010.

Vulnérabilité et gouvernance

Le village socialiste de M'Guiden reflète de manière pertinente les dérives d'un mode d'adaptation issu du domaine du tangible. Celui-ci est un village socialiste, datant de la période de l'édification de la morphologie planifiée, dont l'objectif était la sédentarisation des populations nomades. Seulement la morphologie en trame carrée a été établie dans une philosophie qui ne se positionne pas dans une intégration aux caractéristiques physiques environnementales du site. Le vent de sable est identifié comme l'un des paramètres les plus stressants. Cette identification consciente est révélée non seulement dans les statistiques (tableau 6) mais aussi sur l'impact physique que cela implique, sur la morphologie, visible dans les stigmates sur les murs, (figures 15 et 16).

Tableau 6 : Positions des stress environnementaux, Touat-Gourara.

Position du stress	1 ^{er}	2 ^e	3 ^e	4 ^e	5 ^e
Précipitations	11	6	11	1	3
Vents de sable	11	16	2	3	

Figures 15 et 16 : L'impact du stress environnemental à M'Guiden, Touat-Gourara



Source : auteur, juin 2010.

a. Conclusions partielles

Il est démontré que les sociétés ayant prouvé une grande capacité d'adaptation, à l'instar des habitants de Ghardaïa, se révèlent pourtant vulnérables face à la variabilité du climat. Le processus d'adaptation « anticipative » est une ressource patrimoniale, mais il se trouve que les risques climatiques parviennent à en diminuer l'efficacité dans les consciences collectives, nous passons ainsi d'une adaptation anticipative dont les résultats sont prouvés à une adaptation réactive sans garantie de résultats, comme relevée à Timimoun. Ces populations nécessitent un accompagnement dans l'évolution des comportements à l'égard de la gestion du risque, objet de la suite de notre travail.

Une manière d'accompagnement est trouvée dans l'élaboration de stratégies d'adaptation en correspondance avec les indicateurs de vulnérabilité révélés auparavant.

b. Stratégies d'adaptation

Chaque indicateur suggère deux formes d'adaptation, la première relative au domaine de l'intangible, s'inscrivant dans l'élaboration de processus de survivance du bon sens local. Ces recommandations existent mais elles ont été souvent oubliées quand l'ampleur des situations à risques suggère des actions maladroites dans un objectif de survie. De nos entretiens et nos questionnaires, les personnes interrogées ont, après réflexion, réalisé que ces actions existent et qu'elles étaient quelquefois prodiguées, mais rapidement remplacées par d'autres jugées plus réactives face au risque.

D'un autre côté, il a été facile de réaliser les stratégies d'adaptation dans le domaine du tangible, car elles existent mais les actions ne sont pas cordonnées dans une vision globale.

Ces actions se déclinent dans le tableau 7 ci-dessous.

Tableau 7 : Stratégies d'adaptation

Indicateurs de vulnérabilité	Stratégies d'adaptation (Domaine de l'intangible)	Stratégies d'adaptation (Domaine du tangible)
Exposition climatique	Restauration des systèmes ancestraux de résilience Résurgence des actions associatives, participatives - touiza	Intégration d'actions concertées à l'échelle régionale et locale. Établissement de passerelles entre l'université, les pouvoirs publics et la société civile
Isolement territorial	Atténuation de l'impression d'isolement par la prise de conscience des valeurs éco-socio-économiques locales.	Diminution des distances par l'élaboration d'infrastructures. Réorganisation des systèmes économiques locaux.
Facteurs sociaux	Diversification des activités, artisanat, tourisme, Élaboration de chantiers de restauration des formes vernaculaires locales afin de pérenniser la cohésion sociale.	Sensibilisation du bien fondé des décisions socio-économiques issues du pouvoir central et local.
Santé sociale	Promouvoir la participation des locaux aux décisions issues du pouvoir central.	Renforcement des structures de santé existantes.
Éducation et formation	Promotion de formation professionnelle liée à la résurgence des métiers Sensibilisation à la valeur ajoutée des patrimoines tangible et intangible	Renforcement des structures de l'éducation. Éliminer les écarts entre recherche universitaire et terrain. Permettre la mise en place de l'école patrimoine (CapTerre)
Agriculture/Système hydraulique	Résurgence de savoir- faire écolologiques traditionnels. Restauration des systèmes existants.	

Conclusion

Actuellement, la « vulnérabilité des populations » est de mieux en mieux appréhendée. En effet, l'approche par les capacités a permis d'énoncer explicitement le cadre conceptuel s'articulant autour de cette notion. Cependant, la « vulnérabilité » reste un concept multiforme et polysémique. Pour cela, nous ne pouvons saisir la vulnérabilité des individus sans avoir approcher le fonctionnement des éco-socio-systèmes dans lesquels ils vivent.

Il apparaît clairement, à travers notre étude, qu'une société cohésive est une société qui se supporte mutuellement. Or, sachant que le changement climatique exacerbe la situation défavorable des plus démunis, la solution de *faire face* ne peut se retrouver que dans la cohésion sociale. Les architectures vernaculaires en sont l'exemple à la fois simple dans ses fondements et complexe dans ses approches.

L'examen des résultats montrent que la vulnérabilité touche plus les populations défavorisées et que leurs caractéristiques intrinsèques (intangibles) renforcent leurs capacités de résilience.

Par contre, les actions planifiées ne contribuent pas autant dans l'accomplissement des stratégies d'adaptation.

Les résultats de cette étude, fondamentale pour l'essentiel, sont insuffisants pour statuer sur l'état de vulnérabilité – résilience de cette population.

Un engagement scientifique dans un territoire aussi vaste et une problématique aussi complexe appellent une gestion intégrée par une équipe interdisciplinaire large.

Bibliographie

Adger, W.-N. (1999), "Social vulnerability to climate change and extremes in coastal Vietnam", *World Development*, n° 27, p. 249-269.

Adger, W.-N. and Kelly, P.-M. (1999), "Social vulnerability to climate change and the architecture of entitlements", presented at IPCC Workshop on Adaptation to Climatic Variability and Change, San José, Costa Rica, 29 march - 1 april 1998. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 3, in press.

Daoudi, N.-S. ; Kitous, S. ; Djenane, M. ; Bensalem, R. et Adolphe, L. (2005), *Perception of climatic constraints in arid regions, the case study of the M'zab valley in the Algerian Sahara*, Beirut, PLEA.

Daoudi, N.-S. ; Boussoualim, A. ; Khélifi, I. ; Lamraoui, S. ; Mestoul, D. ; Adolphe, L. et Bensalem, R. (2011), « Environnements oasiens : vulnérabilité et capacité d'adaptation face aux changements climatiques », 6th édition of 2iE'S sciences week, 4-8 april 2011, Ouagadougou, Burkina Fasso, www.2ie-edu.org.

Dauphiné, A. (2003), *Risques et catastrophes : observer, spatialiser, comprendre, gérer*, Paris, Armand Colin, 287 p.

GIEC, (2007), Bilan des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Équipe de rédaction principale, Pachauri, R.-K. et Reisinger, A. (dir.)]. GIEC, Genève, Suisse, 103 p.

Gondard-Delcroix, C. et Rousseau, S. (2004), « Vulnérabilité et stratégies durables de gestion des risques, une étude appliquée aux ménages ruraux de Madagascar, Développement durable et territoire », Dossier 3, www.developpementdurable.revues.org/1143.

Walker, B.-H. ; Holling, C.-S. ; Carpenter, C.-S. et Kinzi, A. (2004), Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society* 9(2): 5. URL: www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5/.