

**LA PREVENTION DES CATASTROPHES EN ZONES URBAINES: UN NOUVEAU
MODELE (DPRC-R) D'ANALYSES DES EFFETS DOMINO POUR UNE
RESILIENCE GENERALE**

Nabil TOUILI, Enseignant-chercheur associé, Laboratoire CEARC (Cultures, Environnements,
Arctique, Représentations, Climat), Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines (UVSQ),
nabil.touili@uvsq.fr

RÉSUMÉ: La majorité des catastrophes récentes résulte d'effets domino. La catastrophe de Fukushima, l'ouragan Katrina ou la tempête Sandy sont des exemples qui illustrent chacune des événements imprévus dus à des interactions entre plusieurs aléas sur un même territoire. En effet, un espace urbain ne fait jamais face à un seul risque, mais à un ensemble de risques en interactions. Sur un même territoire, des aléas d'inondations, de vagues de chaleur/froid ou de séismes coexistent souvent avec des activités industrielles telles que des centrales énergétiques, des industries chimiques ou de transports de matières dangereuses. Pour la gestion des risques en général, et celle des risques naturels en particulier, la prévention des catastrophes suppose l'adoption d'une vision plus globale qui prend en compte l'ensemble des risques encourus. Or, la prévention dans la gestion actuelle des risques demeure focalisée sur des approches mono-risque (ou mono-aléa) au détriment d'une gestion globale, plus systémique, intégrant les interactions entre des risques multiples. Ce travail propose un modèle intégré DPRC-R (Drivers, Pathways, Receptors, Consequences, Responses) permettant d'analyser et de prévoir les scénarios d'effets domino entre plusieurs risques potentiels pour renforcer la résilience générale des zones urbaines.

Mots-clés: Risques multiples – Effets domino – Espaces urbains – Résilience générale.

**DISASTER PREVENTION IN URBAN AREAS: INNOVATIVE MODEL (DPRC-R)
TO ANALYSE THE DOMINO EFFECTS FOR A GENERAL RESILIENCE**

ABSTRACT: Most of the recent disasters result of domino effects. Each one of the disaster of Fukushima, hurricane Katrina and Sandy are an example of those effects that led to disastrous events due to the interaction between many hazards at a same territory. Obviously, an urban space is never facing one hazard but a set of interacting hazards. In a same territory, floods, heat-waves/cold-waves or earthquakes usually coexist with industrial activities as energy plants, chemical factories or hazardous materials transportation. For the risk management in general, and especially for natural risks, disaster prevention should adopt a global vision taking into account all the potential risks linked to the given urban area. Thus, the risk management is still focused on mono-hazard (mono-risk) approaches at the expense of global, more systemic, ones which integrate the multiple hazards interactions on a same territory. This paper put forward an integrated model DPRC-R ((Drivers, Pathways, Receptors, Consequences, Responses) to analyze and prevent the “domino effects scenarios” between various risks to enhance a general resilience in urban territories.

Keywords: Multiple risks – Domino effects – Urban areas– General resilience

INTRODUCTION

La prévention des risques naturels est appelée aujourd'hui à prendre en compte les risques multiples coexistant sur le même territoire. Les territoires urbains peuvent être soumis à des inondations, tsunamis, glissements de terrain, tempêtes ou séismes, mais aussi à des aléas liés aux accidents de Transports de Matières Dangereuses (TMD) ou d'explosion dans une installation chimique ou nucléaire. Ces risques urbains interagissent et peuvent conduire à des catastrophes par des effets domino.

Une catastrophe peut être le résultat d'une combinaison entre aléas naturels, entre aléas technologiques, mais aussi entre aléas naturels et technologiques (nat-tech). Les risques naturels en particulier incluent souvent des interférences naturelles et anthropiques [KAP 12]. L'adjectif « naturel », à titre d'exemple, est parfois inadéquat étant donné l'ensemble des facteurs (anthropiques et naturels) [REG 15]. Les aléas supposés naturels, tels que les tempêtes, les crues de débordement de cours d'eau, sont en réalité des aléas « anthropisés ». Aujourd'hui, la distinction entre le naturel et le technologique est entraînée de glisser vers des catégories plus intégratrices, celles des risques environnementaux, technologiques ou anthropiques.

Le travail que nous présentons ici vise à contribuer aux approches globales multirisques. Le nouveau modèle qualitatif (DPRC-R) intègre l'analyse de plusieurs risques afin de mieux prévoir leurs scénarios d'interactions potentiels sur un même territoire.

1. TYPOLOGIES DES INTERACTIONS ENTRE RISQUES

Généralement, la typologie conventionnelle laisse entrevoir trois catégories d'interactions : un événement naturel peut entraîner un événement technologique (nat-tech), un événement technologique peut entraîner un événement naturel (tech-nat), mais aussi une combinaison entre ces deux mécanismes. Dans ce travail, on va considérer les risques en dehors de cette catégorisation traditionnelle. Trois types d'interactions sont ainsi possibles :

- (1) Interaction directe : Un aléa déclenche un ou plusieurs aléas ;
- (2) Interaction complexe : Un aléa peut amplifier ou minimiser un ou plusieurs autres aléas ;
- (3) Interaction par la gestion : La gestion d'un risque impacte celle d'autres risques.

1.1 Un aléa déclenche un ou plusieurs aléas

La catastrophe référence de ce type d'interaction est celle de Fukushima où un tremblement de terre de magnitude 9 a déclenché un tsunami, atteignant jusqu'à 39 mètres de haut, qui a causé des accidents nucléaires et des pollutions environnementales majeures.

Ce type d'interaction caractérise un lien de causalité directe entre un ou plusieurs aléas se produisant consécutivement sur une dimension spatiale et temporelle. Une inondation peut déclencher un accident industriel et une rupture de digue peut déclencher une inondation. De fortes précipitations, une fonte de neige ou un séisme peuvent tous déclencher des glissements de terrain. Ces glissements de terrain, selon le contexte, peuvent déclencher à leurs tours des tsunamis ou des inondations par exemple [GIL 14]. Alors qu'on se focalise, souvent, sur les conditions météorologiques ou sur les ruptures des digues comme élément déclencheur des inondations, celles-ci ont été provoquées en 1963 par la rupture du barrage Vajont en Italie (Vinet, 2018).

1.2 UN ALÉA PEUT AMPLIFIER OU MINIMISER UN OU PLUSIEURS AUTRES ALÉAS

Sans qu'il y ait une incidence directe, un aléa peut amplifier/réduire la probabilité d'occurrence d'un ou plusieurs autres aléas. À titre d'exemple, un incendie de forêt est loin d'interagir directement avec des glissements de terrain. Néanmoins, en détruisant les végétations qui maintiennent la stabilité des sols en pente, un incendie de forêt favorise l'érosion des sols et peut amplifier des glissements de terrain en cas d'inondations, de fonte de neige ou de séisme [CAN 08]. Ce type d'interaction peut s'observer sur de longues chaînes d'interactions : une tempête peut entraîner une inondation et des éboulements de berges. Ceci augmente les probabilités de nouvelles inondations par le blocage des lits des fleuves (embâcles) ou par l'accumulation des sédiments dans le système fluvial [GIL 14].

En revanche, les aléas peuvent aussi interagir en réduisant les probabilités d'occurrence d'autres aléas. La canicule de 2003 a conduit à l'arrêt d'une partie du parc nucléaire français.

1.3 DE LA GESTION DES RISQUES AUX RISQUES ISSUS DES GESTIONS

L'observation des faits reflète certaines interférences entre les risques à travers leurs gestions. Dans le cadre de la gestion des inondations, les constructions de digues comme une mesure préventive a fait émerger un nouveau risque : le risque « digue » [PIG 15]. La digue, comme une mesure protectrice face aux inondations engendre un aléa additionnel technologique ou un facteur de vulnérabilité [PIG 15 ; TOU 17]. Pour la gestion de crise à Tokyo, les plans d'évacuation face aux séismes avaient prévu 149 sites (parcs et espaces ouverts) comme refuges. Or, ces sites d'évacuation pensés uniquement face à un séisme ont malheureusement piégé la population pendant des incendies [DAU 13]. Un autre exemple est illustré par les gestions des risques industriels et celui de Transports de Matières Dangereuses (TMD) : la directive Seveso¹ de prévention au sein des sites industriels fait émerger des flux conséquents de Transports des Matières Dangereuses (TMD).

Il convient de souligner que les trois types d'interactions mentionnées sont liés dans le sens où un risque (ou aléa) donné peut, séparément ou simultanément, faire partie de plusieurs interactions (figure 1).

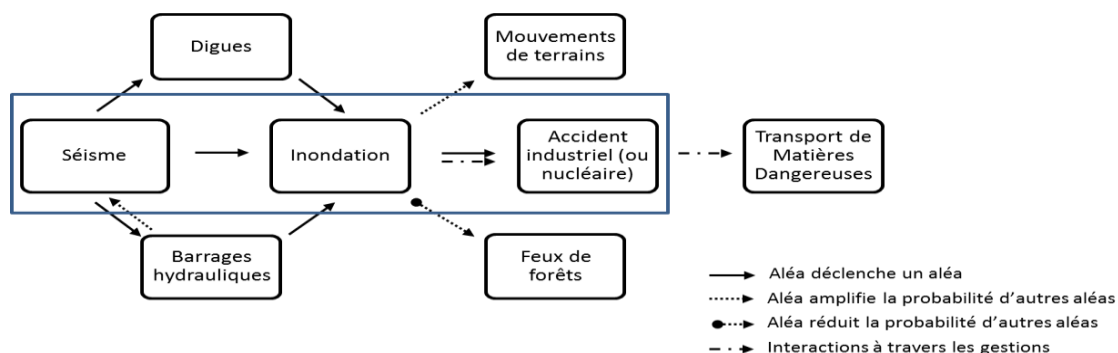


Figure 1. Schéma synthétique de la simultanéité possible entre les trois types d'interactions pour le risque inondation (Source : Touili, 2018)

2. Présentation du modèle DPRC-R

La question centrale des analyses multirisques est la suivante : quels sont les risques encourus sur un territoire et comment ils interagissent ? Nous nous sommes ainsi interrogés

¹ Des entreprises accueillant des matières dangereuses susceptibles, en cas d'accident, de générer des catastrophes majeures.

sur les points de convergence, sur un même territoire, des risques multiples : d'où proviennent-ils ? Par quels moyens ? Où ? Pourquoi ? Et comment y répond-on ? Ces réflexions nous ont amené à identifier des (*Drivers/Sources*), (*Pathways/Chemins*), (*Receptors/Enjeux*), (*Consequences/Conséquences*) et (*Responses/Réponses*) comme les composantes d'un modèle intégratif DPRC-R (figure 2).

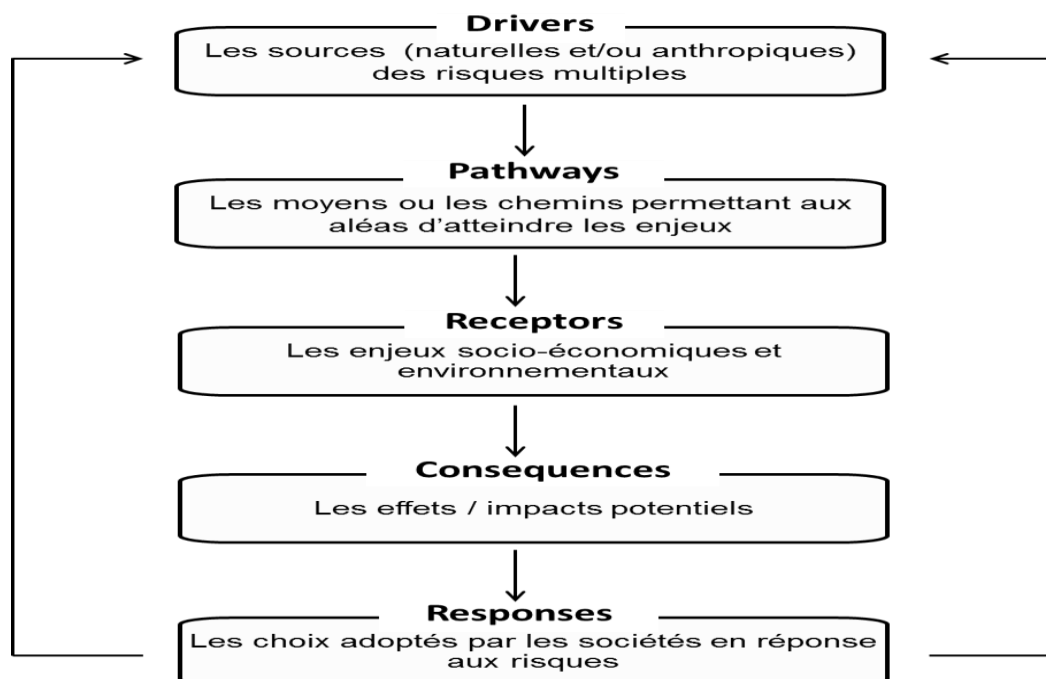


Figure2. Modèle intégré DPRC-R d'analyses multirisques (Source : Touili, 2018)

Chacune des cinq composantes du DPRC-R présente un point d'interaction potentiel entre plusieurs risques sur un territoire (Tableau 1) :

| | |
|--------------------------------|---|
| <u>D : Drivers</u> | Cette composante fait référence aux aléas, l'expression physique du risque. Un aléa donné peut être issu d'un ou de plusieurs « Drivers » naturels et/ou anthropiques. Une inondation peut avoir comme (Drivers) une tempête, un cyclone, une fonte de neige, une élévation du niveau de la mer mais aussi un ruissellement érosif, une rupture de barrage ou un séisme. |
| <u>P : Pathways</u> | La composante (Pathways) caractérise les mécanismes qui permettent à un (Driver) d'atteindre les enjeux (Receptors). Elle caractérise l'exposition spatiale et fonctionnelle pour intégrer des aléas situés, spatialement, hors du territoire. |
| <u>R : Receptors</u> | Cette composante désigne les enjeux socio-économiques et environnementaux vulnérables. Elle regroupe les populations, les habitations, les forêts, les infrastructures, les équipements, les industries...etc. Certains enjeux spécifiques, dans une analyse mono-risque, entraîne des effets domino entre des enjeux multiples : Une installation Seveso est un (Driver) de point de vue strict des risques industriels. Or, elle constitue un enjeu (Receptor), pour les aléas sismiques ou d'inondations, susceptible d'entraîner des effets domino. |
| <u>C : Consequences</u> | Une conséquence d'un aléa peut déclencher, amplifier ou réduire d'autres risques. Or, les aléas n'ont pas les mêmes effets/impacts selon qu'ils se produisent séparément ou simultanément (combinés) sur un même territoire : à Fukushima, la quasi-totalité des constructions démolies avaient pour cause |

| | |
|----------------------|--|
| | directe le tsunami et non le tremblement de terre qui a précédé. Or, la liquéfaction des sols, comme conséquence directe du tremblement de terre, a affaibli la résistance des constructions face au tsunami. |
| R : Responses | Ce sont les réponses (solutions) liées à la gestion des risques en termes de stratégies, plans ou mesures physiques ou non structurales. Cette composante vise à manifester des interactions entre les réponses de la gestion mono-risque: une mesure de prévention pour un risque donné peut interagir avec d'autres mesures/plans sur le même territoire. |

3. Exemple d'application du DPRC-R

Ce modèle contribue à mettre des liens au sein des analyses spécifiques des processus géophysiques (essentiellement liés aux séismes, tsunamis, glissement de terrains ou volcans), hydrologiques (essentiellement liés aux inondations, érosions ou sécheresses), atmosphériques (essentiellement liés aux cyclones ou tornades), biophysiques (essentiellement liés aux incendies de forêts), et des activités humaines (essentiellement liées aux modes d'urbanisations, aménagements, déforestations, transports, industries, agricultures...).

La (figure 4) présente une illustration schématique de l'application du modèle DPRC-R. Le niveau des interactions a été limité pour maintenir la visibilité et la clarté du schéma :

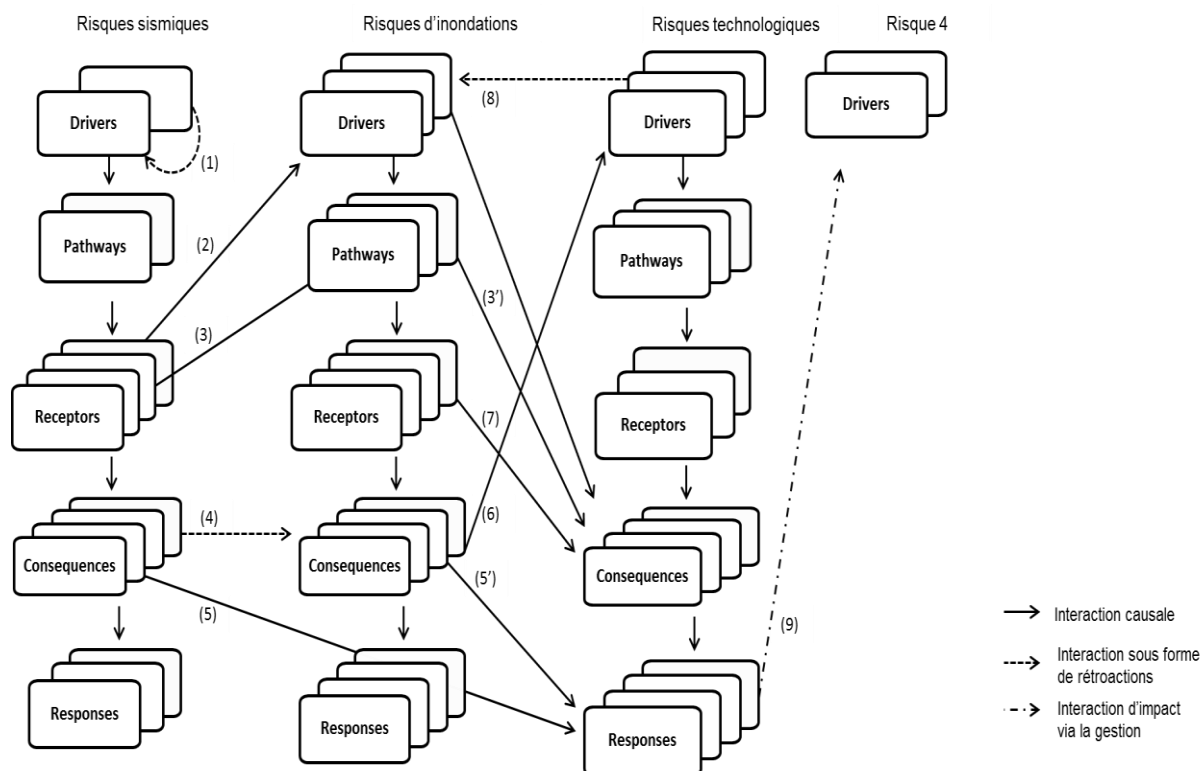


Figure 4. Exemple schématique d'application du modèle intégré DPRC-R (Source: Touili, 2018)

- (1) Une activité anthropique (exploitation des ressources souterraines/gisements) amplifie les activités sismiques
- (2) Une rupture de barrage d'eau (en cas de séisme) déclenche une inondation

- (3) (3') Une rupture de digue (en cas de séisme ou cyclone) déclenche une inondation puis des pollutions (effet domino)
- (4) Une liquéfaction amplifie les effets /impacts des dégâts en cas d'une inondation (ou tsunami)
- (5) (5') Un séisme (ou inondation) peut entraîner la fermeture d'une centrale nucléaire ou d'une installation Seveso
- (6) Une rupture des réseaux électriques (suite à des inondations) peut entraîner un accident industriel
- (7) Des coulées de boues toxiques procèdent d'une rupture de réservoir (suite à une inondation) dans une usine d'aluminium
- (8) Une déforestation (comme action humaine) amplifie les mouvements de terrain et les inondations en cas de tempête
- (9) Un plan de prévention incitant à réduire, chez les industriels, les quantités de stockage en matières premières amplifie des risques de Transports de Matières Dangereuses (TMD)

CONCLUSION

Les territoires urbains sont des systèmes complexes qui nécessitent une gestion globale. Alors que la plupart des territoires est aujourd'hui soumis à plusieurs risques, naturels et technologiques, la gestion de ceux-ci reste traditionnellement une « gestion mono-risque ». Une des leçons tirées des récentes catastrophes est que la prévention doit, dorénavant, s'appuyer sur des scénarios prospectifs incluant l'ensemble des risques et de leurs effets domino potentiels. Dans cette optique, le modèle DPRC-R présente un cadre méthodologique global qui intègre plusieurs risques en termes d'analyses, mais surtout en termes de gestion pour des villes résilientes. Ce cadre de gestion multirisque permet une meilleure prévention et renforce la résilience générale face à plusieurs risques, au lieu d'une résilience spécifique face à un seul risque.

Références bibliographiques

- Dauphiné A., Provitolo D. (2013) - Risques et catastrophes: observer, spatialiser, comprendre, gérer, Paris, A. Colin, 412 p.
- Kappes M. S., Keiler M., von Elverfeldt K., and Glade T. (2012) - Challenges of analyzing multi-hazard risk: a review. *Natural hazards*, vol. 64, no 2, p. 1925-1958.
- Reghezza-Zitt M. (2015) - Territorialiser ou ne pas territorialiser le risque et l'incertitude. La gestion territorialisée à l'épreuve du risque d'inondation en Île-de-France. *L'Espace Politique. Revue en ligne de géographie politique et de géopolitique*, (26).
- Gill J. C., and Malamud B. D. (2014) - Reviewing and visualizing the interactions of natural hazards. *Reviews of Geophysics*, vol. 52, no 4, p. 680-722.
- Cannon S. H., Gartner J. E., Wilson R. C., Bowers J. C., and Laber J. L. (2008) - Storm rainfall conditions for floods and debris flows from recently burned areas in southwestern Colorado and southern California, *Geomorphology*, vol. 96, no3, p. 250-269.
- Pigeon P. (2015) - Risque digue: une justification à la relecture systémique et géopolitique des risques environnementaux. *L'Espace Politique. Revue en ligne de géographie politique et de géopolitique*, (24).
- Touili N., et Vanderlinden J. P. (2017) - Flexibilité adaptative et gestion du risque: étude de cas des inondations dans l'estuaire de la Gironde (France). *Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 17(2).
- Touili, N. (2018) - La gestion des risques multiples en zones urbaines: un modèle intégré d'analyses multirisques pour une résilience générale, *Risques Urbains / Urban Risks*, Vol 18- 2, iSTE Editions, DOI: 10.21494/ISTE.OP.2018.0265.
- Vinet, F. (2018). *Inondations 1 : La connaissance du risque* (Vol. 1). iSTE editions.

LA LAGUNE DE MARCHICA ENTRE LA DYNAMIQUE D'AMENAGEMENT ET LES RISQUES NATURELS

BAHKAN Mimoun, SBAI Abdelkader, GHZAL Mohammed, BOULEHOUAL Hafid & EL YADIMI
Mohamed

Laboratoire de Géomatique, Patrimoine et Développement. Département de Géographie,
Université Mohamed Ier, Oujda
mimoungeorif@gmail.com

Résumé: La lagune de Marchica est entourée par des villes et centres urbains qui sont exposés aux risques naturels puisque ils développent leurs tissus urbains le long des cônes de déjection et dans les zones de piémonts montagneux (Gourougou, Kebdana) où concourent les principales artères hydrographiques en provenance de ces massifs. Dans ces villes et centres urbains, le phénomène d'inondation n'est pas récent puisque plusieurs événements pluvieux exceptionnels et des débits critiques ont été enregistrés auparavant.

Les processus d'accroissement urbain sont parfois mal maîtrisés et des quartiers se développent sur des espaces vulnérables. Des risques environnementaux démesurés, en rapport avec les aléas climatiques, s'en suivent, notamment dans les quartiers périphériques proches des zones en relief où les précipitations atteignent parfois des seuils critiques.

En effet, la vulnérabilité de la zone d'étude consiste à détecter les perspectives de développement et les principes de l'aménagement de l'espace littoral de la lagune de Marchica en vue d'éviter les risques d'inondation et les effets néfastes dus à l'élévation du niveau marin engendré par les variations climatiques et la montée de la nappe phréatique.

Actuellement, un grand programme est lancé pour assainir et aménager la lagune de Nador depuis 2009.

Mots-clés: Risques naturels, gestion intégrée, aménagement, perspectives de développement, lagune de Nador, Maroc nord-est.

The Marchica lagoon BETWEEN planning DYNAMICS AND NATURAL RISKS

Abstract: The Marchica Lagoon is surrounded by cities and urban centers that are exposed to natural hazards as they develop their urban fabric along the alluvial cones and in the mountainous piedmont areas (Gourougou, Kebdana) where the main hydrographic arteries come from of these mountains. In these cities and urban centers, the phenomenon of flooding is not recent since several exceptional rainy events and critical flows have been recorded before.

The processes of urban growth are sometimes poorly controlled and neighborhoods develop in vulnerable areas. Uncertain environmental risks, in relation to climatic hazards, follow, especially in the outlying areas near relief areas where precipitation sometimes reaches critical thresholds.

Indeed, the vulnerability of the study area is to detect the development perspectives and the principles of the development of the coastal area of the Marchica lagoon in order to avoid the risks of flooding and the harmful effects of rising sea levels caused by climatic variations and the rise of the groundwater.

Currently, a major program has been launched to clean up and develop the Nador Lagoon since 2009.

Keywords: Natural hazards, integrated management, spatial planning, development prospects, Nador lagoon, North-East Morocco.

Introduction

La ville de Nador compte actuellement 161726 habitants. L'exode rural des années 60, 70 et 80 du siècle dernier a entraîné une extension urbaine anarchique à la périphérie du quartier européen. Par manque de réserve foncière, la ville est entraînée de s'étaler sur le piémont du massif montagneux du Jebel Gourougou et au détriment des terres agricoles de la plaine de Bouarg. La superficie des espaces bâtis autour de la ville est passée de 82 ha en 1958 à 2278 ha en 2013.

Parallèlement à son évolution, le risque d'inondation ne cesse d'augmenter. Cette situation résulte à la fois de l'importance de l'aléa hydrologique dans les différents bassins versants et de la grande vulnérabilité de la ville face à cet aléa.

1. Présentation de la zone d'étude

Située à l'extrême nord-est du Maroc dans la province de Nador, la zone étudiée est partagée entre deux milieux: aquatique et terrestre. La partie aquatique est représentée par la lagune de Nador qui couvre une superficie de 11500 ha, tandis que la partie continentale est constituée par les communes urbaines de Nador et Bni Nsar, et rurales de Kariat Arekmane, Ihaddadene Bouareg et Bni Chiker.

C'est la deuxième plus grande lagune du rivage méditerranéen. Ce milieu paratique présente une grande diversité biologique, écologique et paysagère (Site RAMSAR et SIBE). L'hydrologie de la lagune dépend de trois types de ressources hydriques aux caractéristiques hydrodynamiques et physico-chimiques différentes: eaux marines, eaux usées urbaines, eaux de la nappe de Bou Areg.

Les reliefs montagneux occupent 35% de l'espace des alentours du site de la lagune (Gourougou, Kebdana). De même les plaines ne dépassent pas 34% de la superficie de cet espace. Les sols sont répartis entre sols bruns et sols hydromorphes.

La moyenne annuelle des précipitations varie entre 252 mm et 420 mm entre 1990 et 2014. La moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (août) est 29°C. Le mois le plus froid (janvier) présente des minima moyens de 7°C. (بحكان ميمون (2016) التهيئة والتعمير بالمجالات المحاذية لبحيرة مارشيكيا بإقليم الناظور شمال شرق المغرب. دكتوراه جامعة محمد الأول. 798 صفحة.)

2. Aménagement de la lagune de Marchica et problématique de l'extension urbaine

La zone d'étude présente des activités économiques multiples: agriculture, élevage, pêche, industrie, commerce, tourisme...

Les sites des villes limitrophes de la lagune de Marchica présentent un grand risque au sein d'une extension urbaine non contrôlée. Il s'agit des villes qui se sont développées soit au pied des chaînes de Gourougou et Bni Bou Ifrou: Nador et Beni Nsar, soit à l'aval de la chaîne de Kebdana: Arekman (Fig.1). Ce sont des sites où convergent tous les oueds et les ravins qui descendent de ces massifs montagneux et qui se jettent dans la Marchica. Ils nécessitent une attention particulière au cours de n'importe quelle planification urbaine. Il faut rappeler que ces villes ont connu plusieurs inondations au cours des dernières années: 2005, 2008 et 2010. Malgré ça, on observe encore une extension urbaine remarquable sur les bords des oueds qui traversent les villes. Les sites ont été choisis d'une manière bien réfléchie et répondaient aux objectifs de l'Espagne à l'époque. (SBAI A, MEZRHAB A et EL HAFID D (2005) – Les risques hydrologiques au Maroc nord-est. Actes du Colloque International « Aménagement du territoire et gestion des risques environnementaux ». FLSH Fès Sais. 15-16 avril 2005. Publications de l'Université Sidi Mohammed Ben Abdellah. Série Travaux didactiques. P. 357-375.)

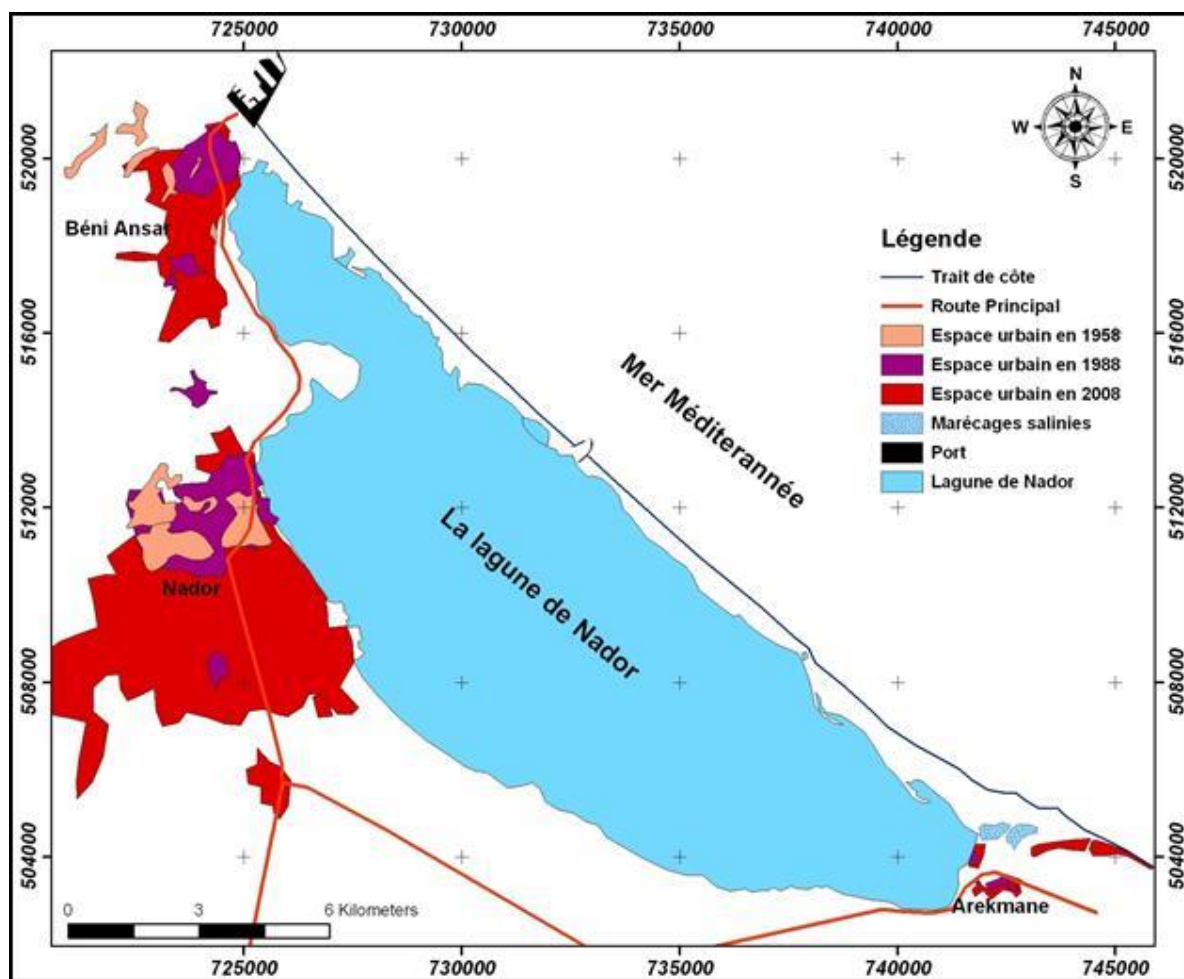


Fig.1. Extension urbaine de la ville de Nador et des villes limitrophes

Si les villes connaissent aujourd'hui plusieurs problèmes et surtout des contraintes naturelles c'est parce qu'après l'indépendance il n'y avait pas eu de réflexion sur les sites dans lesquels les villes ont été créées.

Les espaces géographiques favorables à l'extension sont très limités et ont été consommés depuis longtemps. L'extension se fait sur les versants du Mont Gourougou (Hay Tirekkaâ) à Nador, mais également sur les terres irriguées au sud et au sud-ouest à Arekman (plaine de Bou Areg). Donc la seule direction possible pour l'évolution de la ville de Nador et le centre d'Arekman est le sud malgré le risque qu'elle présente (au détriment des terrains agricoles). Nous pouvons donc dire que les sites des villes limitrophes de la lagune constituent des contraintes à leurs évolutions et que l'extension urbaine était en harmonie avec le déterminisme géographique qui a imposé des axes définis favorables à l'extension avec quelques exceptions au cours des dernières années.

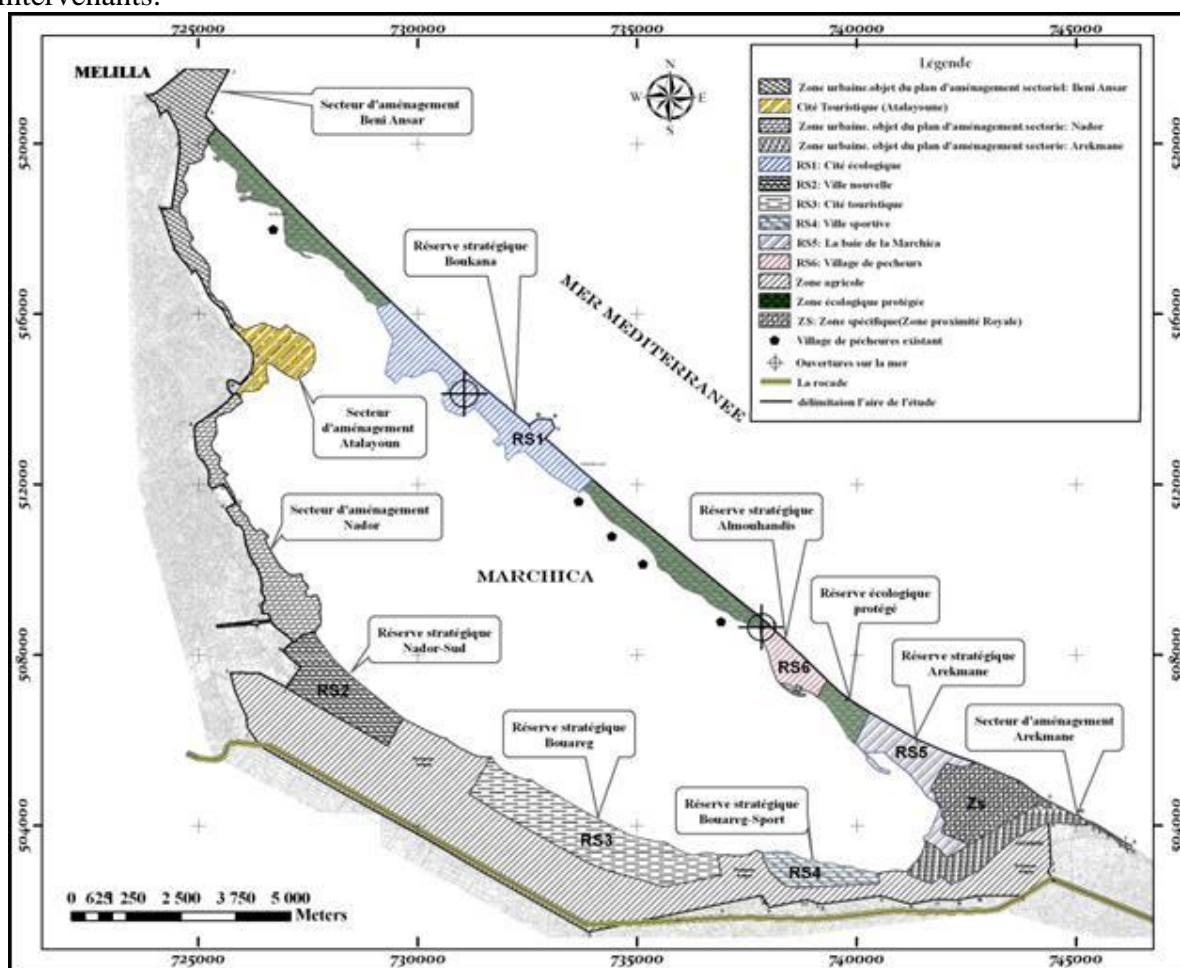
Les espaces urbains entre 1958 et 2008 ont connu une évolution accélérée et se présentent sous forme d'une image morcelée surtout dans les quartiers périphériques. Les aires urbanisées continuent de se développer très rapidement; comme le montre le tableau 1.

Table.1. Variations des espaces urbains aux alentours de la lagune de Nador entre 1958 et 2008

| Espace | 1958 | 1988 | 2008 | Mutation | | Taux d'accroissement |
|------------|--------|--------|---------|--------------------|-------|----------------------|
| | S (ha) | S (ha) | S (ha) | Superficie Ajoutée | % | Superficie en ha/an |
| Nador | 84,61 | 501,63 | 2278,14 | 2195,53 | 74,29 | 45,56 |
| Béni Ansar | 19 | 202 | 660,02 | 641,02 | 21,69 | 13,20 |
| Arekmane | 4,1 | 33,54 | 122,81 | 89,27 | 4,01 | 2,45 |
| Total | 105,4 | 737,17 | 3060,95 | 2955,95 | 100 | 61,21 |

3. Enjeux et risques

L'élaboration des documents urbains notamment le plan d'aménagement, n'est pas seulement un outil effectué sur la table d'architecte mais c'est un projet d'avenir d'une ville dont l'objectif est de réaliser un développement socio-économique durable (Fig.2). Ainsi le processus d'élaboration de ce genre de document nécessite de bien connaître l'espace concerné par le Plan d'Aménagement, ses potentialités socio-économiques et le type des intervenants.



Source : Agence Marchica 2010

Fig.2. Plan d'aménagement, de sauvegarde et de mise en valeur des alentours de la lagune

A partir de ces principes préliminaires, l'évaluation du document du Plan d'Aménagement de sauvegarde et de mise en valeur des alentours de la lagune de Nador pose

un point d'exclamation sur la nature et le genre des critères adoptés pour l'élaboration de ce type de document.

D'autre part, il s'avère primordial de mettre une liaison entre plan d'aménagement et plan des risques. Le succès d'un projet d'aménagement dépend de bien connaître les risques naturels qui menacent l'espace concerné et l'assimilation des mécanismes et des techniques de gérer les risques naturels par les décideurs.

L'investigation des possibilités de protection et de prévision les plus convenables définit les directives de la recherche et rend réel le plan d'aménagement à travers l'analyse des enjeux socio-économiques existants. Elle permet également de détecter les espaces convenables afin de programmer les installations et l'infrastructure essentielle selon des critères adoptés dans la planification des équipements communaux.

L'aménagement correct de l'aire étudiée doit se baser sur un bon niveau de connaissance des procédés physiques (topographie, réseau hydrographique, hydrodynamique côtière). Ces données qu'on peut collecter actuellement sous forme de couches dans des logiciels SIG, visent à organiser la mémoire du risque d'un espace concerné. Elles fournissent également la bonne compréhension des phénomènes liés à la géodynamique externe comme les inondations et les crues dues à l'intensité des événements pluvieux extrêmes ou prévoir les impacts prévus de l'élévation du niveau de la Mer sur les activités socio économiques. C'est une des conséquences du changement climatique; elle permet d'acquérir les moyens de prise de décision, exposer des solutions plus efficaces et rationnelles et chercher les possibilités de protection et de prévision les plus convenables (Tabl.2).

Table.2. Surfaces inondables selon les scénarios suivants

| Unités géographiques | Surfaces totales (ha) | Surfaces inondables (ha) | | |
|----------------------|-----------------------|--------------------------|------------|--------------|
| | | Minimum (0,5m) | Moyen (1m) | Maximum (2m) |
| Zones urbaines | 3787 | 52 | 109 | 142 |
| Agriculture | 14565 | 80 | 139 | 189 |
| Voiries (Km) | 427 | 19 | 31 | 69 |
| Zone industrielle | 60 | 2 | 5 | 38 |
| Port de Béni Ansar | 140 | 11 | 17 | 54 |
| Plages | 325 | 68 | 124 | 213 |
| Total | 37441 | 340 | 977 | 1954 |

Source : SBAI A, GHZAL M, BENRBIA Kh, ELHOUDI B, LASGAA H, BAHKAN M et BOULEHOUAL H (2010) - Rôle du milieu physique dans la genèse et l'amplification des inondations en milieu de montagne: exemple de la ville de Nador (Maroc nord-est). 17ème Rencontre des Géomorphologues Marocains. Les milieux de montagnes marocaines: Géomorphologie, environnement et développement. Beni Mellal, 5 et 6 mai 2010.

L'utilisation de la cartographie et des SIG a permis de décrire que la zone d'étude présente globalement une vulnérabilité élevée à très élevée à la remontée du niveau de la mer.
- 22% de la longueur totale du littoral de la lagune ont un degré de vulnérabilité très élevée.
- 42% sont à risque élevé.

Elle traduit les priorités d'intervention en fonction du degré du risque. Elle est obtenue en superposant la carte de vulnérabilité et d'aléa:

-81 ha à risque très élevé: les zones inondables où se trouvent des agglomérations urbaines, des unités industrielles et des projets touristiques;

-276 ha à risque élevé: les zones inondables où se trouvent des cultures irriguées et les routes principales;

-93 ha à risque moyen: les zones inondables où se trouvent des cultures bour et l'infrastructure secondaire;

-110 ha à risque faible: les zones inondables où se trouve le milieu naturel.

Conclusion

La protection de la lagune de Marchica nécessite une attention particulière pour plusieurs raisons. Il s'agit d'un site très rare à l'échelle du bassin méditerranéen et unique à l'échelle du Maroc. Ce site est le siège d'une biodiversité très importante et sert également de refuge à de nombreuses espèces migratrices. Il présente actuellement des signes de dégradation à prendre en considération dans tout projet d'aménagement de la région.

L'urbanisation croissante continue à s'étendre sur plusieurs espaces naturels et les terres cultivées. Des projets ont été réalisés (digues au niveau des zones de débordements pour l'oued Bouserdoune...) mais ils restent inefficaces. Il faut donc promouvoir une gestion intégrée des risques d'inondation en vue de réduire leurs conséquences. Il faut aménager l'amont de la ville de Nador par des reboisements et mettre en place des ouvrages anti-érosifs dans les zones les plus accidentées. Il faut également entretenir et renforcer le réseau d'assainissement pour pouvoir évacuer les eaux de pluie.

Il est important de préciser que les pratiques agricoles peuvent également contribuer à la pollution azotée de la lagune. Il sera donc également important, dans le cadre d'un programme de préservation de la lagune, de prévoir une sensibilisation des agricultures à une utilisation raisonnée des engrais chimiques (Rapport annuel de l'Agence Marchica, 2013)

Ainsi un plan de gestion environnemental global de la lagune doit être mis en place avec la contribution de l'ensemble des opérateurs locaux notamment la définition de zones naturelles protégées, de loisir et d'urbanisation de manière à préserver l'habitat de la faune et de la flore particulières à ce site.

A moyen terme, un plan GIZC doit être adopté pour inclure la régularisation des bâtiments, la planification urbaine croissante, le développement des capacités institutionnelles et l'augmentation de la conscience publique. Ce plan devrait concerner activement les communautés locales et les décideurs. Le plan GIZC devrait traiter également des impacts des changements climatiques et non climatiques, en assurant que le développement côtier n'augmentera pas la vulnérabilité de la région.

Bibliographie

Rapport annuel de l'Agence Marchica 2013

SBAI A, GHZAL M, BENRBIA Kh, ELHOUDI B, LASGAA H, BAHKAN M et BOULEHOUAL H (2010) - Rôle du milieu physique dans la genèse et l'amplification des inondations en milieu de montagne: exemple de la ville de Nador (Maroc nord-est). 17ème Rencontre des Géomorphologues Marocains. Les milieux de montagnes marocaines: Géomorphologie, environnement et développement. Beni Mellal, 5 et 6 mai 2010.

SBAI A, MEZRHAB A et EL HAFID D (2005) – Les risques hydrologiques au Maroc nord-est. Actes du Colloque International « Aménagement du territoire et gestion des risques environnementaux ». FLSH Fès Sais. 15-16 avril 2005. Publications de l'Université Sidi Mohammed Ben Abdellah. Série Travaux didactiques. P. 357-375.

بحكان ميمون (2016) التهيئة والتعمير بالمجالات المحادية لبحيرة مارشيكيا بإقليم الناظور شمال شرق المغرب. دكتوراه جامعة محمد الأول. 798 ص.

**LE CONCEPT DU RISQUE DANS LA PLANIFICATION URBAINE : ERREURS
COMMISE ET NOUVELLES MESURES EN MATIERE D'AMENAGEMENT
-CAS DU GRAND NADOR AU NORD EST DU MAROC-**

Hassan ELAMRANI et Abdellatif TRIBAK

Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Laboratoire d'Analyses Géo-Environnementales et d'Aménagement
(LAGEA-URAC54) Fès, Maroc

(elamrani.aun@gmail.com et tribakabdellatif@gmail.com)

Résumé : Les inondations constituent le risque le plus fréquent au niveau du territoire urbanisé du bassin de la lagune de Marchica. Elles perturbent les équilibres économiques et sociaux sur ce territoire. Ces phénomènes génèrent de plus en plus d'impacts sur l'organisation structurelle et le fonctionnement de ce territoire, surtout, dernièrement avec le rythme des profondes mutations liées aux dynamiques spatiales, sociales et économiques. Identifier et éviter ce risque, le gérer consciemment sont autant d'actions fondamentales à mettre en place d'urgence sur ce territoire.

Aujourd'hui, le risque d'inondations est considéré comme une composante intrinsèque de ce territoire en mutation où il marque une fréquence assez remarquable (2004, 2008, 2012, 2013, 2016). Mais une simple lecture des documents d'urbanisme relatifs à ce territoire révèle une prise en compte peu satisfaisante du concept du risque dans le processus de la planification. Néanmoins, il faut admettre qu'il y a une vraie gestation à ce sujet dans les outils d'aménagement et d'urbanisme. En effet, le concept du risque est de plus en plus au cœur des études d'aménagement et d'urbanisme. Sauf qu'il reste plusieurs caps à franchir (techniques et juridiques), surtout, avec le retard d'intervention enregistré depuis si longtemps.

Mots clés: Risques naturels, Inondation, Planification urbaine, Gestion des risques, Grand Nador.

Abstract: Flooding is the most frequent risk in the Marchica lagoon's urbanized area. They disturb the economic and social balances on this territory. These phenomena generate more and more impacts on the structural organization and the functioning of this territory, especially, lately, with the rhythm of the profound changes related to the spatial, social and economic dynamics. Identify and avoid this risk, manage it consciously are all fundamental actions to implement urgently in this territory.

Today, the risk of floods is considered as an intrinsic component of this territory in mutation where it marks a rather remarkable frequency (2004, 2008, 2012, 2013, 2016). But a simple reading of the planning documents relating to this territory reveals an unsatisfactory consideration of the concept of risk in the planning process. Nevertheless it must be admitted that it has a real gestation on this subject in planning and urban planning tools, indeed, the concept of risk is increasingly at the heart of planning and urban planning studies. Except that there are still several caps to go through (technical and legal), especially, with the delay of intervention recorded for so long

Keywords: Natural Hazards, Flood, Urban Planning, Risk Management, Grand Nador.

Introduction

Le territoire du Grand Nador est fréquemment soumis à la menace des risques naturels, plus particulièrement aux inondations. Au cours de ces dernières décennies, les plus modérées ont causé des dégâts et marquent encore les esprits, quant aux plus exceptionnelles, comme celle de novembre 2008, elles ont dévasté le territoire et l'ont complètement paralysé durant plusieurs jours. C'est d'ailleurs cet événement qui a révélé l'emprise du territoire exposé aux risques et les limites de la gestion actuelle.

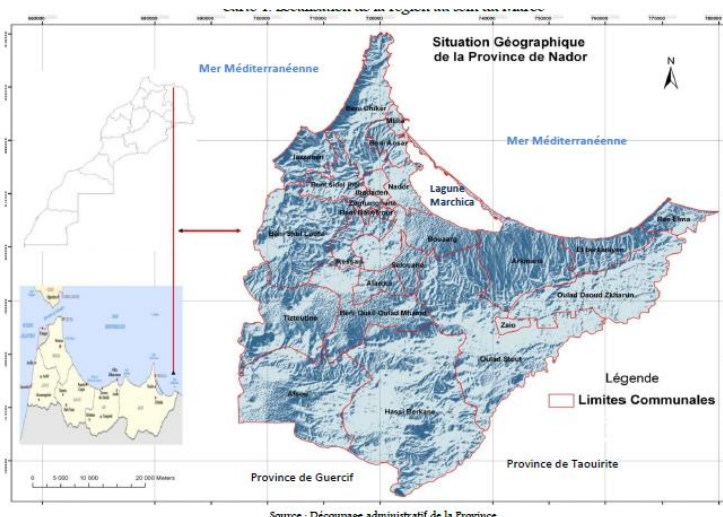
A ce niveau territorial, même si l'aléa peut s'avérer violent, les conséquences des inondations ont aussi une part de responsabilité à chercher du côté de l'occupation des sols. La dynamique de l'urbanisation a doublé dans ce territoire, suite à la dynamique d'artificialisation du sol sur les espaces agricoles et sur des espaces historiquement abandonnés suite aux successions des débordements des oueds. Parmi les conséquences directes de cette évolution, l'augmentation du risque lié à l'inondation qui fait que la vulnérabilité soit augmentée.

Bien que le risque naturel soit considéré comme une composante intrinsèque de ce territoire en mutation, une simple lecture des documents d'urbanisme relatifs à ce territoire révèle une prise en compte insuffisante de ce concept dans le processus d'élaboration de ces outils qui régissent son développement. Sans exception, tous les documents d'urbanisme existants avant l'an 2000 n'ont intégré que peu la question des risques ; même les Schémas Directeur d'Aménagement Urbain, qui sont des références de long terme, sont souvent élaborés en l'absence d'une cartographie des risques. Bien que les Agences de Bassins Hydrauliques et les Agences Urbaines donnent des avis obligatoires aux communes, l'absence de cartographies précises et validées juridiquement constitue un point de blocage pour la mise en œuvre de mesures de prévention non-structurelles. Néanmoins, il faut admettre qu'aujourd'hui il y a une vraie gestation à ce sujet dans les outils d'aménagement et d'urbanisme.

Dans ce cadre, nous allons essayer de rapprocher la relation risques naturels, plus particulièrement les inondations et le processus urbain. Dans ce sens, nous allons focaliser sur l'exposition des faiblesses urbanistiques commises au passé et les principaux changements actuels en matière de planification.

1. Présentation de la zone d'étude

Le territoire de la province de Nador est situé au Nord-Est du Royaume. Il est limité au Nord par la Méditerranée, à l'Est par la province de Berkane, à l'Ouest par la province de Driouch, au Sud par la Province Guercif, et au Sud-est par la province de Taourirt.



Au niveau organisation territoriale, la ville de Nador joue le rôle du chef-lieu de ce territoire, entourée par des villes secondaires qui reçoivent l'extension urbaine de l'agglomération (Selouane, Aroui, Zeghanghane, Bni Nsar et plus loin la ville de Ras Elma).

Au niveau de ce territoire et pour des intérêts communs. Nous assistons à la naissance de plusieurs projets de l'intercommunalité, le plus connu c'est le projet du territoire du Grand Nador. Actuellement, ce territoire englobe dix-sept (17) communes, sur une superficie de 1500 km² (Monographie de la province, 2011).

2. Méthode de travail

La complexité de l'étude des risques naturels et l'urbanisme nous a obligé d'orienter l'investigation de terrain, en se basant sur plusieurs approches d'interventions :

- Dans un premier temps à recenser, à localiser, à caractériser les aléas naturels et leur processus d'endommagement et leur champ d'expansion.
- Dans un deuxième temps à dématérialiser les documents d'urbanisme dans la zone d'étude et leur administration dans une base de données à référence spatiale.

2.1. Les outils employés pour la collecte des données

- Un recueil et une analyse des données historiques ont également été faits.
- Un inventaire dressé sur la base des travaux déjà existants dans ce contexte.
- Un questionnaire orienté aux services techniques des administrations chargées de la gestion des risques naturels.
- Un questionnaire afin de caractériser l'état de la culture du risque au niveau local, a été préparé dans le but de faciliter le recueil de l'information ciblée auprès de la population locale.

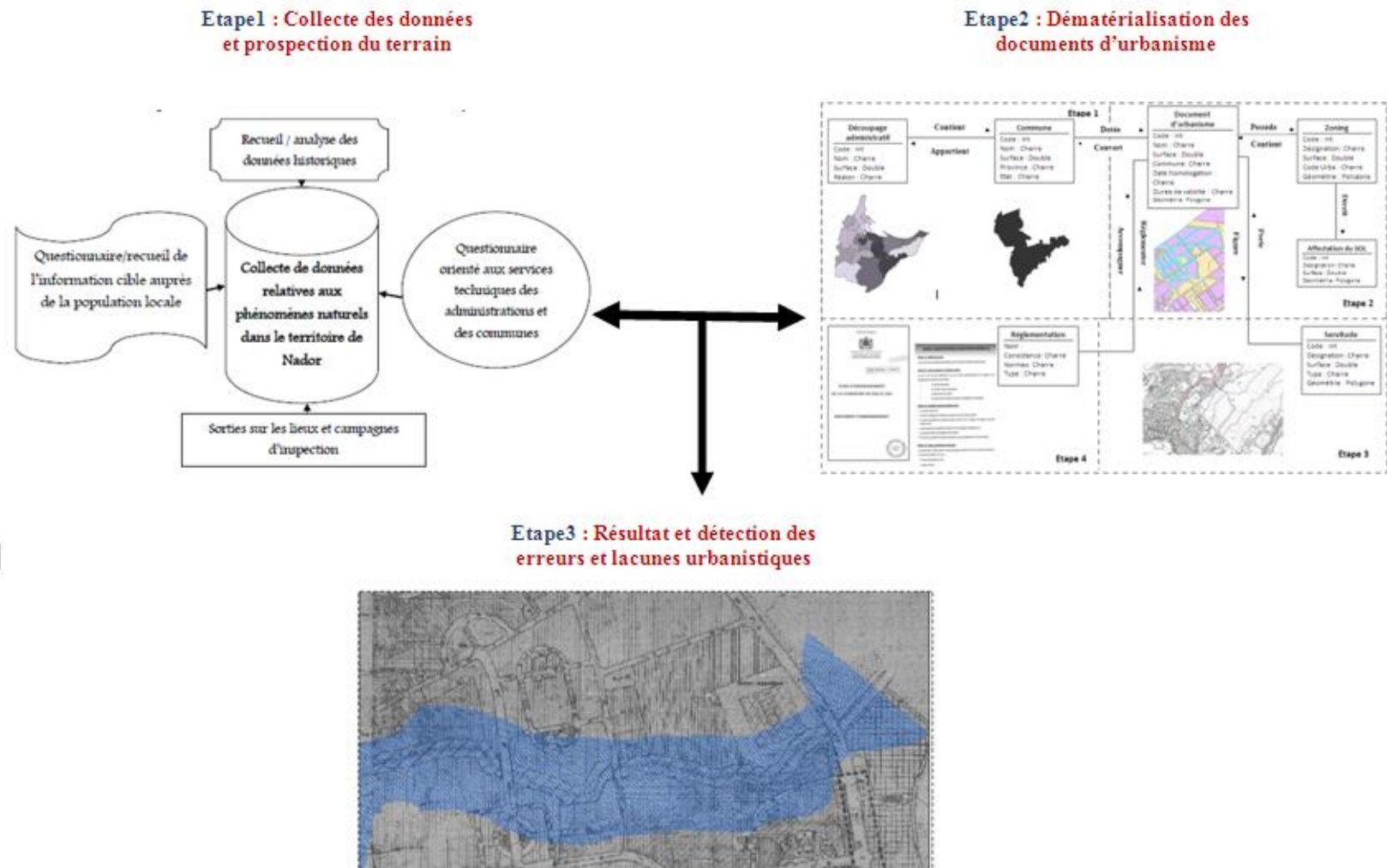


Fig.1 : Méthode adoptée pour détecter les lacunes urbanistiques

3. Résultats et discussion

3.1. La réalité des risques naturels dans le territoire du Grand Nador

Les aléas naturels sont de plus en plus récurrents au niveau du territoire de la province de Nador, cela remonte bien évidemment à l'état mondiale caractérisé par les instabilités climatiques. Dans ce territoire, nous pouvons distinguer deux catégories :

- Des aléas d'origine morpho-dynamique. Ils ne marquent pas vraiment une présence habituelle dans ce territoire. Mais le caractère implicite de leur évolution fait que ces derniers peuvent porter atteinte à la sécurité des populations, surtout avec le rythme accéléré de l'intervention de l'Homme dans cet espace
- Des aléas d'origine hydro-climatique. Ces phénomènes sont plutôt les plus importants et constituent une grande menace aussi bien pour les personnes que pour les biens, compte tenu des dégâts et des pertes enregistrés.

De nombreux paramètres, naturels et anthropiques, conditionnent l'apparition et le développement des risques naturels relatifs à ces aléas. En effet, si les facteurs naturels restent importants dans la genèse (conditions météorologiques et climatiques exceptionnelles), le facteur anthropique demeure le facteur aggravant.

3.2. Des faiblesses urbanistiques commises durant le passé

Ces dernières années, le concept des risques naturels est de plus en plus au cœur des études d'aménagement et d'urbanisme. Néanmoins, la réalité est toute autre au niveau du territoire sujet de notre étude « Territoire du Grand Nador ». Bien que le risque soit considéré comme une composante intrinsèque de ce territoire en mutation, plusieurs lacunes ont été répertoriées dans les documents d'urbanisme relatifs à ce territoire. Cela révèle une prise en compte insuffisante de ce concept dans le processus d'élaboration de ces outils qui régissent son développement.



Fig.2 : Zone inondable sous-estimée durant l'élaboration du plan d'aménagement de 2000 au niveau de Nador

A travers l'instruction d'un nombre important des documents d'urbanisme relatif à deux générations avant 2010 et après, nous avons pu constater des lacunes et des vides urbanistiques et juridiques, de même des erreurs commises durant l'élaboration des documents d'urbanisme. A cela s'ajoute une insuffisance remarquable de l'attention portée aux choix du site d'implantation justifiée par une préférence d'être plus proche du centre-ville.

3.3. Les principaux changements en matière de planification

Au niveau national, il faut reconnaître qu'il y a une vraie gestation au sujet de la prise en compte des risques naturels dans les outils d'aménagement et d'urbanisme, en 2018 le Ministère de l'Aménagement du territoire en partenariat avec le Ministère de l'intérieur ont lancé 18 cartes d'aptitude à l'urbanisation « (carte des risques naturels) » (Gerouani, 2017). En effet, le concept du risque est de plus en plus au cœur des études d'aménagement et d'urbanisme.

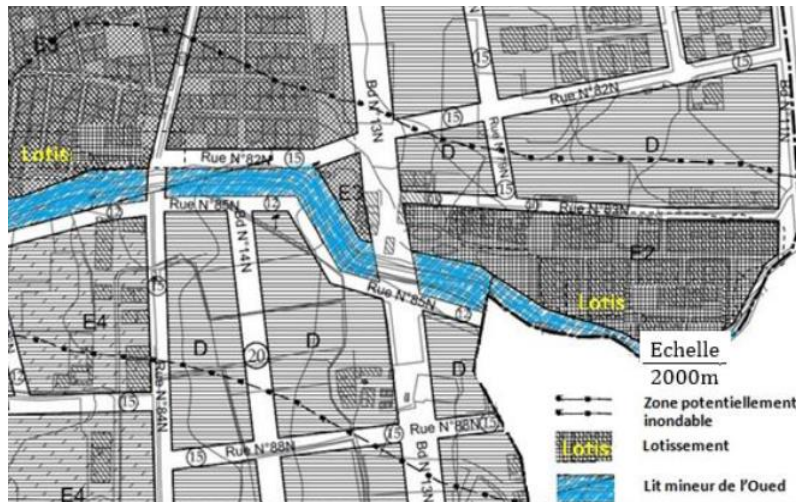


Fig.3 : Délimitation de la zone inondable sur le plan d'aménagement de Nador, 2016

Au niveau local, nous avons constaté un vrai changement en matière de la délimitation exacte du zonage de l'aléa sur les documents d'urbanismes. L'exemple du nouveau plan d'aménagement de la conurbation de Nador-Zeghanghane qui présente une initiative de délimitation de la zone inondable, mais sans restriction ferme, où la construction est toujours permise sous condition de présenter l'avis de l'Agence du Bassin Hydraulique. Néanmoins, il faut admettre qu'il reste plusieurs efforts à déployer.

Conclusion

L'urbanisation du territoire du Grand Nador s'est développée et continue encore de se propager avec un rythme assez accéléré et exacerbé en se développant dans tous les sens et suivant plusieurs logiques. Cette situation a donné un tissu urbain assez complexe contenant toutes les formes de l'habitat non réglementaire, insalubre, sous équipé, sans se soucier des répercussions en termes d'infrastructure de base, de coût de l'urbanisation ou des risques naturels.

Référence

GEROUANI.H (2017) - Mieux intégrer la résilience dans l'Aménagement du Territoire et le Développement Urbain. Direction de l'urbanisme. Journée d'étude résilience territoriale et planification urbaine, 17 mai 2017. Fès.

MONOGRAPHIE DE LA PROVINCE (2011) ; Province de Nador chiffres et indicateurs.

RISQUES URBAINS MAJEURS MENAÇANT LA MEDINA DE MEKNES: UNE APPROCHE DE GESTION POUR LE CAS DU RISQUE D'INCENDIE

(¹) ELKHAZZAN Bouchta, (²) BOURHZALI Mohammed

- (¹) Professeur de Géographie à la Faculté des Lettres et Sciences Humaines Dhar El Mehraz, Fès, Maroc. E-mail : elkhazzanb@yahoo.fr ;
- (²) Aménagiste Urbaniste à la Préfecture de Meknès, doctorant à la Faculté des Lettres et Sciences Humaines Dhar El Mehraz, Fès, Maroc. E-mail : inau.bourhzali@gmail.com

RESUME: On se propose dans cette étude d'aborder la question du risque d'incendie dans la médina de Meknès, un territoire densément peuplé, riche en bien matériel et immatériel de grandes valeurs patrimoniales, mais aussi point de rencontre complexe et vulnérable aux différents risques urbains. Ainsi, l'analyse de ce type de risque nécessite une maîtrise de la connaissance du risque dans une approche globale à travers des facteurs territoriaux qui permettront de comprendre les causes et les conséquences du risque. Ils nous permettent aussi de définir la probabilité d'occurrence du risque d'incendie, son impact et son niveau dans les différentes zones de la médina. Les données multi-sources acquises dans ce cadre sont intégrées dans un système d'information géographique (SIG). Celui-ci permet entre autre de calculer le niveau du risque pour la gestion et l'aide à la prise de décision. La base de données créée est composée de plusieurs couches d'informations (population, équipements publics, activités commerciales et artisanales, trame viaire, etc. Son analyse dans l'espace et dans le temps a été complétée par une validation de la réalité de terrain. Une fois la base de données alimentées et enrichie avec le temps, elle sert à l'élaboration de cartes de synthèses, ainsi, les supports cartographiques et les informations qui en résultent ne consistent pas seulement à les prendre comme des indications chiffrées sur la situation présente du risque mais pourrait être utilisé pour des prévisions sur les tendances futures aidant ainsi les décideurs à mieux gérer des éventuelles menaces qui se perpétuent dans cet espace restreint.

Mots-clés : SIG - Risque d'incendie – médina de Meknès.

ADOPTION OF GIS TO THE RISK MANAGEMENT IN THE MEDINA OF MEKNES: THOSE OF RISK OF FIRE

ABSTRACT: It is proposed in this study to address the risk of fire in the medina of Meknès, a densely populated territory, rich in many tangible and intangible assets of large, but also complex and vulnerable point of meeting the different urban risks. Thus, the analysis of this risk requires a mastery of the knowledge of the risk of a global approach through territorial factors for understanding the causes and consequences of risk, they also allow us to define the probability of risk of fire, impact and level in different areas of the medina. The multi-source data acquired in this framework are integrated into a geographic information system (GIS). This allows among others to calculate the level of risk management and help with decision making. The created database is composed of several layers of information (population, public facilities, commercial and craft activities, set of roads, etc. This analysis in space and time has been supplemented by a validation of the ground truth. once the base data supplied and enriched with time, it is used in the development of synthesis maps, as well, cartographic materials and information resulting not only consist in taking them as figures on this analysis the present situation of risk but could be used to forecast future trends and helping decision-makers to better manage potential threats that are perpetuated in this small space.

Keywords: GIS - risk of fire - medina of Meknès.

INTRODUCTION

La gestion des risques urbains au Maroc présente une préoccupation majeure pour les pouvoirs publics et la population. Ces risques ont des répercussions négatives sur le développement socioéconomiques, sur le patrimoine des médinas et sur leurs environnements. Face à l'émergence de ces risques, il est nécessaire de mettre en place des outils de diagnostic et de gestion de crise adaptés par les pouvoirs publics afin de minimiser les conséquences et lutter contre toute sorte de catastrophe.

L'étude en cas d'espèce a été orientée spécialement vers (l'impact du risque d'incendie sur la vulnérabilité de la Médina de Meknès. Son objectif est de diagnostiquer et d'identifier les zones à risque d'incendie, de relever son impact selon des dimensions multidisciplinaires d'ordre social, économique, environnemental et d'en évaluer son intensité.

1. Description de la zone d'étude

La médina de Meknès est considérée comme patrimoine national et universel. Elle s'étend sur une superficie d'environ 100 hectares; sa population compte plus de 50000 habitants selon le RGPH 2014. Elle se caractérise par son milieu urbain traditionnel, sa densité et ces diverses formes architecturales et occupe une position charnière dans la forme urbaine de la ville. L'évolution de sa population est caractérisée par un phénomène particulier qui a été observé entre les deux dernières périodes intercensitaires (1982-1994 et 1994-2004): un dépeuplement naturel, ainsi la population est passée de 79.711ha en 1982 à 47119 en 2004, ce qui a engendré une baisse de la densité de 460 Hab/Ha en 1982 à 272 Hab/Ha en 2004. Malgré ces potentialités, ce territoire souffre de plusieurs problèmes sociaux, économiques et environnementaux.

2. METHODE UTILISEE

La méthode adoptée pour l'évaluation du risque d'incendie dans ce cas précis s'est basée sur les données de la protection civile (Plan ORSEC 2008), la prospection du terrain, les enquêtes institutionnelles, unités artisanales/industrielles et ménages, et localisations géoréférencées des équipements publics, des zones d'activités commerciales et artisanales, qui supposés comme milieu propice de déclenchement et de propagation des feux d'incendie. Les informations recueillies ont été implémentées et intégrées dans une base de données SIG pour servir à l'identification et la spatialisations du niveau du risque d'incendie, ceci selon la définition suivante: « considère que le risque est le résultat d'une combinaison entre un aléa et des éléments vulnérables» Elise BECK (2006), ainsi, le risque devient alors une espérance (au sens mathématique) de dommages, ce qui explique cette définition, présentée sous forme d'équation mathématique: « **Risque = aléa* vulnérabilité** ».

Nous avons défini ainsi le niveau du risque d'incendie dans une zone par le produit de sa probabilité et de son impact. De la sorte, nous avons défini la probabilité d'avoir un incendie selon la combustibilité des produits où ils se trouvent matières sources pour déclencher un feu. Cette probabilité augmente avec la matière la plus sensible au feu, avec la quantité, le type d'activité exercé au sein de l'équipement. L'incendie a un impact sur le lieu considéré, lorsqu'il peut causer des dégâts humains, matériels et immatériels comme sur le patrimoine. Donc l'impact augmente avec la densité de la population, la vulnérabilité et la valeur réelle du bien matériel et immatériel et le degré de l'impact d'incendie a été défini aussi selon le tableau ci-dessous:

| Niveau du risque d'incendie | | Impact | | | | |
|-----------------------------|---------------|---------------|----------|----------|---------|--------------|
| | | 1-Très faible | 2-Faible | 3- Moyen | 4- Fort | 5- Très fort |
| Probabilité | 1-Très faible | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | 2- Faible | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| | 3- Moyenne | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 |
| | 4- Forte | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 |
| | 5- Très forte | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |

Tableau 1. Définition du niveau de risque

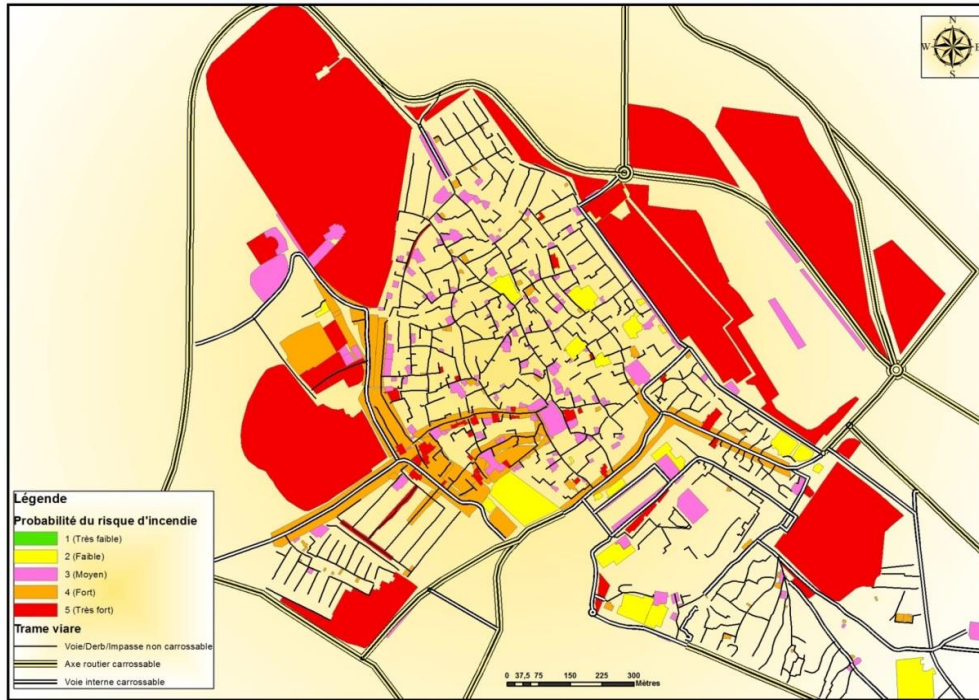
3. RESULTATS ET DISCUSSION

Probabilité du risque d'incendie dans la médina de Meknès

Un incendie peut se déclarer lorsqu'une flamme ou un matériel électrique radiant entre en contact avec un carburant (liquide inflammable) ou un combustible en présence d'oxygène (air). Dans tous les cas, il est impératif de tenir compte de toutes les sources de chaleur et de produits combustibles. D'abord, on doit tenir compte des lieux où il y a des équipements qui peuvent causer des étincelles comme les systèmes d'éclairage, les radiateurs électriques, les réchauds, les matériels, équipements/accessoires électriques, et plus généralement tout ce qui chauffe. Aussi faut-il prendre en considération les lieux qui peuvent prendre feu à tout moment à cause des produits inflammables qu'ils contiennent comme les liquides inflammables : essence, alcool, peinture, vernis, white spirit, etc. Les solides sensibles aux feux tels que le bois, le plastique le caoutchouc, les tissus (laines, cotons, fibres synthétiques), le polystyrène, etc. Ainsi, la probabilité du risque d'incendie est basée sur le facteur de combustibilité dans les lieux favorables aux déclenchements du feu (facteur de charge thermique immobilière, activités). En général, les zones urbanisées sont à la fois des zones de probabilité et des zones d'impact d'incendie selon la densité de la population et de la vulnérabilité.

| Probabilité d'incendie | Equipement |
|------------------------|--|
| 1- Très faible | Places, Latrines ; |
| 2- Faible | Administration publique (Système de sécurité respecté), Ecoles, Centres de formation, Tombeau Moulay Ismail; |
| 3- Moyenne | Services (Cafés, restaurants, maisons d'hôte, hôtels), Foundouks, Zaouias, Mausolées, Mosquées, Musées, Médersa, Parkings, Routes; |
| 4- Forte | Fours, Hammams, Activités artisanales, Tannerie, industrielles, Marché Lahdim, lieux des marchands ambulants ou commerciale ayant les conditions propices pour avoir un feu; |
| 5- Très forte | Stations de service, Joutias, Kissarias, Baraques, Marchés de légumes, Cimetières (friche), jardins (Arbres, plantes sèches, friche), Activités utilisant des produits hautement inflammable ; |

Tableau 2. Probabilité d'incendie dans les équipements de la médina de Meknès.



Carte 1. Illustration de la probabilité du risque d'incendie

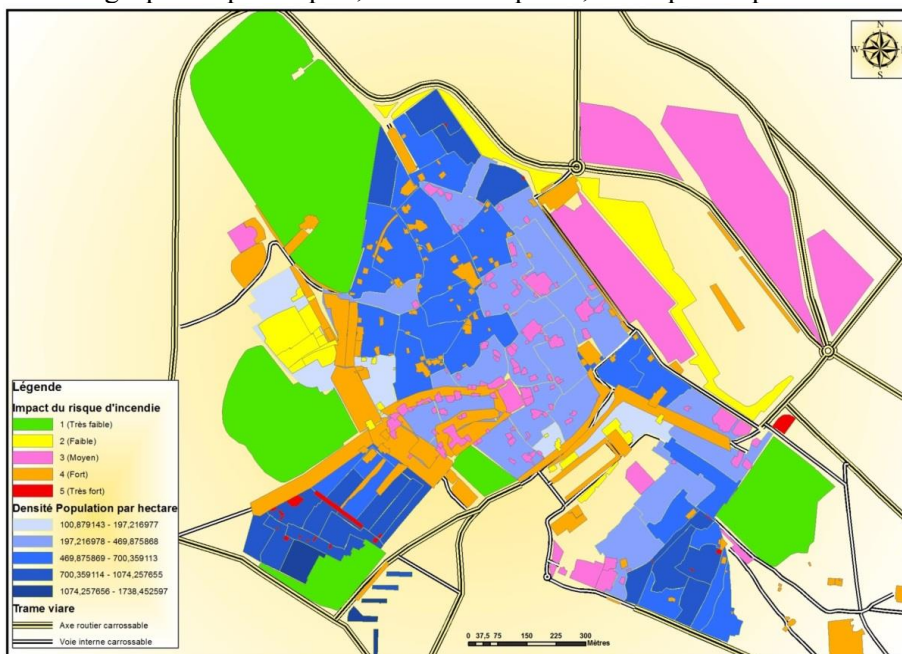
Impact du risque d'incendie

Sur la population: Densité dans la médina: l'impact du risque d'incendie est fort dans les zones densément peuplées et urbanisées, d'une autre manière, l'impact d'un incendie est grave avec les pertes humaines (une vie humaine n'a pas de prix, elle est certes la plus chère).

Sur le bien matériel: (zones de commerce). L'impact est considéré important avec les dégâts matériels.

Sur le bien immatériel : Patrimoines, histoires, cultures, etc.

Le patrimoine est un legs qui n'a pas de prix, car une fois perdu, on ne pourra pas l'acheter ou le fabriquer!

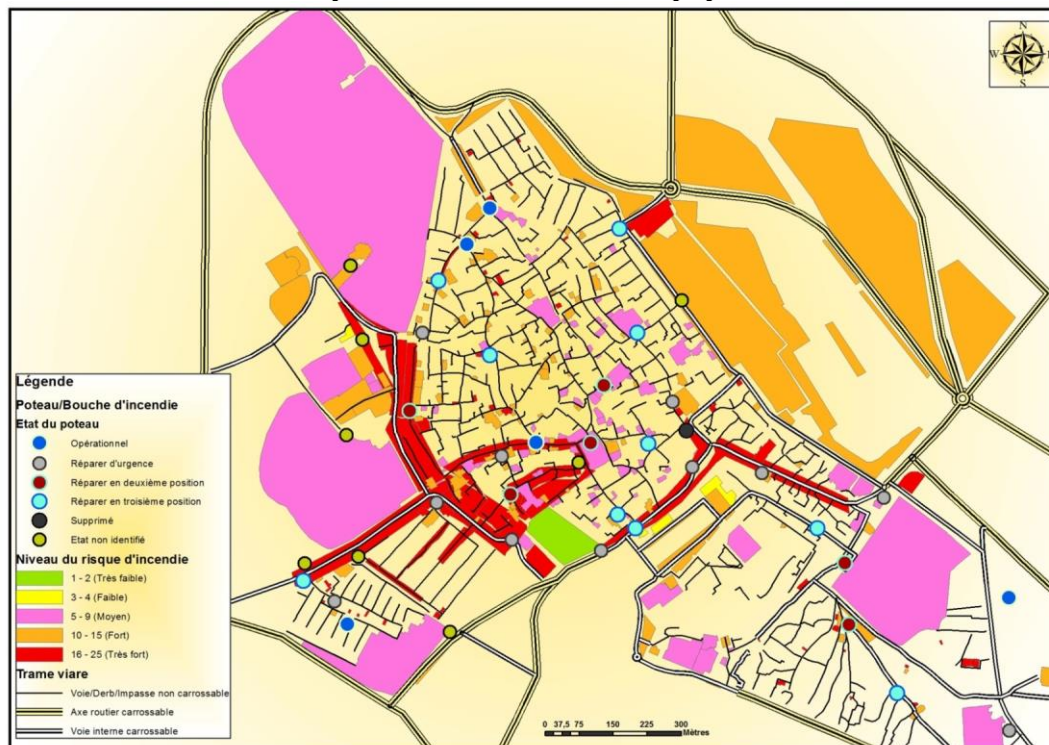


Carte 2. Densité de la population par hectare (en bleu dégradé) croisée à l'impact du risque d'incendie menaçant la médina de Meknès

Toute la médina est patrimoine, toutefois, certains éléments ont plus de valeurs patrimoniales que d'autres, ainsi, les monuments historiques sont nettement les éléments ayant le plus de valeurs.

| Impact | Equipement |
|-----------------------|---|
| 1- Très faible | Presque absence des causes du risque d'incendie, Espace non peuplé, sans contenance de biens matériels, Cimetière; |
| 2- Faible | Densité faible, faible activité, absence de monument historique; espace vert moins dense (avec ou sans arbustes) ; |
| 3- Moyen | Moyenne densité, moyen ou faible activité, Marché de légumes (marchandises limitées, pas trop chère), Espace vert condensé, |
| 4- Fort | Moyenne densité, forte concentration d'activités commerciales, artisanales, ou présence de monuments historiques, équipements publics, Institutions publiques, Jardin Lahboule (patrimoine) Parking (voitures stationnées); |
| 5- Très fort | Impact très fort pour le cas de forte densité, quelques soient les pertes matérielles et patrimoniales. |

Tableau 3. Niveaux d'impact des incendies sur les équipements de la médina de Meknès.



Carte 2. Répartition des poteaux/ bouches d'incendie (selon leurs états) par rapport au niveau du risque de feu dans la médina de Meknès.

La situation de l'état des bouches d'incendie est désastreuse, car, seulement 12 % des poteaux sont opérationnels, mais ne couvrent pas les zones de haut niveau de risque d'incendie. Pour les principales rues de la médina, celle de Sekkazine et de Berrima, considérées comme

premières zones à forte activité commerciale, où le flux piétonnier est important, on a enregistré un seul poteau opérationnel. Toutefois, remarque nettement l'insuffisance en matière d'équipement pour lutter contre les incendies dans la médina de Meknès. Ce cas très particulier permet d'attirer l'attention sur les lacunes enregistrées dans le domaine de préparation des risques urbains dans nos villes et particulièrement dans les tissus anciens. Ceci nous conduit à réfléchir sur l'adoption d'une stratégie nationale de résilience pour lutter et se préparer contre les calamités de l'avenir.

CONCLUSION

Le risque d'incendie au sein de la médina de Meknès reste parmi les risques les plus dangereux qui menacent la sécurité de la population, des biens matériels et immatériels. En effet, selon notre enquête ménage, 41% des foyers ont vécu un événement d'incendie, soit presque la moitié de la population, contre 66% des unités qui ont subi au moins un incendie. Ceci montre l'importance de l'approche proposée qui pourrait servir dans l'analyse, l'interprétation des risques d'incendie menaçant les tissus anciens et aider à la prise de décision (comme c'est le cas pour notre exemple d'évaluation de distribution des bouches d'incendie, qui nous permis ainsi une hiérarchisation des priorités d'intervention (bouches à créer, à réparer d'urgence, etc.). De ce travail original, nous souhaitons inciter tous les acteurs (population, société civile, scientifiques, institutions publiques et privées) à concevoir plus d'efforts pour comprendre le phénomène et d'en réduire les répercussions négatives sur les territoires médinas.

De plus de cette cartographie, il faut compléter et prendre en considération d'autres facteurs et causes directes de l'incendie chez les ménages, à savoir: les fuites de gaz (surtout des petites bouteilles), les surtensions électriques (les installations, les chargeurs de téléphones bas de gamme d'origine douteuse, les raccordements, les mauvaises manipulations, le manque de vérifications et de contrôle des installations électriques, etc.), l'inattention de la population, le manque d'une vision claire de la part des instances institutionnelles en matière de gestion des risques urbains notamment celui des incendies.

Références bibliographiques

- BECK Élise ; 2006 « Approche multi-risques en milieu urbain : Le cas des risques sismiques et technologiques dans l'agglomération de Mulhouse (Haut-Rhin) »
- BERNOUX Jean-François ; 2003 «Mettre en œuvre le développement social territorial méthodologie, outils, pratique ». Edition DUNOD Paris.
- COMMANDEMENT REGIONAL DE LA PROTECTION CIVILE FES-MEKNES, « Plan ORSEC », Meknès, 2008.
- DAUPHINÉ André ; 2003 « Risques et catastrophes : Observer, spatialiser, comprendre, gérer » Edition ARMAND COLIN ; Paris ; 288 P.
- DIRECTION GENERALE DE LA PROTECTION CIVILE, « Guide de Sécurité », Rabat. (Les années 2000).
- DIRECTION GENERALE DE LA PROTECTION CIVILE, « Guide de Sécurité », Rabat. (Les années 2000).
- FREDERIC Leone et FREDDY Vinet «la vulnérabilité des sociétés et des territoires face aux menaces naturelles : Analyses géographiques». Université Paul-Valéry- Montpellier III. Collection Géo risques n1.Freddy.
- DUBOIS-MAURY Jocelyne, CHALINE Claude, « Les risques urbains », 2^{ème} édition, Armand Colin/Sejer. Paris, 2004 (208 pages).
- PROPECK-ZIMMERMANN Eliane, SAINT-GERAND Thierry, BONET Emmanuel: «Nouvelles approches ergonomiques de la cartographie des risques industriels». Revue Mappemonde 96 (2009.4), Article de 19 p.

LE POTENTIEL DES IMAGES RADAR SENTINEL-1, DANS LE CADRE DE LA STRATEGIE DE LA GESTION DES RISQUES D'INONDATION DU BASSIN VERSANT DE L'OUED INAOUENE-MAROC

BENZOUAGH Brahim¹, DRIDRI Abdallah², BOUDAD Larbi¹, SADKAOUI Driss³ MIMICH Khalid⁴

1-Université Moulay Ismail, Faculté des Science, Laboratoire de Géosciences, Patrimoine & Substances Utiles (GPS), BP.11201 Avenue Zitoune, Meknès-Maroc,

E-mail : benzougaghbrahim@gmail.com & E-mail : b.benzougagh@edu.umi.ac.ma

2- Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, Faculté des Science Dhar El Mahraz, Fès-Maroc.

3-Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, Faculté des Science et Technique, Fès-Maroc.

4-Université Moulay Ismail, Faculté des Science, Laboratoire de "Geo-Ingénierie & Environnement"

RESUME : Situé au nord-est du Royaume du Maroc, le bassin versant de l'Oued Inaouène couvre une surface de 3700 Km². Ce bassin subit un risque des inondations et des crues torrentielles avec une fréquence sub-annuelle. Pour aboutir à une meilleure gestion et surveillance de ces risques, des images Radar de type Sentinel-1A ont été utilisées pour cartographier ces risques en temps quasi réel. Pour cela ; deux images Sentinel-1A ont été téléchargées pendant les inondations (10/10/2014) et après les inondations (06/08/2015). Ces deux images ont subi des prétraitements et traitement à l'aide du logiciel SNAP (open source) développé par l'Agence Spatiale Européenne (ESA). Ce travail nous a permis d'établir des cartes des zones inondées, ce qui aidera les décideurs à réduire l'impact de ces risques sur la population et l'environnement.

Mots-Clés : Cartographie, inondation, images radar, Sentinel, risques naturels - Oued Inaouène.

THE POTENTIAL OF SENTINEL-1 RADAR IMAGES IN THE FRAMEWORK OF THE STRATEGY OF FLOOD RISK MANAGEMENT IN THE INAOUEN WATERSHED (MOROCCO).

Abstract: The watershed of Oued Inaouène is the seat of the risks of floods and torrential floods with a sub-annual frequency. For better management of these risks in order to monitor and map in near real time, Sentinel-1A radar images are used to map flood risk areas in the Oued Inaouène watershed. The latter is located in the north-east of the Kingdom of Morocco and covers an area of about 3700 square kilometers. Two Sentinel-1A images were downloaded during the floods (10/10/2014) and after the floods (06/08/2015). Both images have been pre-processed and processed by SNAP (open source) software developed by the European Space Agency (ESA). The results of this work are to map flooded areas that will help managers make the necessary decisions to reduce the impact of these hazards on people and the environment.

Keywords: Flood map - Radar Images – Sentinel - Natural Hazards - Oued Inaouène.

INTRODUCTION

Au cours des dernières décennies, le sujet des risques naturels est devenu une préoccupation à l'échelle mondiale. Par sa situation géographique et ses diversités climatique, géomorphologique, géologique et écologique, le Maroc est le siège de plusieurs risques naturels (inondations, crues torrentielles, glissements de terrain, feux de forêts, érosion hydrique, sécheresse...). Les caractéristiques physiques et l'action anthropique de notre région font du bassin versant de l'Oued Inaouène un espace fortement soumis aux risques naturels. Dans ce travail, on s'intéresse à la cartographie des risques des inondations et crues torrentielles qui ont une fréquence répétitive et provoquant des pertes de vies humaines, économiques et environnementales chaque année et limitent l'accès aux ressources naturelles. Ce qui entraîne

d'autres risques naturels comme l'érosion hydrique et glissement de terrain. Par conséquent l'envasement du barrage d'Idriss 1^{er} qui se situe en aval du bassin versant.

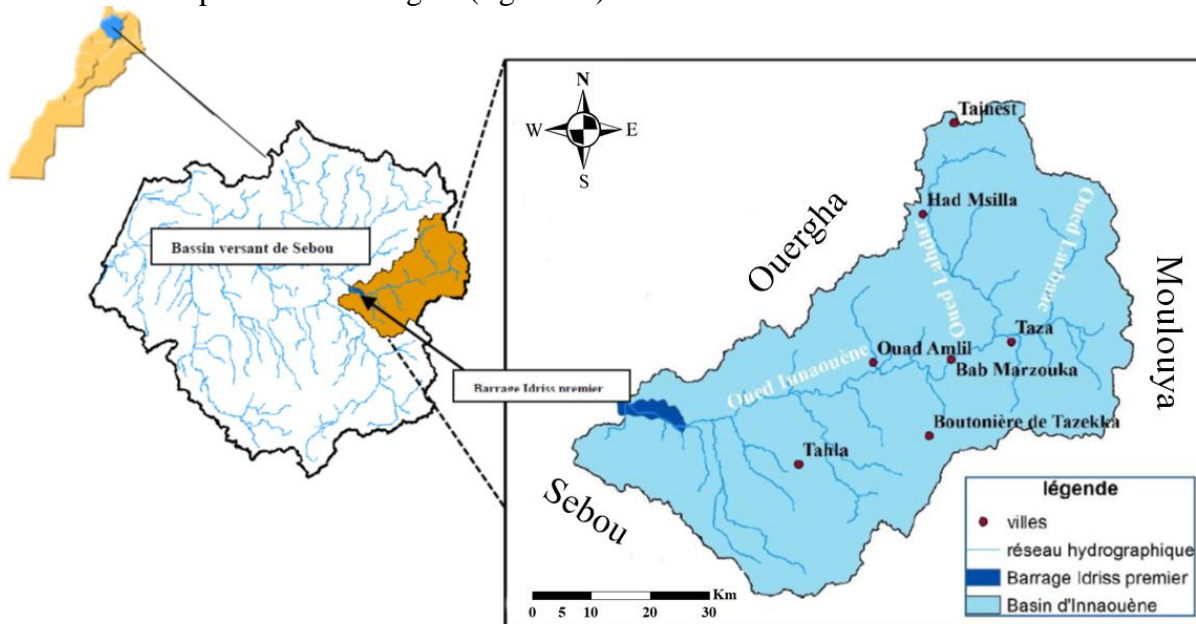
Pour maîtriser les conséquences néfastes des risques naturels dans le bassin versant on recommande l'usage de plusieurs outils et techniques des plusieurs intervenants à différentes échelles. Parmi les outils et techniques performants utilisés, nous avons adopté les images satellitales radars et optiques (la télédétection spatiale) et les systèmes d'information géographique (SIG) afin de répondre à notre problématique.

L'objectif principal de cette étude est d'analyser les données de Sentinel-1A, pour leur potentiel de cartographie des zones inondées dans le bassin versant de l'Oued Inaouène. Des données SAR de la bande C de Sentinel-1 à un seul aspect (SLC) ont été utilisées, collectées en mode Interférométrie Large (IW) pendant (10 Octobre 2014) et après les inondations (06 Août 2015). Les données Sentinel-1 fournissent des images de la surface de la Terre quelles que soient les conditions météorologiques, et offre une capacité de révision de six jours. Ces images Sentinel fournissent des informations dans divers domaines (surveillance des inondations, des eaux polluées...).

Cette étude vise la cartographie des inondations à partir des données radar provenant du programme Sentinel-1 et la production d'un document administratif sous forme des cartes thématique des zones à risque d'inondation. Ces cartes aidera les différents acteurs de la gestions des risques naturels à la prise de décision, à la bonne gouvernance (Bassolé et al., 2001; Ogden et al., 2001; Joliveau, 2004; Lyon, 2003, Benzougagh et al, 2017) et à la mise en place des plans de prévention des risques naturels (Marinelli et al., 1997; Puech et Raclot, 2002; Flouzat et al., 2003; Benzougagh et al., 2016).

1. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Situé dans la Province de Taza au nord-est du Maroc, le bassin versant de l'Oued Inaouène couvre une superficie de l'ordre de 3700 Km² avec un périmètre de 320 Km. Ce bassin versant, classé deuxième sous bassin de l'Oued Sebou après Ouergha, est limité au nord par le bassin versant de l'Oued Leben, au sud-ouest par le haut Sebou, à l'est par la moyenne Moulouya et au nord-ouest par le haut Ouergha (figure 01).



Du point de vue topographique, le BV d'Inaouène présente un dénivelé important entre 200 et 2500 m. Il est encadrée par deux bordures montagneuses, le Rif au nord, le Moyen Atlas au sud, ce qui lui donne une forme concave et facilite la réception des eaux de pluie. La rive droite du bassin versant d'Oued l'Inaouène est caractérisée par un substratum marneux imperméable plus ou moins armé de bancs calcaires et gréseux. Ces formations lithologiques tendres sont soumises à une forte érosion hydrique et glissement de terrain (figure 02); ce qui augmente le risque d'envasement du barrage Idriss 1^{er}. Ces risques naturels s'accroissent par le contraste climatique et la dégradation du couvert végétal dans cette zone. D'après les données d'archives administratives (Rapports de la préfecture de Taza, les statistiques de la Protection Civile, rapport de l'agence Urbaine de Taza, rapport de l'agence hydraulique de Sebou) et de terrain, la zone d'étude est exposée aux risques des inondations et crues torrentielles, avec une fréquence sub-annuelle.



Figure 02 : Différents risques naturels avec leurs dégâts au niveau de BV de l'Oued Inaouène.

2. MATERIELS ET METHODE

La méthode adoptée dans ce travail a pour but de cartographier les zones inondées à partir d'images radar. Cette méthode repose sur les données SAR de Sentinel-1, de la mission d'ESA ; qui sont disponibles gratuitement, téléchargeables à partir du Scientific Data Hub de Sentinel (<https://scihub.copernicus.eu/>). Les images satellites ont été capturées consécutivement par satellite Sentinel-1A, pendant et après la crue dont la date d'acquisition est fixée respectivement au 10 octobre 2014, à 18h17 et le 06 août 2015 à 18h17. Ces données, Sentinel-1A en bande C, avec une fréquence centrale à 5,405 GHz, sont acquises en mode IW (Interferometric Wide-swath mode), le mode d'acquisition par défaut pour les terres émergées, couvrant une bande de terrain de 250 km, avec une résolution de 5 x 20 mètres.

Les images utilisées sont en double polarisation : l'une parallèle VV et l'autre croisée VH. La polarisation VV est appelée canal co-polar : l'onde rétrodiffusée à la même polarisation que l'onde émise, soit verticale. La polarisation VH est appelée canal en polar-croisée, c'est-à-dire qu'il y a eu une modification complète de l'état de polarisation lors de l'interaction de l'onde avec

l'environnement, soit de vertical vers horizontal (Talab Ou Ali et al, 2017). Une fois téléchargées, les images satellitales Sentinel-1A de la zone d'étude, ont subi une série des traitements (figure 03) par une boîte à outils (Tool box) du logiciel SNAP de l'Agence Spatiale Européenne (ESA), (Liu, 2016).

Le traitement des images Radar comporte deux parties ; la première traite les corrections radiométriques des images. La calibration radiométrique est le processus permettant d'obtenir le coefficient de rétrodiffusion. Il s'agit d'une part, de la calibration radiométrique des images de niveau1 (GRD), afin de réduire le chatoisement (bruit) lié au speckle. La seconde partie concerne l'Orthorectification par un Modèle Numérique de terrain (MNT) qui est automatiquement téléchargeable en SNAP pendant la procédure d'orthorectification. L'étape suivante des traitements est l'application des filtre (filtrage) pour notre cas d'étude le filtre utilisé est le filtre de Lee. Puis la composition colorée pour distinguer les régions d'intérêt afin d'appliquer une classification supervisée pour avoir des informations sur les classes d'occupation du sol. Le résultat de cette méthode est la cartographie des zones à risque (Jongman et al, 2014 ; Sepuru et al, 2017).

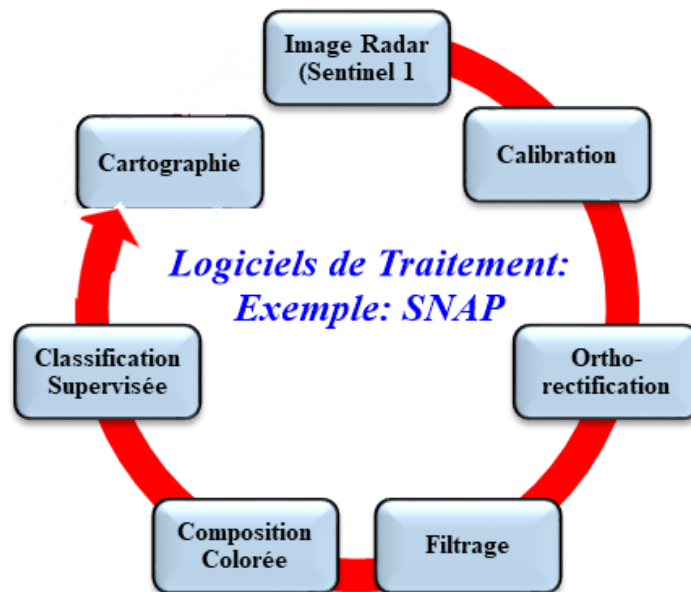


Figure 03 : La chaîne de traitement des images Sentinel-1A par logiciel open source SNAP

3. RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats obtenus au cours de cette étude montrent l'extension des zones inondées du bassin versant de l'Oued Inaouène pendant les crues du 22/10/2014 (figure 04).

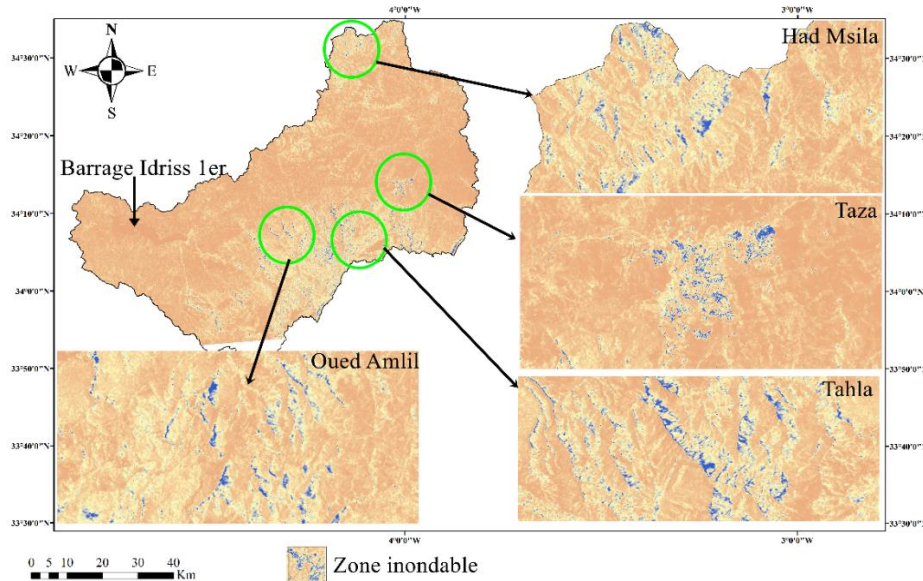


Figure 04 : Cartographie des zones inondées du BV de l'Oued Inaouène le 10/10/2014

Afin de visualiser et d'analyser les zones couvertes d'eau, celles-ci étaient représentées avec des couleurs différentes. Ainsi, les zones couvertes d'eau pendant les inondations étaient colorées en bleu et celles après les inondations en rouge. À titre d'exemple la commune de l'Oued Amlil est couverte par les eaux pendant les inondations du 10/10/2014 (figure 05a), et on note la réduction de la couleur bleue après les inondations le 06/08/2015 (figure 05b).

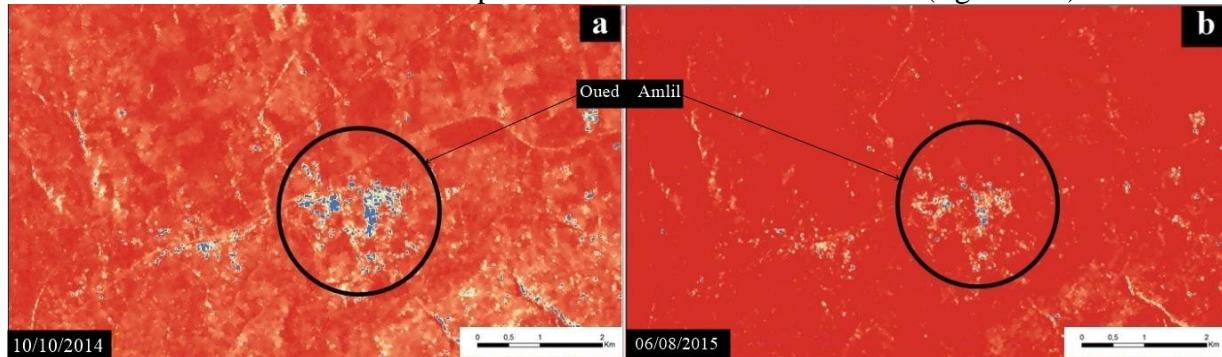


Figure 05 : L'extension des eaux pluviales pendant les inondations (a) et après les inondations (b) dans la commune rurale de l'Oued Amlil

Conclusion

Oued Inaouène traverse le sillon sud-rifain depuis la ville de Taza, à l'est, jusqu'au barrage Idriss 1^{er} à l'ouest sur une pente douce. Sur les rives de ce cours d'eau sont installées des agglomérations et des surfaces de cultures qui sont sujettes à des inondations. Les affluents septentrionaux d'Oued Inaouène traversent des terrains tendres ; ce qui augmente le risque de l'érosion hydrique et donc de l'inondation. Pour caractériser les zones à risque d'inondation dans les bordures du cours d'eau, nous avons procédé à l'analyse des données de Sentinel-1A prises pendant (10 octobre 2014) et après les inondations (06 août 2015).

L'analyse de ces données montre le potentiel d'une applicabilité des images Sentinel-1A à la cartographie rapide des inondations dans le bassin versant de l'Oued Inaouène. À la lumière de ces résultats, nous avons élaboré des cartes des zones à risques pour aider les responsables et les décideurs dans la mise en place des stratégies et plans d'actions de l'aménagement du territoire.

Remerciements

Le travail présenté est, en fait, une partie du projet de thèse qui concerne la gestion des risques naturels, sur le bassin versant de l'Oued Inaouène par la Télédétection Spatiale et les Systèmes d'Information Géographiques (SIG). Par cette occasion, nous tenons à remercier vivement le Professeur Pierre-Louis Frison et toute l'équipe du Laboratoire de l'Unité LaSTIG - UPEM/IGN de l'Université Paris-Est Marne-la-Vallée, Paris, France, pour les moyens mis à notre disposition pour le traitement des images satellitales, pour leur collaboration efficace sur le plan de traitement, l'interprétation des phénomènes étudiés et leurs précieux conseils.

Références bibliographiques

- BASSOLÉ A., BRUNNER J., & TUNSTALL D-B. (2001). SIG et appui à la planification et à la gestion de l'environnement en Afrique de l'Ouest. World Ressources Institute.
- BENZOUGAGH B., DRIDRI A., BOUDAD L., SADKAOUI D. (2016). Utilisation des SIG dans l'analyse morphométrique et la priorisation des sous-bassins versants de l'Oued Inaouene (Nord-Est Du Maroc). *European Scientific Journal*, Volume 12, No.6, pp 283-306.
- BENZOUGAGH B., DRIDRI A., BOUDAD L., KODAD O., SDKAOUI D., AND BOUIKBANE H. (2017). Evaluation of natural hazard of Inaouene Watershed River in Northeast of Morocco: Application of morphometric and Geographic Information System approaches. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, Volume 19 No. 1, pp 85-97.
- FLOUZAT G., PUECH C., DARTUS D. (2003). Les observations par satellite pour l'analyse et le suivi du fonctionnement des hydro-systèmes. *Bulletin de la SFPT*, n°172 (2003-4), pp 3-10.
- JOLIVEAU T. (2004). Géomatique et gestion environnementale du territoire : recherche sur un usage géographique des SIG. Thèse de doctorat de l'Université de Saint-Étienne.
- JONGMAN B., HOCHRAINER-STIGLER S., FEYEN L., AERTS J. C., MECHLER R., BOTZEN W-W., & WARD P-J. (2014). Increasing stress on disaster-risk finance due to large floods. *Nature Climate Change*, Volume 4 n°4, p 264.
- LIU C. (2016). Analysis of Sentinel-1 SAR data, for mapping standing water in the Twente region. Thesis of the faculty Geo-Information science and earth observation of the University of Twente. 2016, 47p.
- LYON D (Ed). (2003). *Surveillance as social sorting: Privacy, risk, and digital discrimination*. Psychology Press.
- MARINELLI L., MICHEL R., BEAUDOIN A. (1997). Flood mapping using ERS tandem coherence image: a case study in southern France. In third ERS Symposium on Space at the service of our environment, Florence, Italy, 17-21 march 1997, pp 531-536.
- OGDEN F-L., GARBRECHT J, DEBARRY P-A. (2001). GIS and distributed watershed models. II: Modules, interfaces, and models. *Journal of Hydrologic Engineering*, Volume 6, no 6, pp 515-523.
- PUECH C., AND RACLOT D. (2002). Using geographical information systems and aerial photographs to determine water level during floods. *Hydrological Processes*, Vol. 16, N° 08, pp 1593-1602.
- SEPURU T-K AND DUBE T. (2017). An appraisal on the progress of remote sensing applications in soil erosion mapping and monitoring. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, Volume 9, pp 1-9.

CARTOGRAPHIE LE RISQUE D'INONDATIONS: CAS DE LA COMMUNE DE GUIGOU (HAUT SEBOU)

KHACHAB Jawad et BEN BRAHIM Youssef
LAGEA-DD, FLSH Saiss-Fès. Université Sidi Mohamed Ben Abdellah

RESUME: Vu sa situation géographique (dépression entourée par des hautes montagnes et drainée par l'Oued Guigou), la commune de Guigou appartient à une zone semi-aride caractérisée par un régime climatique marqué par des pluies diluviennes et intenses, un réseau hydrographique très dense et un contexte géomorphologique favorable à un drainage rapide. Les aménagements que connaît la commune de Guigou (extension urbaine, réseaux routiers) ont amplifié l'imperméabilité du substrat de la commune. La dépression où se situe la petite commune de Guigou, subit depuis plusieurs années des inondations successives (2001, 2002, 2003, 2005, 2008, 2009, 2010) due aux crues de l'oued Guigou et ses affluents causant des dégâts importants.

L'objectif de cette étude est d'élaborer un modèle pour la prévision du risque d'inondations, de faciliter la gestion des zones à haut risque d'inondation et de prévoir des aménagements compatibles aux milieux inondables et la prise de décisions adéquates.

La méthode de travail utilisée prend en considération quatre variables dans le zonage des espaces inondables: 1: la morphologie, 2: la sédimentologie, 3: la couverture végétale naturelle 4: l'occupation humaine ancienne et actuelle. C'est la méthode hydrogéomorphologique qui consiste à identifier et cartographier les aléas des inondations (à l'aide du système d'information géographique (SIG)) et déterminer enfin les paramètres nécessaires à la prévision et la gestion des crues.

Les résultats obtenus constituent des documents utiles pour la prévention du danger des inondations fluviales au niveau du centre de Guigou, qui permet aux décideurs de mettre en évidence l'exposition de plusieurs infrastructures, mur de protection, barrages collinaires et recalibrage de l'oued.

Mots-clés: Risque d'inondation, Prévention, Méthode Hydrogéomorphologie, SIG, Guigou, Haut Sebou.

ABSTRACT: Seen its geographical situation (depression surrounded by high mountains drained by Oued Guigou), the Municipality of Guigou belongs in one semi-arid zone characterized by a climatic conditions marked by pouring and intense rains, a very dense river system, a geomorphologic context favorable to a fast drainage, as well as the arrangements (developments) of the Municipality of Guigou (urban extension, road networks) amplified the substratum impermeability of the Municipality of Guigou which is situated the small Municipality of Guigou, sudden for several years of the successive floods in this particular case (2001, 2002, 2003, on 2005, 2008, 2009, on 2010) due to the floods of the Oued Guigou and its tributaries causing dangerous damages.

The objective of this study is to make the cartography of the flood risk and to facilitate the management of zones with high flood risk and plan the future by adequate decisions.

The method used in this work considers four variables in the zoning of flood-risk areas: the morphology, the sedimentology, the natural plant cover and the former and recent human activity. It is the method hydrogéomorphologic to identify the mapping (cartography) of the chance of the floods by means of the geographical computer system (SIG) and to determine the parameters necessity to the forecast and the management of the floods.

The obtained results establish very useful documents for the prevention of the danger of the river floods at the level of the center of Guigou, which allows the decision-makers to highlight the exhibition of several infrastructures, wall of protection, hill dams, and recalibration of the oued.

Keywords: Flood risk, Prevention, Method Hydrogéomorphologie, SIG, Guigou, Haut Sebou.

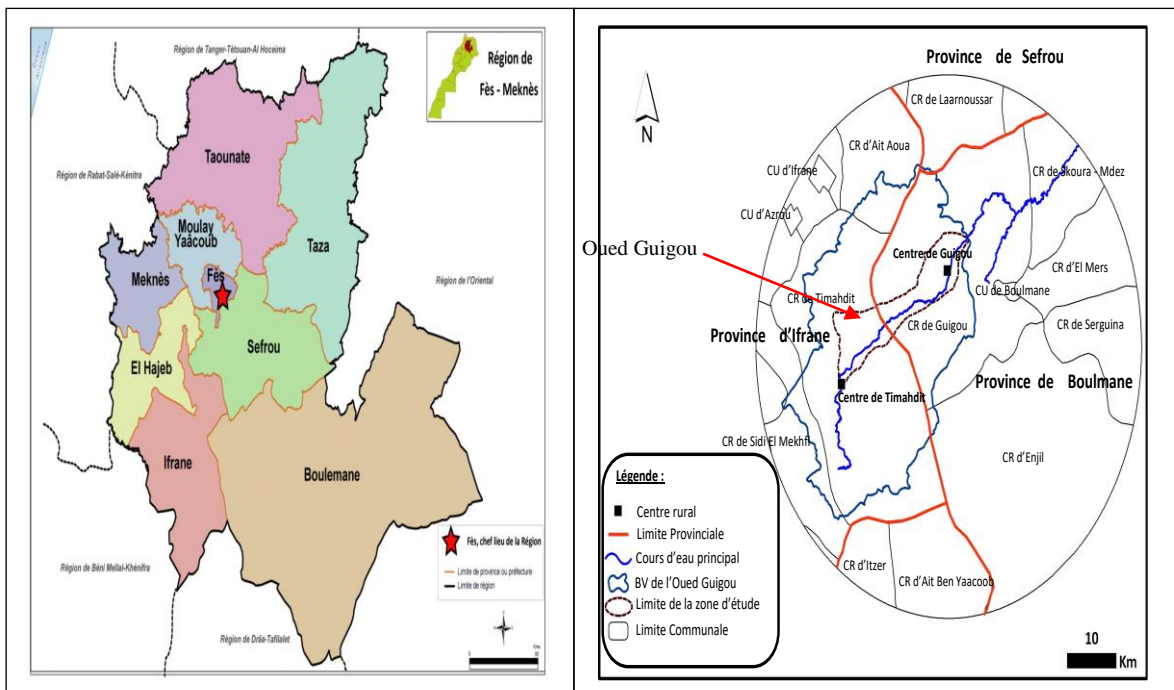
INTRODUCTION

Selon la base de données internationale sur les catastrophes EM-DAT, 2 470 crues se sont produites à l'échelle internationale lors des vingt dernières années. 147 457 personnes y ont perdu la vie et les dommages ont été estimés à 372,5 milliards de \$ US.

Au Maroc, il y a 15 crues importantes, qui ont fait 1 068 morts et ont touché plus de 146400 personnes. Les dommages causés par ces crues ont été considérables et ont endommagé plusieurs infrastructures (EM-DAT). La zone d'étude a fait l'objet, depuis la dernière décennie du 20^{ème} siècle, d'un ensemble de crues fluviales violentes qui ont causé des inondations répétitives d'intensité, durée et dégâts différents.

1. Présentation de la zone d'étude

La commune de Guigou est une commune rurale appartenant à la province de Boulmane et la Région Fès- Meknès. Elle est bordée au nord par deux communes rurales Laanoussar et Ait Aoua; à l'est par les communes rurales Skoura M'dez et Elmers; au sud par la commune d'Enjil et enfin à l'ouest par la commune de Timahdit (Fig.1)



La situation topographique de la commune rurale du Guigou se caractérise par un vaste ensemble de reliefs orientés du SW vers le NE, avec une altitude moyenne de 1600m, empruntant la vallée principale. Le NW de la dépression à dominance tabulaire (1700-2000m) est constitué par des causses et des chaînons (Moyen Atlas tabulaire) et le SW est montagneux (2000-2400m) comportant des massifs élevés (Moyen Atlas plissé).

La commune rurale de Guigou est dominée par un climat méditerranéen semi-aride, avec un hiver est relativement humide et très froid avec des précipitations neigeuses et un été chaud

caractérisé par des orages accompagnés d'averses plus concentrées dans le plan spatio-temporel. Les températures hivernales peuvent atteindre -10°C , alors que les températures estivales frôlent les 38°C . Les précipitations moyennes annuelles sont de l'ordre de 350 mm (ABHS, 2004).

Par sa situation géographique, la commune de Guigou occupe un paysage généralement dénudé, à l'exception de quelques firmes-noyaux et des petites zones végétalisées au niveau des berges du cours d'eau principal. Les montagnes qui dominent la commune sont couvertes par diverses essences forestières comme le chêne vert, le thuya et le cèdre.

D'après le recensement de la population et de l'habitat de 2004, la population de la commune de Guigou a enregistré 19035 habitants, soit 10,28% de la population de la province. Menacée par des aléas des inondations, la population s'est par conséquent installée à côté du cours d'eau. Elle présente une portion très importante par rapport aux autres communes appartenant à la même province, avec un taux d'accroissement plus élevé (0,5%). L'activité agricole occupe approximativement plus de 35% parmi les autres fonctions socio-économiques dans la commune rurale de Guigou.

2. MATERIEL ET METHODES

La méthode utilisée pour identifier et cartographier les aléas des inondations est connue sous le nom de la méthode hydrogéomorphologique (Ballais et al., 2005). Les bases de données de cette méthode ont été introduites dès 1999 dans le guide méthodologique des inondations des plans de prévention de risques (PPR) du Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement et du Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement. Cette approche est basée sur des paramètres naturels et humains; elle prend en considération quatre variables dans le zonage des espaces inondables: la morphologie, la sédimentologie, la couverture végétale naturelle et l'occupation humaine ancienne et récente. Elle ne peut pas donner la hauteur et la vitesse de l'eau, mais elle donne les espaces qui vont être submergés par l'eau. Cette méthode consiste à détecter les traces des anciennes inondations par des témoignages sur le terrain en utilisant le Système de Positionnement Global (GPS) pour délimiter les zones inondables, par l'exploitation de la mémoire collective, par la topographie ainsi que l'utilisation des données géomorphologique et sédimentologique. Concernant les différentes unités géomorphologiques, nous avons pu de délimiter les zones exposées à l'aléa hydrologique, en utilisant aussi le Système d'information Géographique (SIG, ArcGIS 9.2) pour classer et dresser une carte de la typologie des terres menacées par les inondations potentielles.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

Deux scénarios hydrologiques sont possibles à mettre en évidence dans le zonage et la cartographie de l'aléa des inondations. A noter que les crues de 2001 et 2010 ont approximativement la même intensité. Nous soulignons que ces inondations sont des événements exceptionnels enregistrés dans les quarante dernières années. De ce fait, nous les considérons comme des crues de référence.

Le premier scénario considère la cartographie des inondations sans prendre en compte l'existence du mur de protection (Fig. 2). La carte sera considérée comme outil de prévision en cas de destruction du mur au niveau du centre de Guigou, du fait de la fragilité de ce projet et l'agressivité des eaux des inondations qui peuvent parfois dépasser sa hauteur.

En effet, les derniers événements ont montré les défaillances techniques de ce projet (planche photos 1) (Destruction partielle et couverture par les dépôts fluviaux).

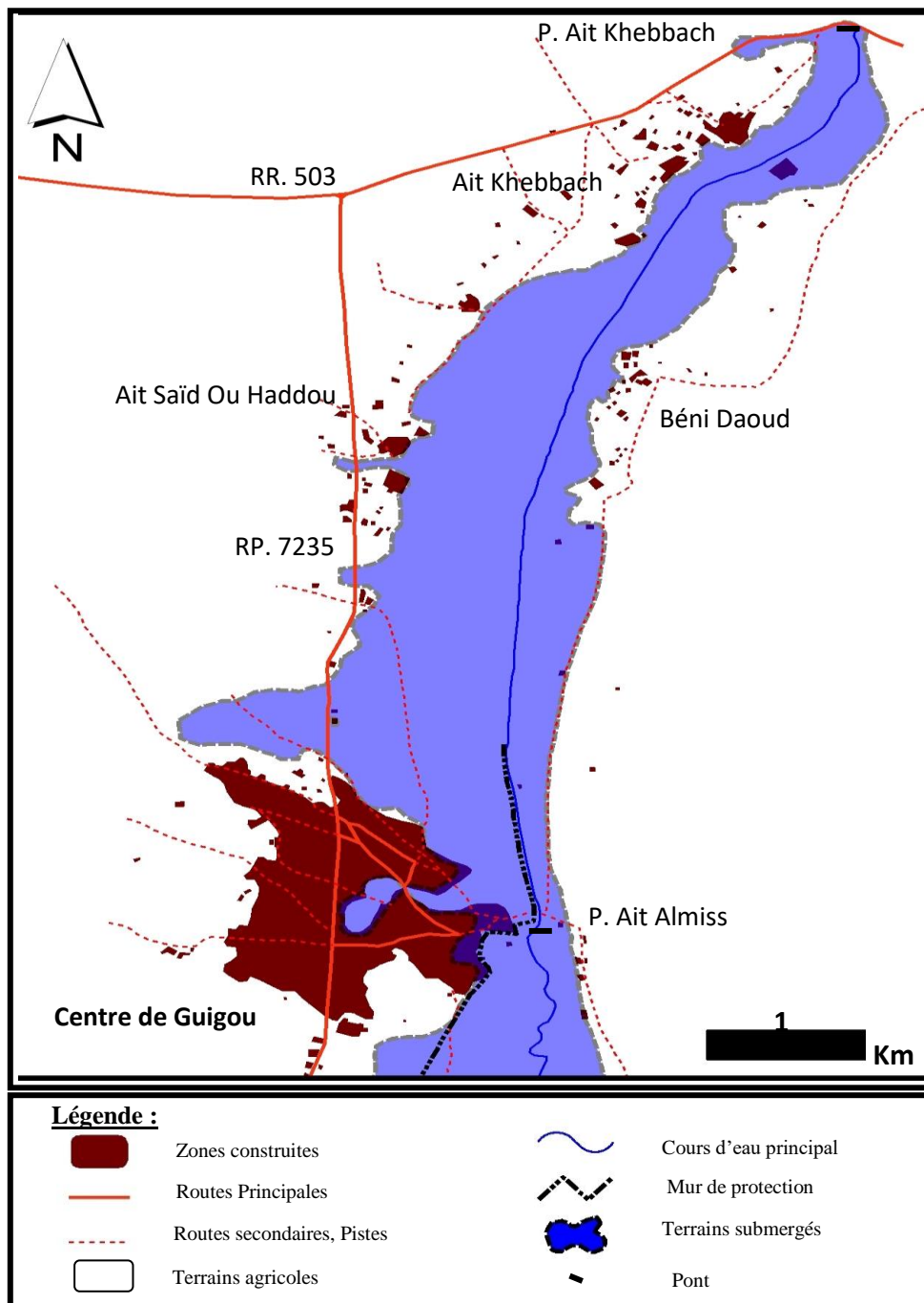


Figure 2. Zonage de l'aléa inondation au niveau de la commune du Guigou avant la construction du mur de protection contre les inondations



Planche photos 1. Destruction de mur de protection et submersion des zones protégées

Dans le **deuxième scénario**, la cartographie de l'aléa des inondations prend en considération l'existence du mur de protection (fig.3). La mise en place de ce projet a provoqué l'élargissement de la zone inondable en aval (Douars Ait Saïd Ou Haddou et Béni Daoud).

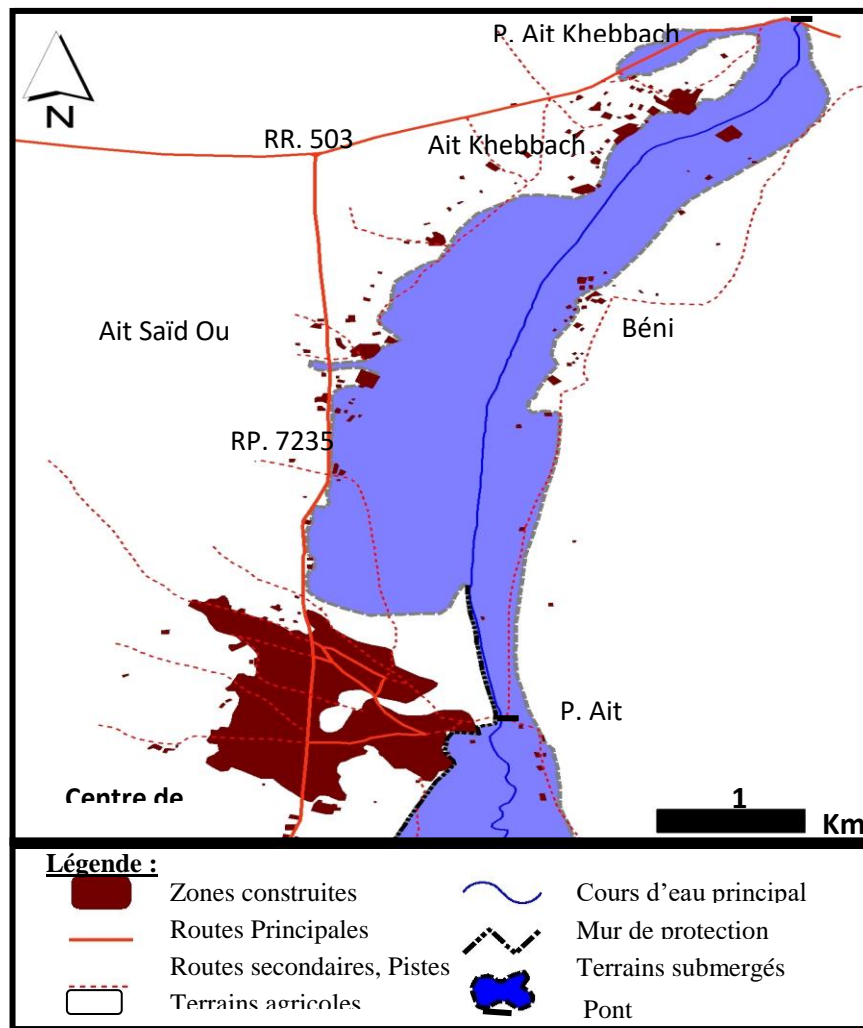


Figure 3. Zonage de l'aléa inondation au niveau de la commune du Guigou après la construction du mur de protection contre les inondations

En effet, avant la réalisation du projet, les eaux occupaient un ensemble de douars dont le centre de Guigou était le plus submergé (fig. 2). Actuellement, la zone submergée est plus large en aval (planche photos 2) et le centre est devenu peu protégé (fig. 3).



Planche photos 2. Submersion des douars d'Ait Saïd Ou Haddou et de Béni Daoud en aval

CONCLUSION

Le risque des inondations demeure une composante intrinsèque de la commune rurale de Guigou ; il est essentiellement engendré par l'intensité des averses orageuses et un contexte géomorphologie favorable associés à une anthropisation non adaptée au processus naturel local. En effet, devant cet état, plusieurs projets ont été réalisés comme mur de protection et d'autres sont en cours d'installation comme barrage Sehb el Mergua pour protéger la population du centre de Guigou sans prendre en considération la totalité des composantes anthropiques et physiques du fond de vallée de l'Oued Guigou.

Références bibliographiques

- ABHS., (2004). Etude de crues au niveau du bassin de Sebou, mission 1collecte et synthèse des données de base, 91p.
- ABHS., (2004). Etude de protection contre les inondations du centre de Timahdit et de la plaine de Guigou, Mission I. Fès, 12p.
- GARRY Gérald, BALLAIS Jean-Louis, MASSON Marcel. La place de l'hydrogéomorphologie dans les études d'inondation en France méditerranéenne. France. In: Géomorphologie: relief, processus, environnement. Janvier-mars, vol. 8, n°1. pp. 5-15. doi : 10.3406/morfo.2002.1124. http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/morfo_1266-5304_2002_num_8_1_1124
- BENJELLOUL M., (1990). Etude du milieu naturel et de l'impact anthropique dans le bassin synclinal d'Ain Nokra et la haute plaine de Guigou. Thèse de doctorat en géographie. Université d'Aix Marseille II. 544p.
- Ministère de l'Equipement, des Transports et du Logement, et Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (1999). Plans de prévention des risques naturels (PPR) : Risques d'inondation, guide méthodologique. Edition, la documentation française. Paris, 123p.
- Secrétariat d'Etat auprès du Ministère de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement chargé de l'Eau et de l'Environnement Département de l'Environnement Direction de la Surveillance et de la Prévention des Risque (2008). Étude pour la réalisation d'une cartographie et un système d'information géographique sur les risques majeurs au Maroc. Mission 1, identification des risques le risque d'inondation. 56 p.

ÉVALUATION DE L'INSTRUMENT COGNITIF DE LA POPULATION CIVILE FACE AUX RISQUES NATURELS. CAS DE LA REGION DE L'ORIENTAL

SABRI Mohamed, SBAI Abdelkader, BENRBIA Khadija, BOUSLAM Mohamed, MOUADILI Omar et HLAL Mohamed

Université Mohammed Ier, FLSH, Oujda med.hamidsab@gmail.com

Résumé: La Région de l'Oriental a toujours été confrontée à de multiples risques, en particulier la sécheresse et les inondations dont les coûts sont parfois très élevés.

Pour mieux évaluer la vulnérabilité et développer des mesures d'adaptation, il faut vérifier si l'héritage culturel de la population locale pourrait constituer une contribution aux instances qui s'occupent de la gestion et de l'aménagement du territoire. Il serait donc judicieux d'intégrer les perceptions et l'héritage culturel de la population dans la prise de décision afin de mettre à disposition des acteurs des informations suffisantes et crédibles qui leur permettront de mieux anticiper, de prévoir ou de planifier des réponses adéquates aux impacts potentiels des risques naturels dans les secteurs déterminés.

Le travail d'enquête est un moyen de comprendre comment la population locale perçoit et parvient à connaître le rapport entre leurs installations et les différents types de risques, de menaces et de défis qu'ils doivent affronter en cas de catastrophes naturelles. Ceci permettrait éventuellement la construction d'une base de données (cognitive référentielle, statistique et cartographique) qui complète les travaux scientifiques dans le but d'atténuer l'impact des désastres, et l'amélioration de la protection des personnes et des biens contre les inondations, les sécheresses, les glissements de terrains ou même les séismes.

Mots clés: Risque, aléa climatique, vulnérabilité, enquête, cognition sociale, aménagement, décision, Région de l'Oriental, Maroc.

THE COGNITIVE INSTRUMENT'S EVALUATION OF THE CIVIL POPULATION FACING NATURAL RISKS. CASE OF THE ORIENTAL REGION

Abstract: The Eastern Region has always faced multiple risks, in particular drought and floods, the costs of which are sometimes very high.

In order to better assess vulnerability and develop adaptation measures, it must be verified whether the cultural heritage of the local population could be a contribution to the bodies dealing with land management and planning. It would therefore be wise to integrate the perceptions and cultural heritage of the population into decision-making in order to provide actors with sufficient and credible information that will allow them to better anticipate, to forecast or plan adequate responses to the potential impacts of natural hazards in the identified sectors.

Survey work is a way of understanding how the local population perceives and manages to know the relationship between their facilities and the different types of risks, threats and challenges they face in the event of natural disasters. This would eventually allow the construction of a database (referential cognitive, statistical and cartographic) that complements the scientific work in order to mitigate the impact of disasters, and the improvement of the protection of people and property against floods, droughts, landslides or even earthquakes.

Key words: Risk, climatic hazard, vulnerability, investigation, social cognition, planning, decision, Oriental Region, Morocco.

Introduction

Les ressources cognitives constituent une base de données incontournable aux instances qui s'occupent de la gestion et de l'aménagement du territoire avant la prise de décision. Elles doivent être mises en valeur afin de pouvoir les intégrer dans un document de mesure qui constitue un des éléments de base d'une stratégie commune de prévention et de gestion des risques naturels, et une référence inévitable pour tout projet d'aménagement.

Des enquêtes sur la perception des risques ont été réalisées auprès des habitants des communes rurales, villes et centres urbains du Maroc oriental. Le dépouillement et l'analyse ont été faits à l'aide d'outils informatiques appropriés (Sphinx, Excel, ArcGis).

I. Place de la société civile dans la politique nationale de prévention et de gestion des risques naturels

La Région de l'Oriental a toujours été confrontée à de multiples risques naturels. Les mutations qu'elle connaît (urbanisation, littoralisation, concentration de la population) amplifient sa vulnérabilité aux risques naturels et aggravent leurs impacts.

La conception d'une stratégie plausible et opérationnelle pour faire face aux risques naturels a toujours été confrontée au manque et à l'insuffisance d'informations.

Au cours des dernières décennies, le Maroc œuvrait à renforcer et généraliser les systèmes d'alerte. Mais une véritable coordination institutionnelle dans ce domaine, et une intégration effective de la population civile concernée dans tout le processus de prévention et de gestion des risques naturels font toujours défaut dans cette politique. Il y a un corpus législatif significatif, mais dépourvu de textes réglementant les actions de la société civile.

Il y a un déficit de gouvernance très clair, avec des politiques trop sectorielles, mono-risques, descendantes, insuffisamment intégrante de la société civile et privilégiant la réponse d'urgence et les approches structurelles. Ceci induit une faiblesse de la résilience face aux risques. La sensibilisation, l'information et la communication sur les risques sont négligées. Il y a donc un risque croissant de la perte de la mémoire collective si cette dernière n'est pas entretenue et prise en considération par les parties prenantes de la gestion et de la prévention des risques. Il n'existe pas encore de cadre réglementaire obligeant les collectivités locales à informer la population de son exposition potentielle aux risques.

A travers la question: Est ce que les risques naturels sont des phénomènes qui ont toujours existé? Les réponses ont révélé que 51% des habitants pensent qu'ils ont toujours existé. Par la même question, on déduit que la même proportion des enquêtés a probablement vécu un événement naturel à risque ou en a entendu parler. Par contre, 16% seulement disent que les risques naturels sont des phénomènes qui n'existaient pas auparavant et le 1/3 à peu près (30%) déclare qu'ils ne sont pas au courant (Fig.1).

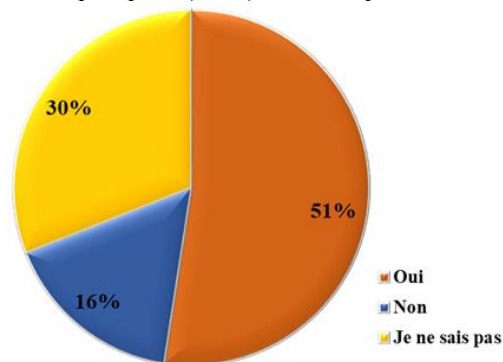


Fig.1. Mesurer la mémorisation des risques et Aléas

II. Évaluation de l'instrument cognitif de la population civile face aux risques naturels

Le rapport de la Banque Mondiale sur le développement dans le monde en 2014 souligne combien les bouleversements de la planète sont porteurs de risques, et constate que «la gestion des risques exige une prise de conscience collective». La société civile a besoin de prendre conscience de la nature des risques et de savoir comment ils évoluent pour pouvoir en faire face (Peretti, J-M., 2013).

Le niveau d'estimation de la menace jauge la prise de conscience de la part des populations vis-à-vis d'éventuels risques et catastrophes naturelles: 43,8% estiment que leur commune court un risque moyen, et 31,7% perçoivent que le risque est beaucoup plus élevé.

Ces valeurs changent lorsqu'on les traite au niveau des communes bien sûr. Presque 67% des enquêtés connaissent a priori le niveau de leur vulnérabilité face aux aléas naturel.

Les risques les plus redoutés et qui menacent la région ont été estimés par ordre d'importance comme suite: la sécheresse avec un niveau de 50%, les crues torrentielles 41%, les feux de forêts 27%, puis les séismes en 4ème rang avec 18%. Les trois premiers risques enregistrent les valeurs les plus élevées sur les hauts plateaux, la chaîne de Jerada et le couloir d'Oujda-Taourirt. Concernant la sécheresse par commune, 94% des sondés à El Ateuf, 89% à Sidi Ali Belkacem et 39% à Taourirt estiment que la sécheresse est le risque le plus dangereux et le plus récurrent dans leurs communes (El Harradji et al., 2015; Boukhdous et al., 2017). En revanche, à El Hoceima et Nador le chiffre de 84% est très révélateur de l'ampleur du risque sismique (Sbai et al., 2010, Sabri et Sbai, 2017; Benrbia & Sbai, 2017, Sbai et al., 2017).

L'anthropisation de l'espace est un facteur qui contribue sans aucun doute au façonnement des paysages et, par conséquent, de l'environnement. L'agriculture joue certainement un rôle dans les déséquilibres environnementaux qui peuvent créer des dégâts et des catastrophes naturelles. 37.5% de la population d'El Ateuf et 50.4% de celle de Sidi Ali Belkacem ont jugé que le mode d'exploitation agricole intensif augmente le risque des catastrophes naturelles. Ceci peut s'expliquer par la fragilité de leurs milieux naturels et de leurs expériences en matière de mutations des espaces pastoraux en terres agricoles facilement dégradables et exposées aux risques d'inondations et d'érosion éolienne. Alors qu'à Taourirt et Ahl Angad, ce sentiment est tout autre, puisque 65.2% et 34% respectivement des habitants enquêtés déclarent que cette activité n'a aucun effet sur l'augmentation des risques. Mais à Labkhata, 90% des sondés déclarent qu'ils ignorent si le mode d'exploitation agricole intensif a un effet amplificateur des risques.

Quant à l'extension urbaine, elle est perçue comme facteur qui augmente les risques naturels par 31.3% de la population enquêtée, avec toutefois des différences entre les communes: 96% à Sidi Ali Belkacem et 32.6% à Taourirt, contre 34% à Ahl Angad; 96% ne savent pas dans la commune de Labkhata (Fig.2).

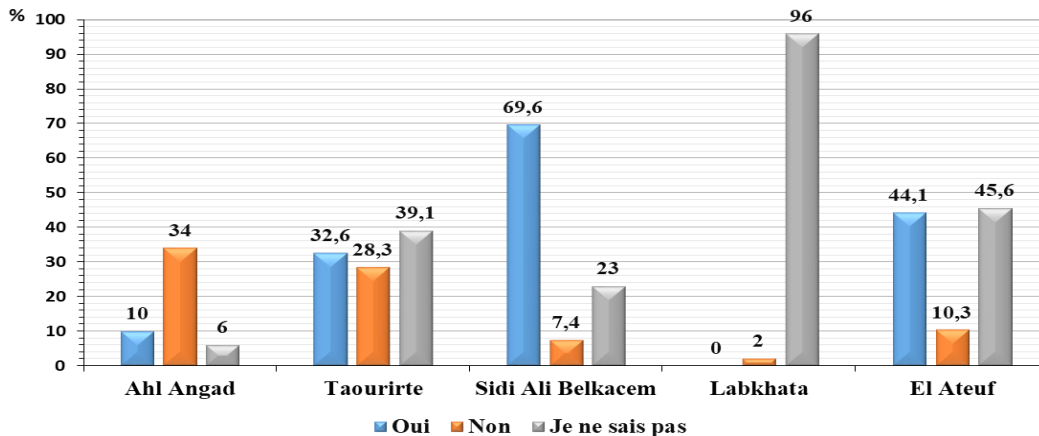


Fig.2. Est-ce que l'extension urbaine participe à l'augmentation des risques naturels?

L'utilité de l'information et de la formation montre que 76,07 % de la population enquêtée estime que l'identification des zones exposées aux risques demeure primordiale, ce qui permettra une bonne appréciation des degrés des aléas. 69% estiment que le degré du risque dont ils font objet est très important, voire très important. Cette perception est un facteur positif qu'il faut prendre en compte aussi bien par les services d'aménagement que par les organismes responsables de la gestion des risques avant chaque prise de décision.

III. Estimation des compétences en matière d'information et de formation nécessaires à la gestion des risques

La mise en œuvre effective d'une politique de prévention doit être accompagnée par le renforcement de la co-construction et le partage des informations, de formations continues et des

responsabilités qui permettent d'aller au-delà des mesures de type structurel, et qui sont souvent coûteuses et atteignent par moment leurs limites.

Une grande part des habitants interrogés (67.6 %) déclarent n'avoir ni reçu d'information, ni participé à des activités pour la prévention des risques naturels (Fig.3).

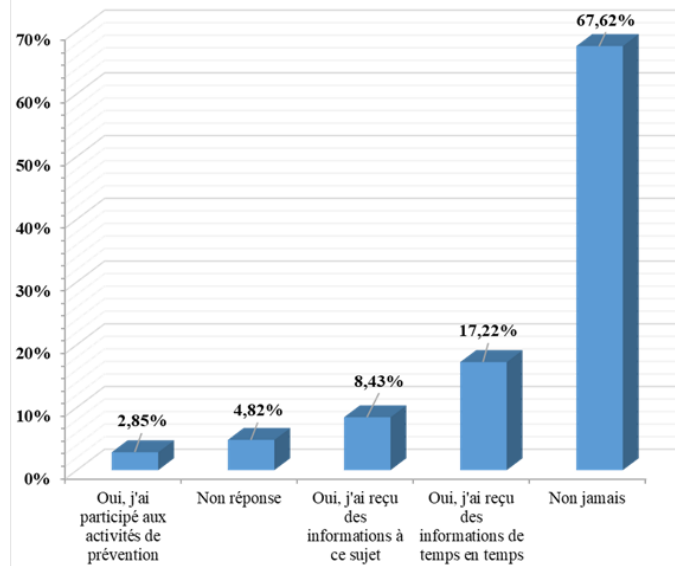


Fig.3. Avez-vous participé à des activités pour la prévention des risques naturels

Une campagne d'information sur les risques naturels est jugée en majorité «vraiment nécessaire» : 90%, voire «nécessaire» : 22%.

Sur une échelle de 1 à 5 exprimant l'importance d'avoir des informations à propos des risques naturels classés, les types de demandes d'information qui ont eu les valeurs les plus élevées sont les suivantes :

- Identification des zones exposées aux risques (54%) ;
- Degré du risque auquel vous êtes exposés (44%) ;
- Procédure d'alerte de la population en cas de crise (43%).

Les types d'informations recherchées par la population civile sont en fait classés par ordre de pertinence et d'utilité en cas de crise. La population dans un objectif de prévention demande d'abord des informations claires pour identifier les zones les plus exposées aux risques, ensuite elle se demande à propos du degré de ce risque et quelles sont les procédures d'alerte mises à son service.

Pour ce qui est de la clarté des informations sur les risques naturels, la population fait généralement confiance aux opinions des amis, ainsi qu'à la famille et aux voisins qui leur fournissent des informations claires voir très claires (63%), et en deuxième position viennent les enseignants et les spécialistes (26%), puis la presse (20%). Mais le plus marquant, c'est le manque de confiance dans les informations fournies par les représentants des associations.

Une politique performante de gestion des risques contribue généralement à maintenir la confiance dans les institutions et à construire un développement résilient. Il s'agit en effet d'un domaine de politique publique dans lequel les attentes des citoyens sont importantes.

Le manque de confiance est traduit par la figure n°4, où plus de 35% des enquêtés déclarent qu'ils n'ont aucune confiance dans les informations fournies ni par l'Etat, ni par les collectivités territoriales, ni par les forces de l'ordre.

Le caractère flou du concept ou du mot « Etat » chez la population a influencé leurs déclarations, puisque 25,5% seulement ont affiché leur doute et scepticisme envers les informations émises par l'Etat contre presque 28% qui affirment leur confiance dans ces informations. Cet état de scepticisme envers les institutions trouve en fait ses explications dans les demandes sociétales exprimées à l'échelle nationale ces dernières années vis-à-vis des questions de transparence, de reddition des comptes et de la gouvernance des risques qui constitue un enjeu déterminant.

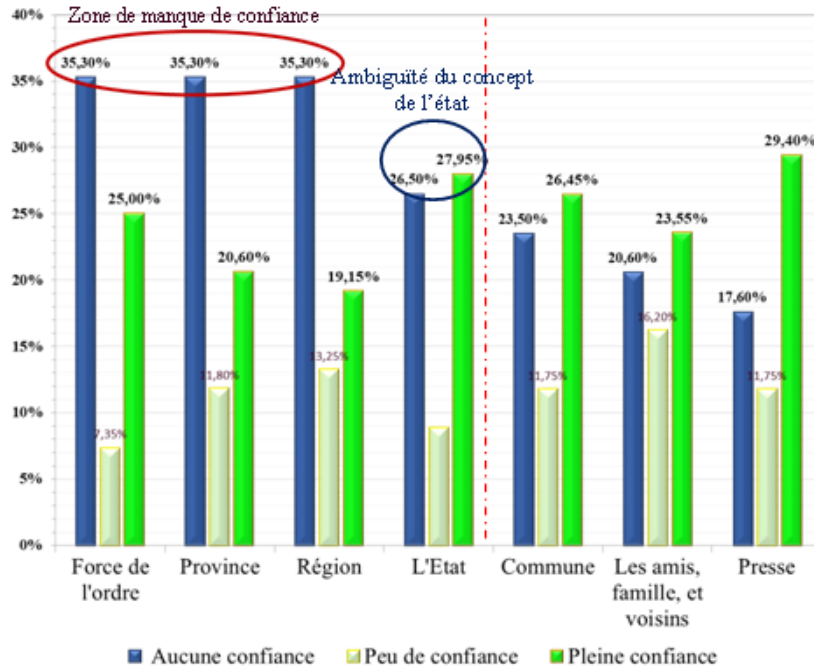


Fig.4. La confiance dans les fournisseurs d'information

Pour la question qui porte sur l'organisme qui doit être responsable de la prévention des crises, 49,3% jugent que c'est l'Etat, puis la commune avec 38%, puis la province et la région. C'est une classification évidente bien sûr car le citoyen réagit ici par rapport aux organes de l'Etat avec qui il a le contact le plus fréquent. L'Etat étant un concept vague qui englobe tout, est pour lui le premier responsable.

Pour la responsabilité de la gestion des crises, on trouve le même ordonnancement des responsabilités avec une petite désignation cette fois-ci des assurances avec 12%.

La population civile est consciente du fait que les obstacles à la prévention et à la gestion des catastrophes naturelles sont dus essentiellement aux raisons organisationnelles (56%) et économiques (35%). Par contre, les personnes interrogées sont toutefois assez confiantes dans les moyens technologiques puisque seules 14% estiment que les obstacles à la prévention sont d'ordre technologique (Fig.5).

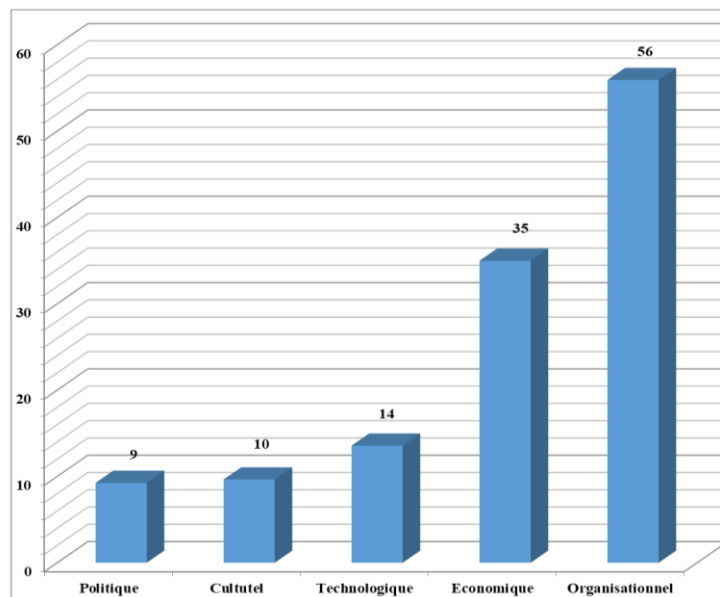


Fig.5. Les obstacles à la prévention des catastrophes naturelles

Être informé des conséquences et des dégâts matériels, humains et écologiques potentiels revêt une importance capitale dans la culture et l'histoire des catastrophes naturelles. 76% de la société civile estiment qu'il est très important pour la sécurité des hommes et des biens d'être au courant des dégâts et des impacts qui peuvent être engendrés par des incidents naturels. Ceci permet d'enrichir la culture de prévention chez la société civile, et aider les autres intervenants dans la gestion des risques naturels.

Dans la tourmente de désigner qui doit être responsable de la gestion et de la prévention des risques et des catastrophes, une grande majorité des enquêtés (85%) confirme qu'il est nécessaire de créer une agence régionale spécialement désignée pour s'occuper et prendre en charge les problèmes des risques naturels. Seulement 4,5% ne sont pas de cet avis.

Conclusion

La sécurité de la population civile dépend de la mise en valeur de ses ressources cognitives par les organisations administratives et juridiques. Elle ne peut être assurée si les gens ne prennent pas conscience de l'ampleur des risques et des mesures appropriées, par la formation et le transfert de l'information, et en les impliquant de plus en plus dans des séances de formation par simulation et exercices.

Les dégâts matériels (infrastructures, constructions, productions agricoles...) sont inévitables, mais nous estimons que l'ampleur des dégâts sera atténuée si la population prend conscience de la nature des risques auxquels elle est éventuellement exposée.

Une stratégie plausible et efficace ne peut être réalisable et opérationnel que s'il y a facilité d'accès aux informations concernant les risques. La qualité de l'information préoccupe énormément cette population, ainsi que le degré de confiance de celle-ci envers les services de proximité telle la commune, la province ou la région. Or, la problématique des risques naturels et des catastrophes qui en résultent nécessite obligatoirement la coopération dans un climat de confiance mutuelle entre les intervenants dans le domaine de la prévention et de la gestion des risques d'une part, et la population concernée d'autre part, pour pouvoir réduire l'ampleur des risques.

Bibliographie

- BENRBIA K & SBAI A (2017) - Perception des risques naturels par la population des communes littorales du nord-est marocain. Colloque national sur « Les risques hydroclimatiques et géomorphologiques au NE Marocain: aléas, vulnérabilités et aménagements ». Oujda le mardi 26 décembre 2017.
- BOUKHIDOUS M, SBAI A & BOUSLAM M (2017) - Perception, gestion et adaptation aux phénomènes hydro-climatiques extrêmes: cas des effets de la sécheresse au niveau de la province de Berkane. Colloque national sur « Les risques hydroclimatiques et géomorphologiques au NE Marocain: aléas, vulnérabilités et aménagements ». Oujda le mardi 26 décembre 2017.
- EL HARRADJI A, FRANCOIS A, GAUCHE E., GENIN A. et SBAÏ A. (2015) - Les changements climatiques et leurs perceptions par les populations rurales dans l'Oriental marocain. COLLOQUE INTERNATIONAL : Adaptabilité des Territoires aux Changements Climatiques au Maghreb. (Clôture d'Action Intégrée VOLUBILIS – TOUBKAL). 03 – 04 novembre 2015, Université Ibn Tofail, Kénitra (Maroc).
- PERETTI J-M (2013)- Face à l'émergence de risques nouveaux, quels sont les audits que les entreprises devraient développer dans les années 2014-2015 ? I.M.C.F | « Question(s) de management » 2013/3 n° 4 | pages 57 à 81 ISSN 2262-7030 Article disponible en ligne à l'adresse : <https://www.cairn.info/revue-questions-de-management-2013-3-page-57.htm>
- SABRI M et SBAI A (2017) - Représentation des risques et des catastrophes naturelles par la population du Maroc nord-est. Colloque national sur « Les risques hydroclimatiques et géomorphologiques au NE Marocain: aléas, vulnérabilités et aménagements ». Oujda le mardi 26 décembre 2017.
- SBAI A, BENRBIA K, GHZAL M, BENATA M, LASGAA H, BOULEHOUAL A, BAHKAN M, et EL YADIMI M et SAIDI A (2010) - La perception des risques naturels par la population des villes et centres urbains du littoral méditerranéen oriental. Colloque international : Expression Graphique en Sciences Humaines et en Sciences de l'Ingénieur. 13 et 14 avril 2010. Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, Mohammedia.
- SBAI A, SABRI M, BENRBIA K, EL HARRADJI A, BOUSLAM M & EL BAYE (2017) - La perception sociale des risques naturels par la population du Maroc oriental. Colloque international: Risques majeurs, environnementaux et développement durable. Meknès 28 - 29 novembre 2017.

LES RISQUES D'INONDATIONS A BERKANE: L'AMENAGEMENT URBAIN ET L'URBANISME SONT-ILS RESPONSABLES?

Yahya HOUSNI, Bilal BOUGI & Miloud ZERROUKI

yahyahousni7@hotmail.com. Laboratoire Dynamique des Milieux Arides, Aménagement et Développement. FLSH. Université Mohammed Premier, Oujda, Maroc

Résumé: L'aménagement urbain et l'urbanisme sont les moyens essentiels dont disposent l'Etat pour instituer des mesures, prévoir des actions et réaliser des opérations visant à prévenir des dommages prévisibles qui peuvent être causés par les inondations en zones urbaines. Pour ça, il a en sa possession des outils; il s'agit en l'occurrence des documents d'urbanisme, dont le principal est le plan d'aménagement. Cependant, ce dernier résume sa politique en matière de gestion des risques d'inondation en la prévision de quelques zones non aedificandi.

La ville de Berkane a une histoire marquée par des inondations et des crues violentes aggravées par sa situation au piémont des versants nord de la chaîne de montagne des Béni Snassen. Son site est traversé par un certain nombre d'oueds. Nous essaierons d'analyser le rôle possible de l'aménagement urbain et de l'urbanisme dans l'augmentation de la fréquence ou de la gravité des crues dans cette ville.

Mots clés: aménagement urbain, urbanisme, Etat, inondations, zones urbaines, ville de Berkane.

RISK OF FLOODING IN BERKANE: ARE URBAN PLANNING AND URBANISM RESPONSIBLE?

Abstract: Urban planning and urbanism are the essential means available to the State to institute measures, plan actions and carry out operations aimed at preventing predictable damage that can be caused by floods in urban areas. For that, it has in its possession tools; these are urban planning documents, the main one being the development plan. However, it summarizes its policy on flood risk management in the forecast of some non-aedificandi areas.

The city of Berkane has a history marked by violent floods exacerbated by its location in the foothills of the northern slopes of the Beni Snassen mountain range. Its site is crossed by a number of wadis. We will try to analyze the possible role of urban planning and urbanism in increasing the frequency or severity of floods in this city.

Key-words: Urban planning, urbanism, the State, floods, urban areas, city of Berkane.

INTRODUCTION

Par sa situation aux piémonts des versants nord des chaînes de montagnes de Béni Snassen, son climat méditerranéen défini par des étés chauds et secs et des hivers doux et humides et son site traversé par plusieurs oueds, la ville de Berkane est marquée par des inondations et des crues violentes.

La grande question qui se pose est: l'aménagement urbain et l'urbanisme de la ville sont – ils responsables de l'augmentation de la fréquence et de la gravité des inondations ? La réponse à cette question est loin d'être facile, car au Maroc, l'attention des chercheurs est attirée par l'étude des éléments du climat et leur rôle dans la formation des inondations, alors que les études traitant les conséquences de l'aménagement urbain et de l'urbanisme sur les inondations provoqués par les fortes précipitations en milieu urbain sont rares.

Il est certain que les inondations à Berkane sont dues à la fois à des facteurs naturels et anthropiques. Ainsi, l'hypothèse la plus plausible est que la nature de la topographie, le régime des précipitations, l'imperméabilisation des surfaces urbaines et l'urbanisation des lits majeurs des oueds sont les principales causes des inondations qu'a connues la ville de Berkane.

METHODE

L'étude des inondations dans la ville de Berkane s'est basée sur l'examen de la carte topographique de Berkane à l'échelle 1/50000², de sa photo-aérienne et le plan d'aménagement du Grand Berkane. La carte topographique a permis d'étudier l'altimétrie et la planimétrie du site ainsi que la topographie environnante de la ville et de déterminer les principales unités du relief. La photo-aérienne³ et les visites sur le terrain ont servi à la localisation des zones inondables occupées par des activités humaines (constructions, équipements et infrastructure). Le plan d'aménagement du Grand Berkane a servi pour déterminer le zonage affecté aux zones inondables.

RESULTATS

L'analyse de la carte topographique montre que la ville de Berkane est située au pied de la chaîne des Beni Snassen, près de la confluence de trois oueds (Ouartass, Beni Waklan et Zegzel). Son site sous forme de dépression entourée par des collines la rend particulièrement exposée au risque d'inondation.

I- Berkane, ville de piémonts et de cône de déjection

Le noyau colonial de la ville de Berkane a été construit sur un cône de déjection ancien édifié par des cours d'eau à caractère torrentiel, largement étalé et présentant une pente modérée et régulière en direction du Nord et du Nord Ouest⁴. Ce cône de déjection est à l'origine de la formation de la plaine des Triffa⁵. Ce dernier constitue une zone de subsidence comprise entre les monts des Beni Snassen au Sud, les collines des Ouled Mansour au Nord et les monts des Kebdana au Nord-Ouest et l'Ouest⁶.

II- Berkane, ville construite près des confluents des Oueds

La ville de Berkane a la particularité d'être située près des confluents de trois oueds (Ouartass, Beni Waklan et Zegzel)⁷. Ces oueds dont la confluence se fait un peu en amont de la ville se rejoignent pour former l'Oued Cherra; ils drainent les eaux des monts de Beni Snassen qui reçoivent, du fait de leur altitude et leur exposition, davantage de précipitations que la plaine des Triffa. Si cela peut être un atout en terme de la disponibilité de l'eau, le risque d'inondation est cependant d'autant plus important du fait de la susceptibilité de débordement sur l'espace urbain.

En outre, la ville est traversée par d'autres oueds et chaabas. Certains ont été rayés de la carte soit par des constructions, soit par des terrassements lors de la réalisation des voiries; d'autres existent encore mais dont certains tronçons ont été urbanisés ou sont en cours d'urbanisation, c'est le cas d'Oued Maallou, Oued Eddahab, Oued Sidi Ahmed⁸ etc.

III- Berkane, site à topographie accidentée et ondulée au Sud et plate au nord

² La carte topographique à 1/50000 de Berkane est dressée, dessinée et publiée par la Direction de la Conservation Foncière, du Cadastre et de la Cartographie, Rabat, 1995.

³ La prise de vue de la photo-aérienne a été effectuée, par le Cabinet Boutayeb mandaté par l'Agence Urbaine d'Oujda, en 1997.

⁴ Jean-Paul CHARVET, la plaine des Triffa (Maroc Oriental). Thèse de Doctorat de troisième cycle, Université de Paris X, 1970, p : 199.

⁵ Abdellah LAOUINA, le Maroc Nord-oriental. Reliefs, modelés et dynamique du calcaire. Publications du Rectorat de l'Université Mohammed 1^{er} Oujda, n°1, 1990, p : 19.

⁶ Jean-Paul CHARVET, op. cit. p : 41.

⁷ Jean-Paul CHARVET, op. cit. p : 22.

⁸ La carte topographique à 1/50000 ne montre pas les petits oueds et les chaabas à l'intérieur de l'aire urbaine mais ils sont bien visible sur la photo-aérienne.

La visualisation de la carte topographique et de la photo aérienne de la ville font ressortir que la topographie de son site peut être divisée en deux grands ensembles:

-Au Nord, la topographie est une plaine, presque plate et légèrement inclinée vers le Nord et le Nord Ouest, son altitude est entre 160 m et 120 m.

-Au Sud, la topographie est très inclinée et parfois ondulée. L'altitude, à l'extrémité sud de l'espace urbain, atteint plus de 220 m sur les collines de Sidi Ali Ben Yakhlef et douar Ahmidou.

En outre, il suffit de bien examiner la carte topographique pour se rendre compte que la ville est située dans une dépression puisque le relief environnant aux alentours de la ville est plus élevé que celui de son site. Ceci a pour conséquence que les eaux du ruissellement arrivent à l'aire urbaine de toutes les directions, et ne sont drainés que par l'oued Cherraa (exutoire).

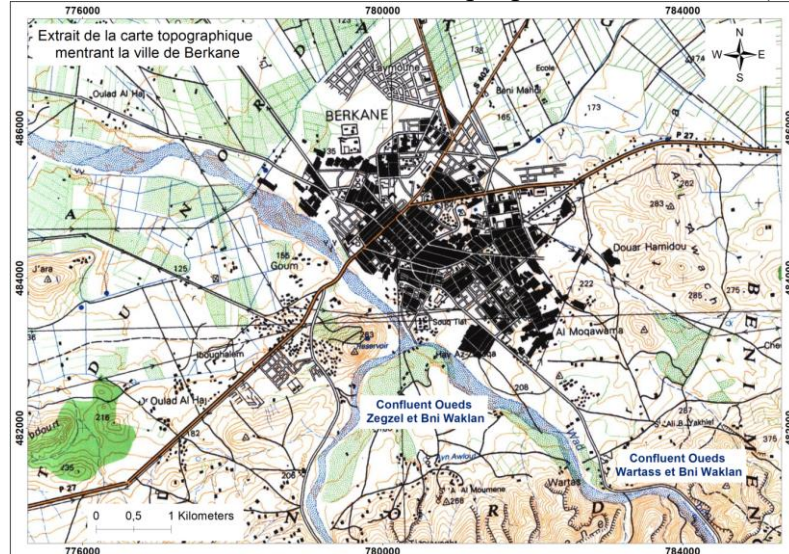


Fig. n°1 : la topographie du site de la ville de Berkane

Il est certain que cette configuration de la topographie du site et du relief environnant concourt aux inondations urbaines. En effet, les précipitations qui tombent sous forme d'averses violentes et courtes engendrent un ruissellement intense parce que l'eau n'a pas le temps de s'infiltrer même sur les sols perméables dont l'horizon supérieur est vite saturé en surface particulièrement sur le cas du flanc montagneux. Il en résulte un ruissellement diffus, rapidement concentré par la topographie dans les chaâbas qui débouchent ensuite sur les oueds et engendrent souvent des crues violentes bien que la pluviométrie soit modeste⁹.

Les eaux du ruissellement torrentiel se manifestent surtout au Sud de la ville sur les zones à fortes pentes où les précipitations subites transforment les rues en véritables torrents¹⁰; tandis qu'au Nord de la ville, la faible pente et l'insuffisance des réseaux de drainage pour évacuer les eaux pluviales, créent parfois des eaux croupissantes.

IV- Climat: une irrégularité dans le temps

Malgré que la plupart des perturbations de l'Ouest ne donnent que de maigres pluies dans le Maroc nord-oriental, d'autres perturbations peuvent être à l'origine d'abondantes précipitations.

9 Mhammed DAHMANI, interprétation des relevés pluvio-thermiques de la plaine des Triffa et flanc nord des Beni-Snassen (1970-1980) in actes du colloque le Maroc Oriental passé et présent, le milieu naturel, l'histoire et la culture, publications de la Faculté des Lettres et des sciences humaines Oujda, journées d'études du 13 au 15 Mars 1986, p:51-55.

10 J. BASTIE et B. DESERT, la ville, Paris, Masson, 1991, p :79.

Il s'agit des dépressions localisées en Algérie ou en Méditerranée et qui envoient des vents de NE, pouvant donner d'importantes averses de pluie. Mais la fréquence de ces situations météorologiques est faible et, certaines années, aléatoire¹¹.

De ce fait, le front Nord-Ouest des montagnes des Béni Snassen surplombant la ville de Berkane, par son altitude et son exposition directe aux influences de la mer, est la plus arrosée dans la basse Moulouya. Selon les années, le nombre de jours de pluie se situe entre 30 et 50 jours, les premières pluies tombent généralement en mois de septembre et se prolongent jusqu'en Juin¹².

| | | S | O | N | D | J | F | M | A | M | J | Jt | A | Moy. An |
|-------------------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|--------------|
| Station météo. Berkane centre | 1 au 15 | 6,5 | 13,4 | 22,7 | 15,6 | 21,8 | 20,1 | 32,2 | 14,2 | 18,1 | 1,8 | 0,0 | 0,3 | 166,7 |
| | 16 au 31 | 9,1 | 21,8 | 36,4 | 16,1 | 28,2 | 28,0 | 8,3 | 19,5 | 7,9 | 0,8 | 0,0 | 0,1 | 176,2 |
| | Total mois | 15,6 | 35,2 | 59,1 | 31,7 | 50,0 | 48,1 | 40,5 | 33,7 | 26,0 | 2,6 | 0,0 | 0,4 | 342,9 |

Tableau n°1: Pluviométrie moyenne mensuelle et annuelle sur 20 ans (de 1992/93 à 2011/12)
(Source : Office de la Mise en Valeur Agricole de la Moulouya)

Les données pluviométriques de la station de Berkane relevées sur 20 ans (de 1992/93 à 2011/2012) montrent que celle-ci reçoit un total moyen annuel de 342 mm² mais elle est marquée par un régime pluviométrique très irrégulier, aussi bien au niveau de l'année que d'une année sur l'autre¹³.

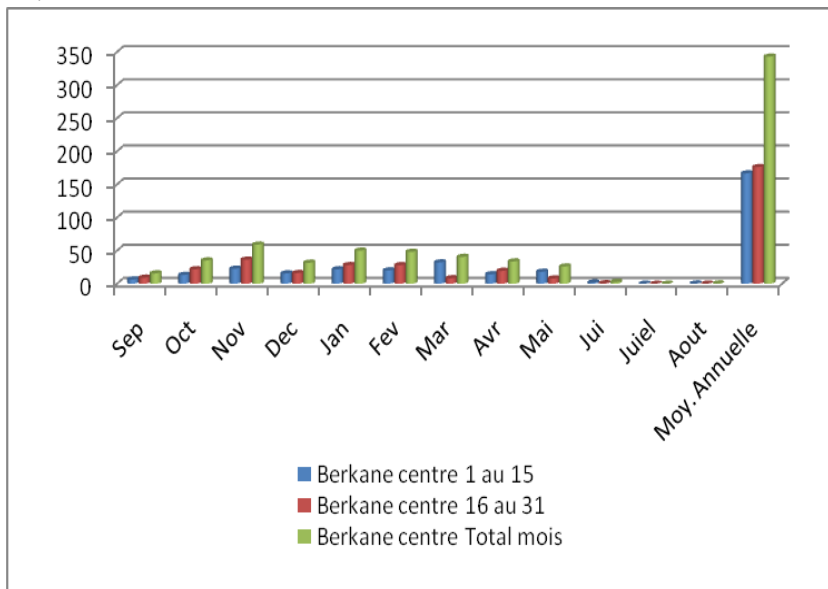


Fig. n°2: Régime pluviométrique irrégulier au niveau de l'année
(Source : Office de la Mise en Valeur Agricole de la Moulouya)

Selon les années, les précipitations peuvent être concentrés en un seul mois ou réparties sur toute la saison humide¹⁴.

V- L'urbanisation facteur aggravant les inondations à Berkane

Durant les dernières décennies, la ville de Berkane a connu une croissance urbaine accélérée. Cette croissance s'est accompagnée par une forte imperméabilisation des sols urbains à

11 Abdellah LAOUINA, op. cit. p : 33.

12 Mhammed DAHMANI, op. cit. p : 53.

13 Abdellah LAOUINA, op. cit. p : 33.

14 Mhammed DAHMANI, op. cit. p : 71.

la fois par des constructions et le revêtement de la voirie (chaussées, places, placettes, parkings). Alors que l'extension rapide de l'espace urbain de la ville et la forte imperméabilisation des surfaces urbaines ont conduit à une explosion des volumes et des débits de ruissellement, la réalisation et le renforcement des ouvrages et de l'infrastructure d'évacuation ont du mal à suivre le rythme. Par ailleurs, l'urbanisation ne respecte que rarement les zones susceptibles d'inondations. La plupart de celles-ci finissent tôt ou tard par être urbanisées par différentes manières.

VI. Ouverture légale des terrains bas à l'urbanisation

Par erreur ou en connaissance de cause, le plan d'aménagement (PA) du Grand Berkane a ouvert à l'urbanisation plusieurs terrains très bas, notamment, sur les lits et les rives des oueds, suite à quoi, plusieurs lotissements ont été autorisés sur ces terrains. C'est le cas de l'oued Cherraa où plusieurs lotissements ont été autorisés sur son lit majeur (lotissements: Aziz, Kantari, ElMarwa immobilier...). Ces terrains, qui servaient à l'expansion des crues, jouaient un rôle important pour étaler dans le temps l'écoulement des eaux et réduire les débits de pointe. Leur urbanisation, en cas de fortes pluies diluviennes, va provoquer leur submersion.

Tous les cours d'eau possèdent des champs d'expansion des crues (le lit majeur), surtout les cours d'eau de plaine, la perte de champs d'expansion des crues va aggraver l'aléa et va modifier les conditions d'écoulement et de drainage des eaux en cas d'inondation.

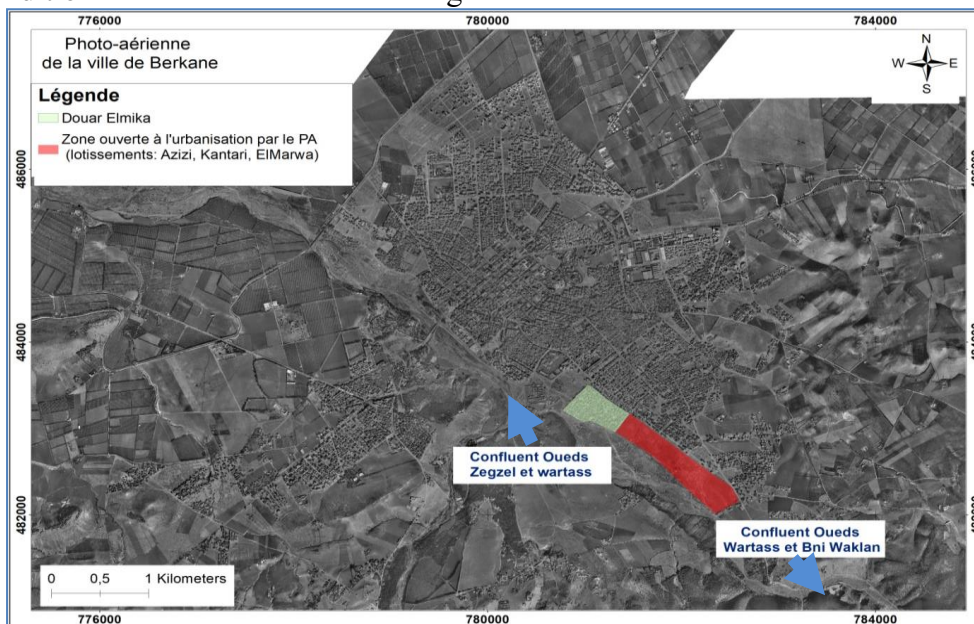


Fig.3 : Berkane, ville construite près des confluents des Oueds
(Source : Agence urbaine d'Oujda)

VII. Urbanisation non réglementaire et anarchique des zones susceptibles d'inondation

La prévision du plan d'aménagement de la ville de Berkane des zones non aédificandi (non constructibles) sur les zones susceptibles d'inondations ne signifie pas que celles-ci vont être respectées. En effet, les besoins croissants en logements pour les couches sociales défavorisées et la cherté du foncier urbain, poussent les personnes ayant un pouvoir d'achat faible et limité à construire anarchiquement leurs logements sur les cours d'eau (oueds et châabas). C'est le cas du quartier Oued Eddahab dont plusieurs constructions ont été édifiées sur son lit

mineur, du quartier Maalou dont l'habitat spontané a envahi le lit mineur de l'oued de même nom et du douar ElMika dont la grande majorité de ces constructions ont été édifiés sur le lit de l'Oued Ouertas.

Conclusion

L'histoire de la ville de Berkane est marquée par plusieurs inondations, l'étude des milieux naturel et anthropique de celle-ci a montré que ces inondations sont dues à des facteurs naturels, notamment, le relief environnant aux alentours de la ville, la topographie du son site accidentée au Sud et plate au Nord, l'hydrographie dont plusieurs oueds et chaâbas traversent l'aire urbaine et son climat très irrégulier dans le temps.

L'aménagement urbain et l'urbanisme, qu'il soit réglementaire ou anarchique, des zones inondables ne sont que des facteurs qui aggravent l'aléa.

Bibliographie

- CHARVET J-P (1970)- la plaine des Triffa (Maroc Oriental), thèse de Doctorat de troisième cycle, Université de Paris X, p: 199.
- LAOUINA A (1990) - Le Maroc nord - oriental reliefs, modelés et dynamique du calcaire, publications du rectorat de l'Université Mohammed 1er Oujda, n°1, p : 19.
- DAHMANI M (1986) - Interprétation des relevés pluvio-thermiques de la plaine des Triffa et flanc nord des Beni-Snassen (1970-1980) in actes du colloque le Maroc Oriental passé et présent, le milieu naturel, l'histoire et la culture, publications de la Faculté des Lettres et des sciences humaines Oujda, journées d'études du 13 au 15 Mars 1986, p: 51-55.
- BASTIE J et DESERT B (1991) - La ville, Paris, Masson, 1991, p: 79.
- DAOUD A (1998) - Réhabilitation des terres dégradées en Tunisie Centro-Méridionale : Cas du flanc Sud-est du Jbel Melloussi in Bassin versants au Maroc et problématique d'aménagement, publications de la Faculté des Lettres et des sciences humaines, Université Hassan II – Mohammedia (18 et 19 mars 1998).
- BOUSLAM M (1998)- Aspects de la variabilité du climat régional à travers le facteur précipitation: cas de la basse Moulouya (en arabe) in Bassin versants au Maroc et problématique d'aménagement, publications de la Faculté des Lettres et des sciences humaines, Université Hassan II – Mohammedia (18 et 19 mars 1998).

PRECIPITATIONS EXTREMES ET INONDATIONS A LA VILLE DE TAZA, CAS DES INONDATIONS DU 29-30 NOVEMBER 2010

Aissam BOUAICHE¹, Mohammed Saïd KARROUK¹, Majda CHAIR¹

¹Université Hassan II, Laboratoire des changements environnementaux et aménagement territorial, 20670, Casablanca, Maroc. Bouaicheissam@gmail.com

RESUME : La fréquence des inondations dans la ville de Taza, durant la période 2000-2010, a suscité cette étude qui vise à analyser les événements pluviométriques journaliers de la série chronologique de 1932 à 2016 de la station synoptique de Taza d'une part et de tester d'autre part l'hypothèse selon laquelle les inondations sont plus liées aux défaillances dans l'aménagement urbain qu'aux précipitations extrêmes. À partir de plusieurs indices pluviométriques, des tendances temporelles ont été analysées. Par ailleurs, la méthode de Gumbel nous a permis de déterminer les périodes de retour des précipitations. Les résultats obtenus révèlent que la ville de Taza est considérée parmi les villes du Maroc nord oriental les plus exposées au risque d'inondation, et cela revient essentiellement aux conditions climatiques, géologiques, topographiques, géomorphologiques et hydrologiques des bassins versants, qui favorables à l'engendrement d'un tel risque.

Mots-clés : pluviométrie extrême – inondation – Taza – Maroc

EXTREME PRECIPITATIONS AND FLOODS IN CITY OF TAZA: CASE OF FLOODS 29-30 NOVEMBER 2010

ABSTRACT: The flood frequency in the city of Taza during the 2000-2010 period has oriented this study which aims to analyze the daily rainfall events in the time series of 1932-2016 of the synoptic station of Taza, in order to test the hypothesis that floods are more linked to failures in urban planning than extreme precipitation. Based on different rainfall indices, temporal trends have been analyzed. Moreover, the method of Gumbel has allowed us to determine the return periods of daily rainfall. The results obtained reveal that the city of Taza is considered among the cities of eastern Morocco most exposed to the risk of flooding, and this essentially returns to the climatic, geological, topographical, geomorphological and hydrological conditions of the watersheds, which favor the generating such a risk.

Keywords: Extreme precipitations – floods –Taza – Morocco

INTRODUCTION

La ville de Taza a connu, lors de la dernière décennie (2000-2010), certaines catastrophes naturelles (inondations, séismes, incendies de fortes, mouvement de terrain...) qui ont été à l'origine de pertes de vies humaines, d'importantes dégâts matériels et des déficits considérables sur les plans économique et environnemental. Parmi ces risques nous trouvons les inondations, sont devenues récurrentes à partir des années 2000 et 2010 dans la ville de Taza, capitale vitale du couloir Fès-Taza. Les recherches liées au domaine d'étude (Taza) ont confirmé que durant la période 2000-2010 a connus plusieurs inondations. Les hauteurs de pluie associées aux inondations varient entre 52,7 mm et 461,3 mm/an.

A partir d'un point de vue climatique, et particulièrement en ce qui concerne la variabilité des cumuls pluviométriques et leur répartition spatiale. La ville de Taza a connu, lors de ces dernières années, l'apparition à répétition d'inondations qui ont causé de nombreux dégâts au gestionnaire de la ville (El Ghachi.M., 2011). Ce phénomène est certainement lié à l'augmentation des entrées pluviométriques sur l'ensemble de la ville. Il faut reconnaître que la ville de Taza a une localisation très particulière, située à cheval entre deux domaines géographiques et géologiques distincts : le Moyen Atlas et le Prérif. Ces deux chaînes de montagnes offrent à la région un potentiel pluviométrique important en termes de ressource en eaux (El Ghachi.M., 2011).

Selon des études plus récentes sur la variabilité climatique au Maroc, elles ont révélé une baisse importante de la pluviométrie annuelle et du nombre de jours de pluie, même si un retour des précipitations a été récemment observé (Sebbar A., 2012).

1. DONNEES ET METHODOLOGIE DE L'ETUDE

Le domaine d'étude appartient à la région nord orientale du Maroc (Fig.1). Il est situé au niveau de la partie la plus étroite du sillon Sud-rifain qui matérialise la jonction entre le domaine rifain et atlasique. Une telle situation lui offre un rôle important en termes de liaison entre le Maroc oriental et les autres régions du Maroc. Le rendement agricole dépend essentiellement de ces apports pluviométriques dont la plupart des zones agricoles sont cultivées en Bour, à l'exception de petites superficies irriguées installées le long des cours d'eau (El Ghachi .M., 2011).

Plusieurs études ont montré que le périmètre urbain de Taza sont de nature lithologique variée et elles s'échelonnent depuis le Trias jusqu'à l'actuel. La région étudiée présente la terminaison septentrionale des structures du moyen atlas. Selon d'autre auteurs la ville de Taza est sillonnée par un réseau hydrographique dense, essentiellement formé par un cours d'eau principal (oued Larbaâ) et ses affluents (oued Taza, oued D'fali, oued Laghouireg et oued Jaouna). Ces cours d'eau sont réputés par leurs inondations et représentent un endroit idéal pour les rejets domestiques (El Ghachi.M., 2011).

L'étude a été analysées sur l'ensemble des données pluviométriques de base est mis à notre disposition par l'agence du bassin hydraulique de Sebou (AHBS) et la (DPA) de Taza. Les fichiers de ces données donnent les valeurs mesurées des pluies journalières de la série chronologique de 1932-2016, enregistrées à la station synoptique de Taza. Les données historiques d'inondation avec leurs impacts ont été recensées dans deux organes de presse écrite (la commune urbaine de Taza et les travaux des étudiantes dans la faculté polydisciplinaire de Taza, notamment de département de géographie) sur la période 2000-2010.

Hangnon *et al.* (2015) a proposé une méthode pour la détermination des périodes d'anomalies pluviométriques (extrêmes climatiques), qui sont basés sur le calcul de l'indice standardisé des précipitations (SPI) sur les moyennes annuelles des hauteurs de pluie. L'indice (I_i) est une variable centrée, réduite, et exprimée par l'équation : $I_i = (x_i - \bar{x}) / \sigma$ ou $x_t =$ valeur de la pluviométrie de l'année i ; $\bar{x} =$ valeur annuelle moyenne (1932-2016).

Hangnon *et al.* (2015) ont démontré une méthode d'analyse des événements pluvieux extrêmes se base sur la détermination de trois indices pluviométriques : le total pluviométrique (PTOT), le nombre total de jours humides (avec pluies journalières ≥ 1 mm, JP), la pluviométrie maximale enregistrée en 1 jour (P_{x1J}) (Hountondji *et al.*, 2011 ; Griffiths *et al.*, 2003).

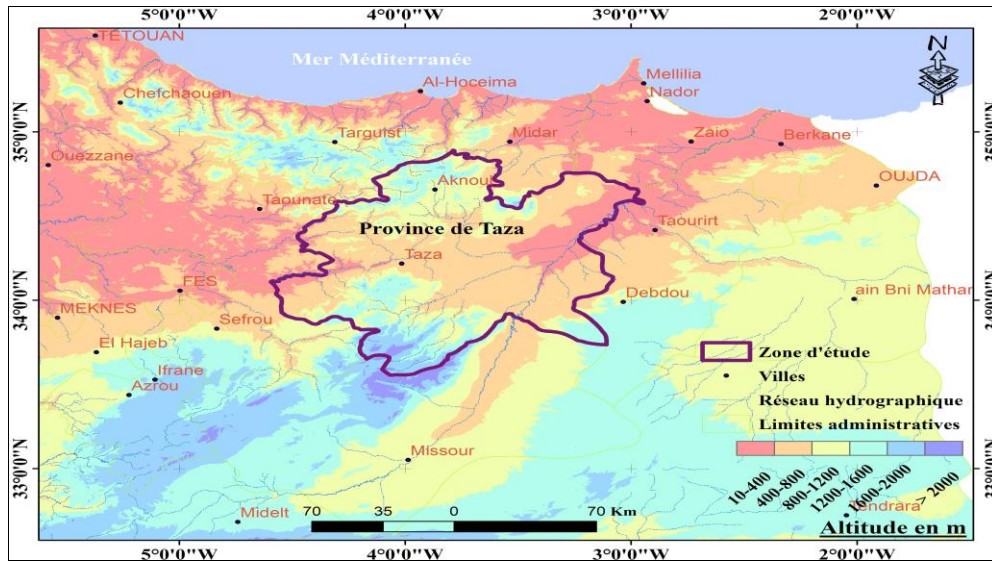


Figure 1. Carte de localisation de la ville de Taza à l'échelle nationale

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Analyse des évènements météorologiques extrêmes du 29/30 novembre 2010

Situation du 29-30 novembre 2010 : Le cas des synoptiques du 29-30 novembre 2010 montre bien le phénomène extrême des précipitations diluviennes survenues sur la ville de Taza et ses périphériques suite au recul de l'anticyclone des Açores vers le sud-ouest (Fig. 2). Cette Situation a permis aux perturbations envoyées par la dépression d'Islande de frôler le nord-ouest du pays et de donner ce type de temps très pluvieux sur le pays (01/12/2010).

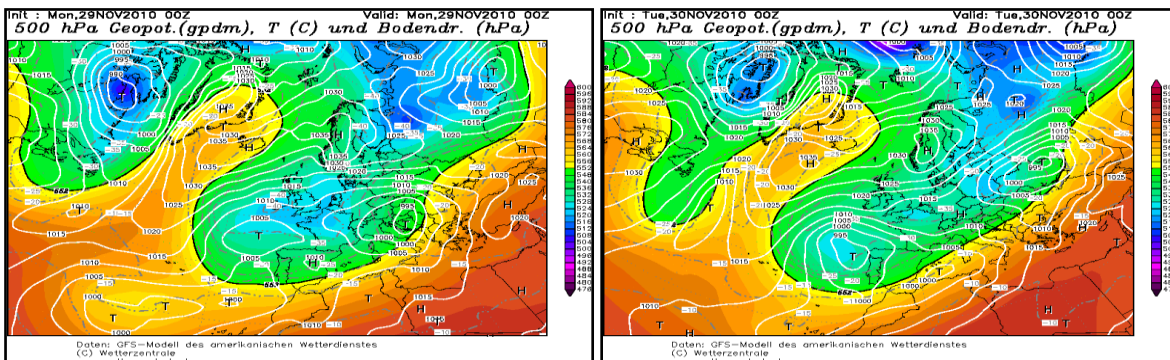


Figure 2. Carte de situation synoptique à 500 Hpa (les 29 et 30/11.2010 à 0 UTC)

2.2. Analyse des précipitations annuelles

La ville de Taza a connu en 2010 sa troisième année consécutive de pluviométrie extrême avec des précipitations excédentaires sur la quasi-totalité des villes du Royaume. Ces précipitations ont été concentrées sur les mois d'octobre 2008, février, septembre et décembre 2009 et février, novembre (29-30), décembre 2010. Elles ont généré de fortes crues et inondations à la ville de Taza et ses communes (Tahla, oued Amlil, oued Larbaa).

Les hauteurs maximales journalières relevées au cours de ce mois (décembre) ont atteint des valeurs très importantes avec un maximum de 157 mm le 29 novembre 2010 contre un record de 185 mm le 21 janvier 1996.

La figure (3) montre une succession entre les années sèches et humides pour une période très longue allant de 1932 à 2016. Ainsi deux sous périodes se distinguent : humides allant de 1933 à 1942, 1953 à 1960, 1973 à 1977, 2003 à 2014 et l'autre sèche, de 1943 à 1950, 1981 à 1984 et de 2009 à 2016 avec une reprise à la hausse des précipitations à partir de 2009.

D'un point de vue statistique sur les 84 années étudiées, 8 années (1953, 1956, 1960, 1976, 1996, 2004, 2009,2010) ont été excédentaires ($> 1 \sigma$), dont trois (1996,2009 et 2010) furent très excédentaires ($> 2 \sigma$), alors qu'aucune n'est déficitaire. En revanche, les vingt et un ans restants sont déficitaires.

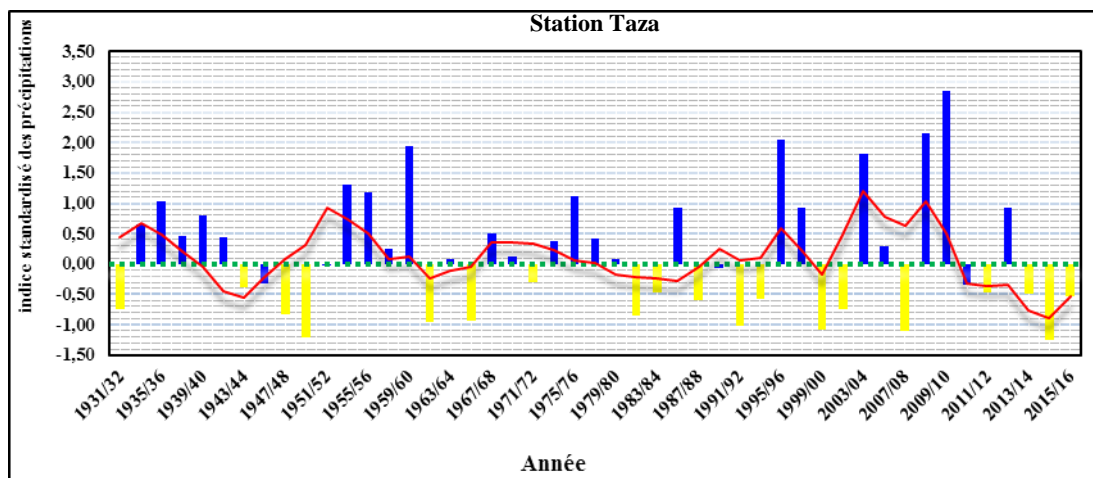


Figure 3. Evolution de l'anomalie pluviométrique à la station de Taza de 1931-2016

Selon la figure 4, les précipitations annuelles connaissent une forte variabilité d'une année à l'autre. L'écart entre le maximum et le minimum atteint les 856.9 mm. On constate également un surplus de 532.75 mm entre le max et la moyenne et un déficit pluviométrique de 323.65mm entre le minimum et la moyenne. Dans les 84 ans (1932-2016), on note 47 ans $>$ de 596.15 (moyenne) et 26 ans $<$ 596.15, et 13 ans très humides enregistrant plus de 700 mm. Les dix dernières années, notamment entre 2005 et 2015 ont enregistré des hauteurs pluviométriques les plus élevées de la chronique (Fig.4).

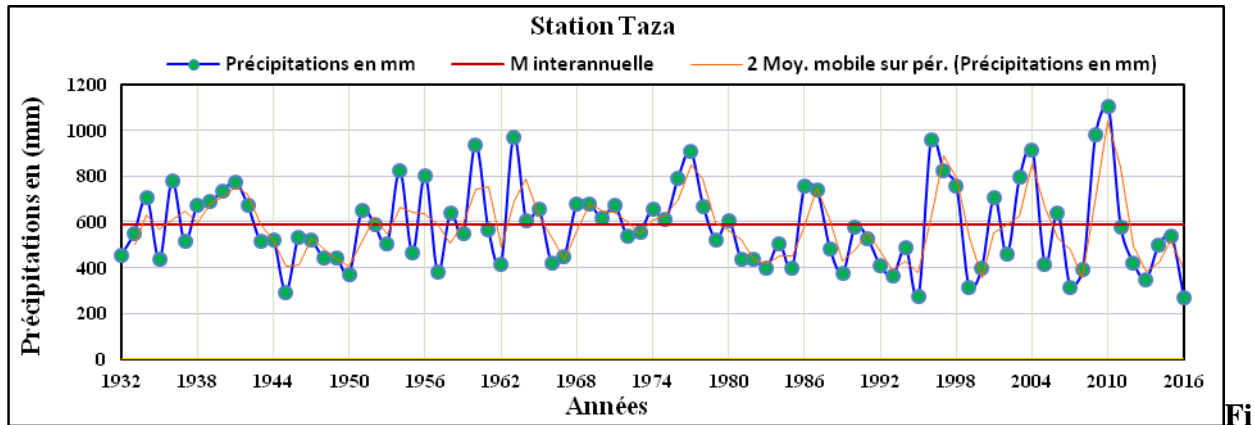


Figure 4. Précipitations annuelles par rapport à la moyenne 1932 – 2016

2.3. Tendances des indices pluviométriques

L'analyse de figure (5) indique également une tendance à la baisse des nombres de jours de pluie durant les mois de l'année 2010. Cette baisse ne s'accompagne pas d'une rupture significative. Les événements pluvieux intenses extrêmes et très extrêmes ont respectivement été définis à partir des seuils de 195 mm, 50 mm et 109 mm et 238.1 mm calculés sur la période de 12 mois. Le nombre de jours de pluie très extrême est de 52, contre 31 pour les pluies extrêmes et 15 pour les pluies intenses durant l'année 2010. Cinq jours de pluie très extrêmes et trois de pluie extrêmes ont été décomptés au cours de la période sèche (5 jours en juillet et 3 jours en aout). En ce qui concerne le mois de novembre 2010, nous remarquons que les 29 et 30 enregistrent respectivement 90 mm et 48 mm d'un total mensuel de 195 mm, et juste 30 mm pour les 26/27/28 novembre 2010.

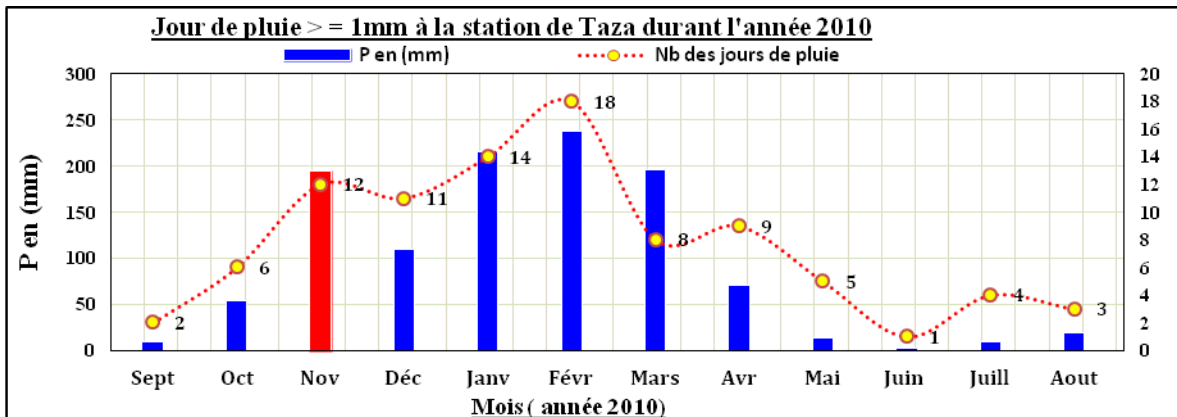


Figure 5. Tendance du nombre de jours de pluie à Taza durant l'année 2010

2.4. Estimation des périodes de retour des pluies extrêmes

Les totaux annuels enregistrés sont reportés sur les figures 6 et 7 en fonction des fréquences détectées. On note une bonne distribution des points autour de la droite. Y compris les années extrêmes (El Ghachi M., 2010). Les maximums de ces hauteurs pluviométriques se situent sur le haut de la droite ($4.50 = 1129$ mm). L'année la plus humide est l'année 2010 avec 1129 mm.

Ce qui concerne les périodes de retour, le calcul des fréquences d'apparition des pluies annuelles fournit des indicateurs intéressants pour les gestionnaires de l'aménagement. La figure 6 présente les résultats (Fig. 7).

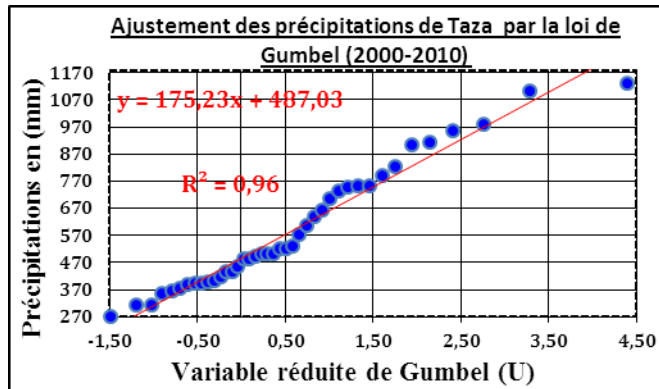


Figure 6. Ajustement des précipitations de Taza Par la loi de Gumbel (2000-2010)

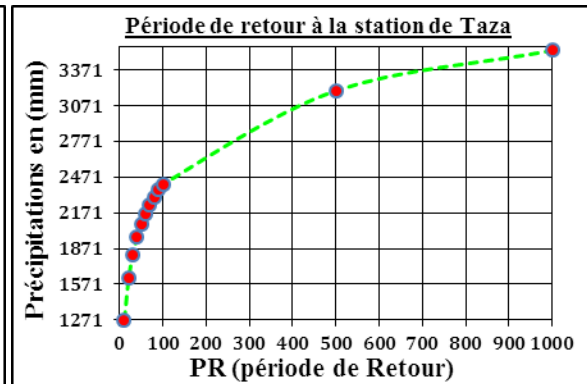


Figure 7. Période de retour à la station de Taza

CONCLUSION

Les 29 et 30 novembre 2010, la station synoptique de Taza a enregistré les plus grands excédents pluviométriques depuis trente ans selon la Direction de la Météorologie Nationale (DMN). Des pluies record ont causé des inondations graves et des dégâts humains et matériels considérables, en particulier au Nord et au Sud-est de la ville. Les effets de cette abondance sont évidemment bénéfiques pour le secteur agricole mais leur intensité et leur concentration temporelle ont engendré des risques majeurs liés aux inondations, dans plusieurs sites, aux glissements de terrains et l'effondrement des maisons anciennes suivis de conséquences psychologiques sur les populations sinistrées.

Références bibliographiques

- EL GHACHI M., AAFIR M., BOUBERRIA A., QADEM A. (2011). *Analyse des tendances pluviométriques dans la ville de Taza dans un contexte de variabilité climatique*. Colloque International de Taza le 13 et 14 Avril 2011 - Taza et son arrière-pays : ressources territoriales et perspectives du développement durable. pp.1-16.
- HOUNTONDI Y.C., DE LONGUEVILLE F., OZER P. (2011). *Trends in extreme rainfall events in Benin (West Africa), 1960-2000*. Proceedings of the first International Conference on Energy, Environment and Climate Change, 26- 27 August 2011, Ho Chi Minh City, Vietnam. <http://orbi.ulg.ac.be/handle/2268/96112>.
- HANGNON H., DELONGUEVILLE F., OZER P. (2015) Précipitations extrêmes et inondations à Ouagadougou : quand le développement urbaine et mal maîtrisé. *Actes du XXVIIIe Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Liège 2015*. pp 497-502.
- MOHYMONT B., DEMAREE G.R. (2006). *Courbes intensité-durée-fréquence des précipitations à Yangambi, Congo, au moyen de différents modèles de type Montana*. Hydrological Sciences Journal, 51, 239-253.
- SEBBAR A., HSAINE M., FOUHRACH H., BADRI W. (2012). *Etude des variations climatiques de la région centre du Maroc*. Actes du XXV^{ème} colloque international, de l'Association internationale de Climatologie, AIC 2012, Grenoble. pp. 709-714.

CARTOGRAPHIE DES RISQUES ET CONTRAINTES D'AMÉNAGEMENT DANS LE PÉRIMÈTRE URBAIN DE LA VILLE DE TAZA

Aïman HILI⁽¹⁾, Basma EL HADDAD⁽²⁾, Mohamed ABAHROUR⁽²⁾, Jaouad GARTET⁽²⁾, and Yahia EL KHALKI⁽¹⁾

(1) Laboratoire de recherche sur "Dynamique du Paysage, Risque et Patrimoine", FLSH, Beni Mellal, Maroc. E-mail : ayman.hili.1984@gmail.com

(2) Laboratoire DEP2D - Faculté Polydisciplinaire de Taza, USMBA.

RÉSUMÉ : Le problème des risques géomorphologiques lié à l'érosion, aux inondations et aux mouvements de terrain est classé parmi les risques environnementaux qui ont un effet direct sur la morphologie générale de la surface terrestre. Pour cette raison, le périmètre urbain de Taza n'échappe à cette règle.

En effet, le périmètre urbain de la ville de Taza, à l'instar de la région de Prérif, est affecté par une érosion très intense. Les formes de ravinements (les rigoles, les ravinements, ...), les mouvements de terrain (glissement, écoulement, solifluxion et les mouvements complexes) sont très abondants.

Vu la vulnérabilité et la fragilité de périmètre urbain de Taza, cette dynamique des masses menace de plus en plus les habitations (pertes humaines) de la zone d'étude et leurs infrastructures (les routes, les maisons ...).

Notre problématique s'articule sur les différentes causes des risques géomorphologiques qui constituent bien évidemment des contraintes d'aménagements dans le périmètre urbain de Taza. Ainsi, nous voulons chercher si les décideurs, les aménageurs et les urbanistes ont pris et prennent en considération toutes les menaces engendrées par ces différents types de risques géomorphologiques notamment lors de l'élaboration des plans d'aménagement et d'occupation des sols.

Pour ce fait, le présent travail vise à déterminer d'une part les facteurs responsables au déclenchement et à l'accélération des risques géomorphologiques, et d'autre part les raisons de ce déséquilibre qui menace la stabilité des terrains dans le périmètre urbain de Taza.

Mots clés : risques géomorphologiques, érosion, dégradation, vulnérabilité, périmètre urbain de Taza.

MAPPING OF THE RISKS AND CONSTRAINTS OF DEVELOPMENT IN THE URBAN PERIMETER OF THE CITY OF TAZA.

ABSTRACT: The problem of geomorphological hazards associated with erosion, floods and ground movements is classified as an environmental hazard that has a direct effect on the overall morphology of the Earth's surface. For this reason, the urban perimeter of Taza has not escaped this rule.

Indeed, a very intense erosion affects the urban perimeter of the city of Taza, like the region of Prérif. The forms of gullying (gullies, gullies ...), the movements of ground (sliding, flow, solifluction and the complex movements are very abundant).

Given the vulnerability and fragility of the urban perimeter of Taza, this mass dynamics increasingly threatens the dwellings (human losses) of the study area and their infrastructures (roads, houses ...).

Our problematic is articulated on the various causes responsible for the geomorphological risks, which constitute obviously constraints of developments in the urban perimeter of Taza. Thus, we want to find out whether decision-makers, planners and planners have taken and take into account, during the preparation of land use and development plans, all the effects and threats caused by the different types of risks geomorphologic.

For this fact, the present work seeks to find the factors responsible for triggering and accelerating geomorphological risks, as it seeks the reasons for this imbalance that threatens the stability of the lands in the urban perimeter of Taza.

Key words: geomorphological hazards, erosion, degradation, vulnerability, urban perimeter of Taza.

INTRODUCTION

Le terrain d'étude correspond au périmètre urbain de Taza. Il est localisé dans la province de Taza. L'analyse de son cadre physique est faite afin d'identifier les particularités des différents facteurs conditionnant la morphogénèse sur les versants.

En premier lieu, l'étude topographique vise essentiellement la caractérisation de la topographie de la zone d'étude. L'étude de ce facteur permet la spatialisation des altitudes dominantes qui favorisent l'écoulement des eaux et qui aident par conséquent l'accélération des risques géomorphologiques.

L'analyse du cadre géologique permet d'évaluer la part de la vulnérabilité des terrains liée à la lithologie et la structure des roches, des sols et des formations superficielles.

Par ailleurs, l'étude de l'occupation des sols demeure très importante dans la compréhension du contexte physique de la zone d'étude dans le but de distinguer les différents types de couvert végétal et déterminer leur degré de protection.

L'étude du réseau hydrographique de la zone d'étude essaie de spécifier son mode de réponse vis-à-vis des précipitations et le type d'écoulement sur les versants particulièrement associé à l'abondance relative du ruissellement et de l'infiltration qui sont l'origine du processus morphogéniques sur les versants.

L'analyse climatique permet de distinguer le mode des précipitations, des températures et des vents et leur rôle déterminant dans le recul des versants.

Tous ces facteurs interviennent, d'une manière ou d'une autre, dans le déclenchement ou dans l'accélération des processus de dégradation des sols dans le périmètre urbain de Taza.

1. Description de la zone d'étude

Le terrain de l'étude correspond au périmètre urbain de la ville de Taza, il se situe au Nord du Maroc, au contact des deux grandes chaînes montagneuses : le Rif et le Moyen atlas. Il fait partie aussi de la région de Fès-Meknès et s'étend sur une superficie de 30.98 Km².

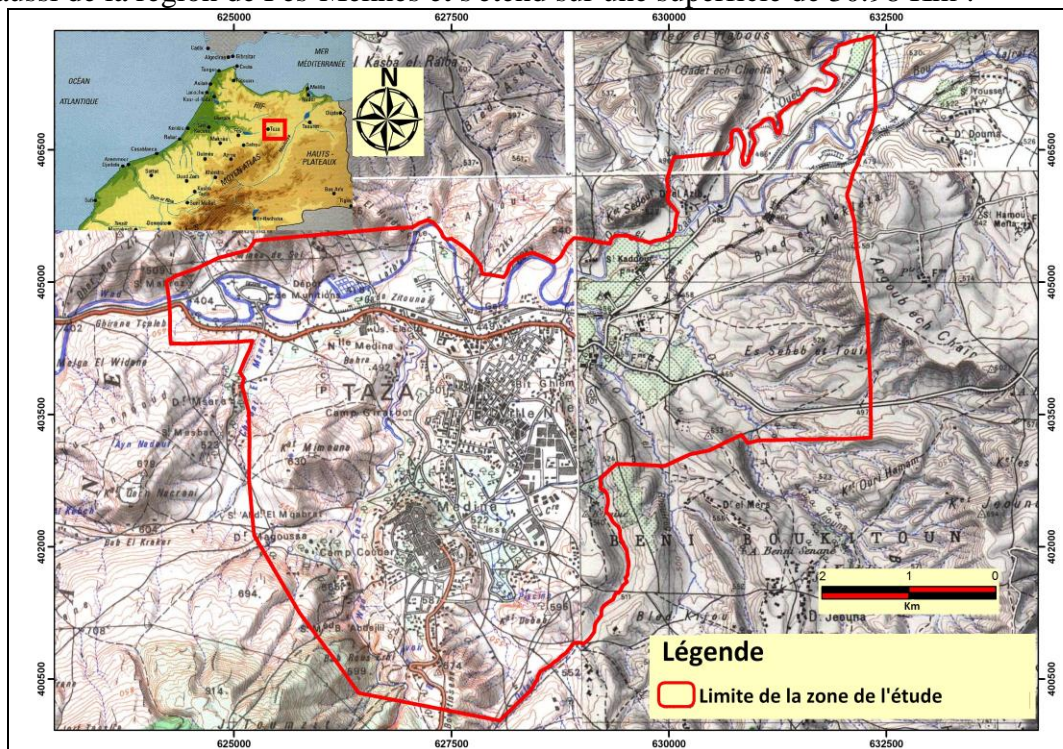


Figure 1. Localisation du périmètre urbain de Taza

Le secteur d'étude fait partie intégrante du couloir de Taza, zone centrale du Sillon Sud Rifain où le Prérif chevauche le Moyen Atlas septentrional. Dans ce secteur, les altitudes diminuent progressivement vers le centre du périmètre à partir des sommets du Nord (Prérif) et du Sud (Moyen Atlas). Cette topographie est liée notamment à la position géographique de la zone de l'étude entre le Prérif au Nord et le Moyen Atlas au Sud qui a subi l'effet de l'orogénèse alpine responsable de la surrection de ces chaînes et aussi à leur élévation.

La répartition des unités lithologiques montre une abondance des formations marneuses tendres et friables sur une superficie de 50% environ. Les graviers, galets et blocs ou sédiments fins couvrent 26% de la surface de la zone de l'étude. En revanche, les dépôts alluviaux représentent 17%. Le reste est réparti entre des formations plus ou moins compactes et cohérentes (calcaires et les travertins) qui représentent 6%.

Pour ce qui concerne la protection végétale, l'analyse de la base de données de la carte d'occupation des sols montre que les céréalicultures sont le type le plus dominant, où il couvre 45% de la surface de la zone d'étude. Les oliviers s'étendent sur une superficie de 11%, les terrains nus et l'eucalyptus représentent 2%. En revanche, le bâti couvre une surface importante avec 41%. Les jujubiers et les *Chamaerops Humilis* (doums) ne couvrent que des zones très limitées et ne passent pas 0.08% de la zone de l'étude.

Le climat de la région de Taza est de type méditerranéen, appartenant à l'étage semi-aride avec une saison froide et humide (de Novembre à Mai) et une saison chaude et sèche (de Juin à Octobre). Les précipitations et les températures sont les principaux facteurs climatiques qui expliquent le ruissellement et par conséquent favorisent l'érosion hydrique et déclenchent les mouvements de masse. En effet, il joue un rôle principal dans l'accélération et la perte des sols dans la zone de l'étude avec une moyenne interannuelle qui atteint 660 mm. En revanche, les températures maximales enregistrées à la station de Taza avoisinent de 45,3°C.

2. MATERIEL ET METHODES

Afin de cartographier les risques liés aux mouvements de terrain et à l'érosion hydrique, nous avons opté le modèle cartographique ZERMOS (Zones Exposées à des Risques liés aux Mouvements du Sol et du sous-sol). Ce modèle présente les risques sous la forme d'une carte de différentes couleurs correspondant chacune à un niveau de risque. Le schéma de la figure 2 illustre brièvement les différentes étapes de la démarche adoptée dans ce travail.

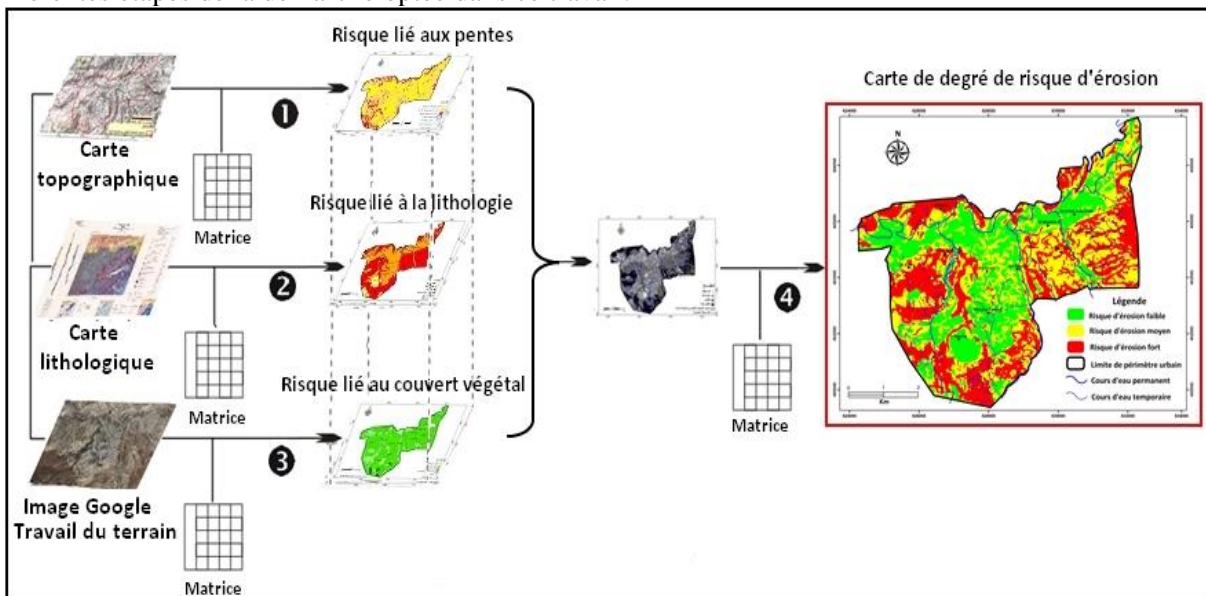


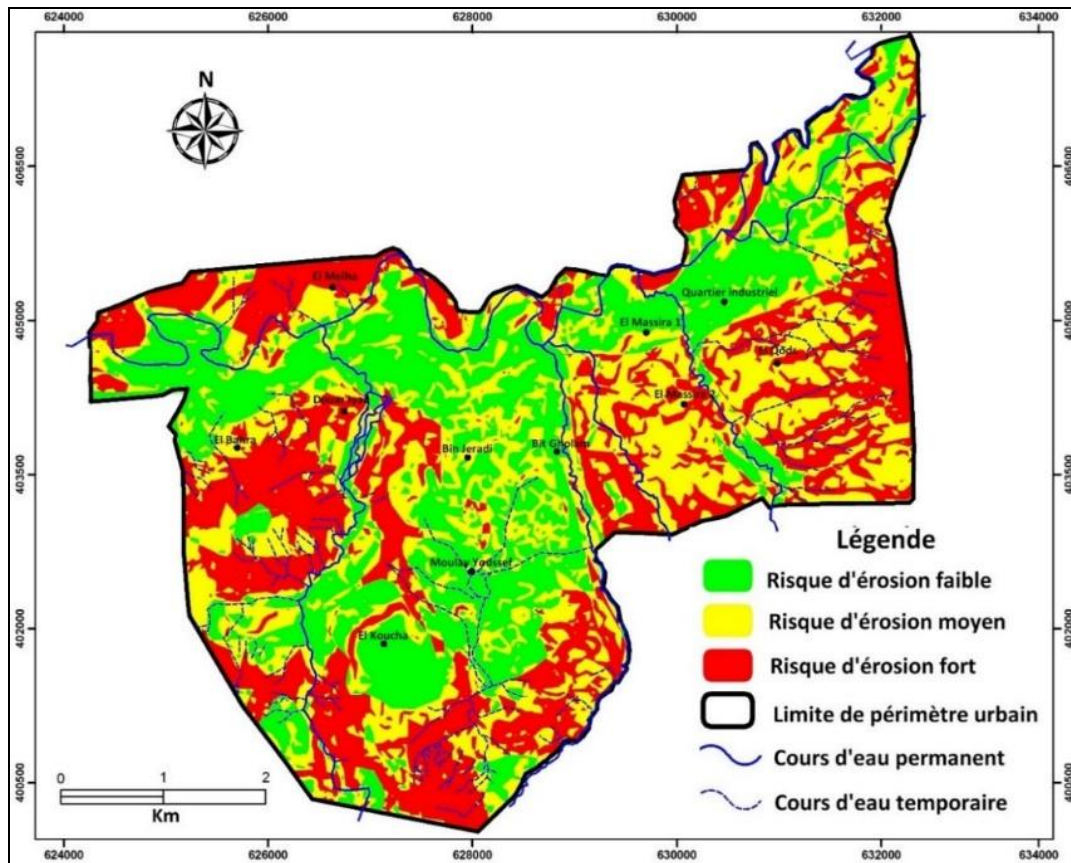
Figure 2. Schéma de la cartographie des risques selon le modèle ZERMOS 1974

L'analyse cartographique (figure 2) a été basée sur les facteurs naturels notamment les pentes (élaborée à partir de la carte topographique de Taza 1/50'000), le couvert végétal (réalisé à la base de l'image Google Earth et le travail de terrain effectué en 2016) et la lithologie (extrait de la carte géologique de Taza et Bab El Mrouj 1/50'000).

Dans cette phase, l'outil SIG a joué un rôle très important dans la superposition des cartes ainsi que le traitement de leurs bases de données.

3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

La carte des états de risque érosifs potentiels (figure 3), est une carte produite par la combinaison des données des deux cartes : carte de risques liée aux pentes et carte de risques liée à la lithologie. L'objectif de cette carte est la classification du terrain de l'étude selon le degré de risque.



L'analyse de la base de données (figure 3) montre une dominance de la classe d'érosion moyenne avec 59%, et dont ce risque se coïncide avec des zones de protection moyenne, où les pentes sont moyennes à fortes et les formations lithologiques sont fragiles.

La classe de risque d'érosion forte couvre une superficie de 33% de la zone d'étude. Dans ces terrains les pentes fortes, le couvert végétal très réduit et la lithologie tendre à l'origine de ce risque. En revanche, la classe faible représente 8%, elle s'étend notamment dans les zones bâties, et réduit par la suite l'évolution des risques.

Appelée la carte des indices ou carte de localisation des risques réels, cette carte est informative, quant à la localisation des phénomènes naturels, leur nature et leurs extensions

spatiales. Elle met notamment en évidence tous les facteurs favorables au déclenchement des mouvements (figure 4). La cartographie des risques s'appuie sur l'observation des phénomènes et sur l'analyse des facteurs qui sont les facteurs pertinents. Il s'agit de banque de données, permettant un approfondissement de la connaissance de cette zone.

Les observations du terrain ont montré que le périmètre urbain de Taza est caractérisé par de différents types de risques : érosion hydrique, glissements et inondations.

L'analyse de la carte des risques (figure 4), montre que la lithologie tendre est responsable de la spatialisation et la distribution d'une érosion très intense (érosion en nappe, ravins, ...), notamment au Nord et au Sud. De même, les glissements sont dispersés et s'étendent sur les versants de douars El Malha, Douar Iyad et El Koucha. En revanche, les éboulements et les écroulements sont associés aux zones à la lithologie dure où s'y développent davantage. Pour ce fait, nous avons observé ces risques sur les versants Sud de périmètre urbain étudié, notamment sur les parois de la Médina et les rives de l'Oued Taza. L'installation de ces formes au Sud de périmètre urbain de la ville de Taza est essentiellement dirigée par la lithologie dure de ces terrains et par ses pentes très fortes (verticales dans la plupart des cas).

Quant au risque d'inondations, les facteurs responsables à la fréquentation des crues au niveau de la zone d'étude sont dus à : (1) la situation de la ville de Taza à l'aval de nombreux Oueds (Oued Taza, Oued Defali, Oued Rouiregh, Oued Bou Lajraf et Oued Jeouna). Ces risques se limitent généralement sur le long des rives de l'Oued Larbaa (figure 4). (2) La présence des pentes qui réduisent le temps de concentration, et (3) l'imperméabilité des formations géologiques qui permettent un taux d'écoulement très élevé des eaux de surface. Tous ces facteurs accélèrent d'une manière ou d'une autre l'évolution de ces risques.

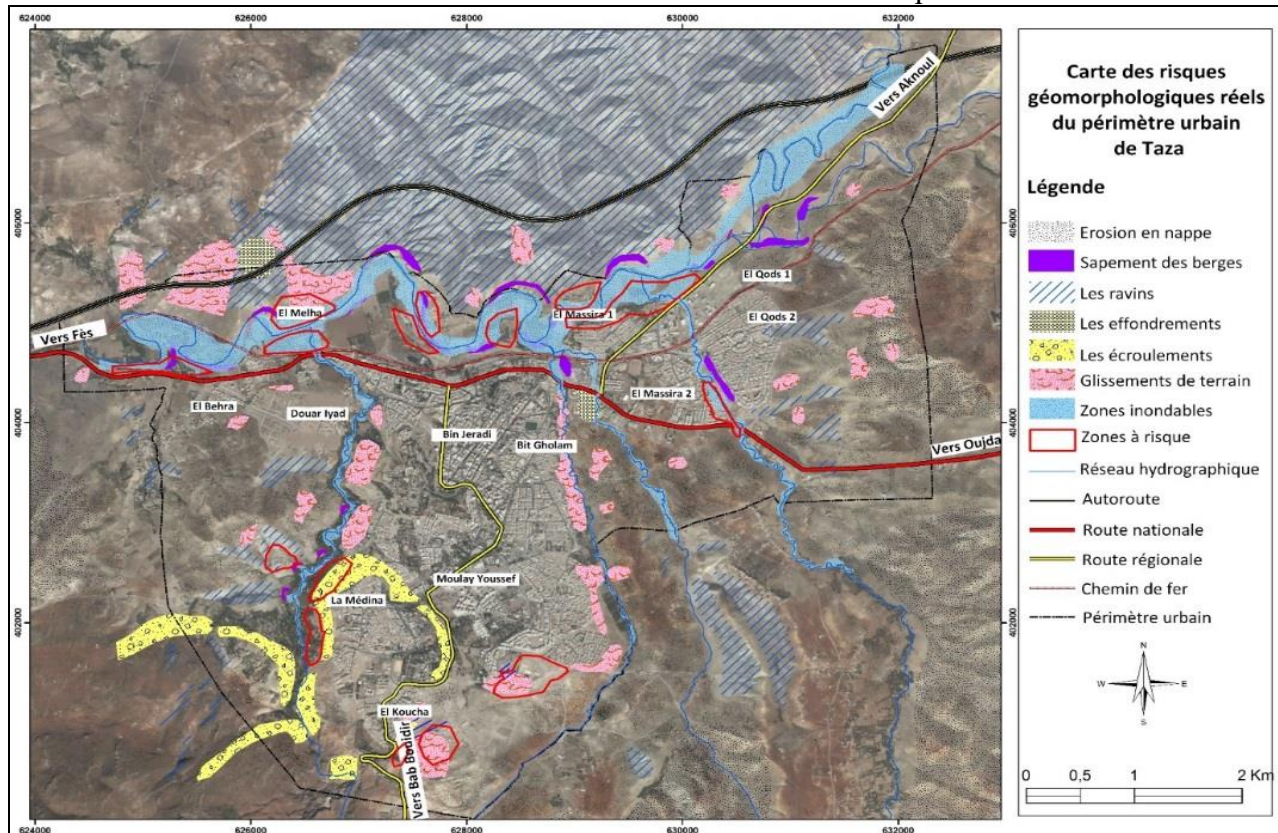


Figure 4 : Carte de localisation des risques géomorphologiques réels de la zone d'étude

La zone de l'étude connaît une morphogenèse très active, caractérisée particulièrement par des ravinements, des glissements de terrain et des zones touchées par les inondations. Cette dynamique ne devrait pas être ancienne notamment pour le risque d'inondations, vu que la plupart des douars (El Melha et EL Bahra) ont été installés récemment sur les rives de l'Oued Larbaa. Son évolution se trouve actuellement amplifiée par l'impact de l'anthropisation de la zone et devrait continuer de poser des problèmes à l'aménagement et à l'extension urbaine de la ville de Taza notamment dans ce secteur SE.

CONCLUSION

La carte des processus de la zone de l'étude montre qu'il s'agit essentiellement d'un terrain bien exposé aux différentes formes d'érosion et de mouvements de masses (ravinements, glissements, écroulements, ...), avec quelques nuances au niveau de leur spatialisation et leur concentration. Cette situation est liée forcément aux conditions lithologiques, climatiques et de l'état de protection des sols de terrain d'étude.

Le modèle ZERMOS nous a permis de classer et hiérarchiser le terrain d'étude en trois classes, dont la classe à faible degré de risque représente 44.6%. En revanche, quant aux degrés de risques potentiels moyen et fort, ils présentent respectivement 32.3% et 23.1%.

La carte réelle montre que les formes élémentaires du ravinement caractérisent l'ensemble de la zone d'étude. Les ravins profonds lacèrent de manière spectaculaire la plupart des terrains marneux ; ils varient, cependant d'ampleur et d'intensité en fonction des caractéristiques texturales. Ainsi, les mouvements de terrain présentent une grande variété et sont liés au fonctionnement d'un système complexe. Ils sont de plusieurs types : glissement, solifluxion, reptation, glissements, écoulements, etc.

Quant aux inondations, elles ont aussi une forte fréquence. Les habitants et les infrastructures se trouvent bien exposés à ce type de risque qui cause des dégâts importants (pertes humaines et biens estimés parfois des millions de Dirhams).

Références bibliographiques

- EL HADDAD B., (2013). *Les risques naturels dans le périmètre urbain de Taza. Approche cartographique*. Mémoire de licence (en arabe), PFE- Géog. Faculté Polydisciplinaire Taza. 60 pages.
- HILI A., EL HADDAD B., ABAHROUR M., (2018). *Risques géomorphologiques et contraintes d'aménagement. Prérif marocain (Cas de périmètre urbain de la ville de Taza*. Editions Universitaires Européennes. 93 pages.
- HILI A., EL KHALKI Y., BISSOUR R., (2018). *Cartographie des zones sensibles à l'érosion hydrique et aux mouvements de terrain dans le bassin versant de l'Oued Walgaz par la combinaison de l'outil SIG et de l'approche PAP/CAR, (Prérif – Maroc)*. Actes du colloque international des utilisateurs du SIG, 2016, 3^{ème} Edition. pp. 392-396.
- HILI A., (2010). *Risques géomorphologiques et contraintes d'aménagement au Sud du périmètre urbain de Taza*. Mémoire de licence, PFE- Géog. Faculté Polydisciplinaire Taza. 50 pages.
- LAYAN. B, (2014). *Détermination des crues de projet, modélisation hydraulique et gestion du risque d'inondation dans le bassin versant de l'oued Larbaâ. Cas de la ville de Taza (Maroc)*. Thèse doctorat, Faculté des Sciences Dhar El Mahrez, Fès. 174 pages.

TERRITORIALISATION ET GESTION DES RISQUES D'INONDATION: CAS DE L'AGGLOMERATION DE SFAX (TUNISIE MERIDIOLALE)

Abdelkarim DAOUD, ¹ Hayet HMERCHA ¹, Thierry SAINT-GERAND. ²

¹Université de Sfax, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Département de Géographie, Laboratoire Génie de l'Environnement et Ecotechnologies, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Sfax- Tunisie.

Hmercha.hayet@yahoo.fr daoudabdelkarim@yahoo.fr

²Université de Caen-Basse Normandie UFR de Géographie Laboratoire IDEES Caen UMR CNRS IDEES 6266 thierry.saint-gerand@unicaen.fr

RESUME: La caractérisation des risques d'inondation en milieu urbain en Tunisie a souvent privilégié l'approche par les aléas, enjeux et vulnérabilités, et leur gestion a souvent privilégié la mise en place d'infrastructures lourdes (canaux de protection, barrages de rétention, bassins d'écrêtement, digues etc.). L'étude du cas de l'agglomération de Sfax a pour but de montrer que cette approche est arrivée à ses limites, car malgré l'imposante infrastructure de protection (mise en place après les inondations catastrophiques de 1984), l'agglomération continue de subir les effets destructeurs des crues, comme celles de 2009, 2014, 2015 et 2016. Le concept de territorialisation des risques, que nous adoptons et développons, a ses précurseurs (Laganier R, 2006; November V, 2002; Thouret J-C et D'Ercole R 1996). Il consiste à étudier le risque d'inondation comme élément du système territorial, avec ses composantes humaines, sociales, économiques, fonctionnelles et leurs interactions. L'objectif de notre communication est de montrer la pertinence de la gestion des risques d'inondation à travers la réduction des vulnérabilités de l'agglomération, considérée ici comme *territoire*. Pour le cas d'étude, la vulnérabilité n'est plus *physique*, mais *sociale*, *économique* et *fonctionnelle*. La gestion du risque d'inondation devrait alors considérer celui-ci comme *élément du territoire*, à prendre en compte dans l'aménagement urbain, mais aussi dans l'élaboration d'un *Plan de Gestion de Situation de Crise*, à mettre en œuvre à la suite de chaque événement pluviométrique exceptionnel.

Mots-clés : vulnérabilité des territoires-risque d'inondation-agglomération de Sfax-Plan de gestion de situation de crise.

SUMMARY: The characterization of flood risks in urban areas in Tunisia has often favored the approach by hazards, issues and vulnerabilities, and their management has often favored the establishment of heavy infrastructure (protection channels, retention dams, capping basins, dikes, etc.). The study of the case of the agglomeration of Sfax is intended to show that this approach has reached its limits, because despite the massive infrastructure of protection (set up after the catastrophic floods of 1984), the agglomeration continues to undergo the destructive effects of floods, such as those of 2009, 2014, 2015 and 2016. The concept of territorialisation of risks, which we adopt and develop, has its precursors (Laganier R, 2006, November V, 2002, Thouret JC and D'Ercole R 1996). It consists in studying the risk of flooding as part of the territorial system, with its human, social, economic and functional components and their interactions. The objective of our communication is to show the relevance of flood risk management by reducing the vulnerability of the agglomeration, considered here as a territory. For the case study, vulnerability is no longer physical, but social, economic and functional. Flood risk management should then consider it as part of the territory, to be taken into account in urban planning, but also in the development of a Crisis Management Plan, to be implemented in the future, following each exceptional rain event.

Keywords: vulnerability of territories-risk of flood-agglomeration of Sfax-Plan of crisis management.

INTRODUCTION

L'agglomération de Sfax est considérée, par la tâche urbaine qu'elle occupe (22.000 ha) et sa population (600.000 habitants environ), comme étant la ville la plus étalée du pays. Elle a connu au cours de cinq dernières décennies plusieurs inondations, suite à des événements pluviométriques exceptionnels, ayant entraîné des dégâts matériels et humains importants, aussi bien dans les zones centrales et péri-centrales, que celles périurbaines. Notre hypothèse stipule que la connaissance de la vulnérabilité urbaine face au risque d'inondation, permettrait sa réduction prévisionnelle avant une crise. Après une présentation de la zone d'étude, mettant l'accent sur sa vulnérabilité physique face au risque d'inondation, ce travail présente une approche permettant de mieux caractériser et territorialiser les vulnérabilités. La cartographie des vulnérabilités *humaine, matérielle* et *fonctionnelle* nous a permis de produire une carte de *vulnérabilité de synthèse*, outil pouvant aider à mettre en place un *Plan de Gestion de Situation de Crise* (PGSC).

1. DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE

Notre zone d'étude ou *bassin à risque d'inondation* (Fig. 1) occupe un site de plaine littorale à très faible pente, ceinturée par des reliefs de collines de faibles altitudes.

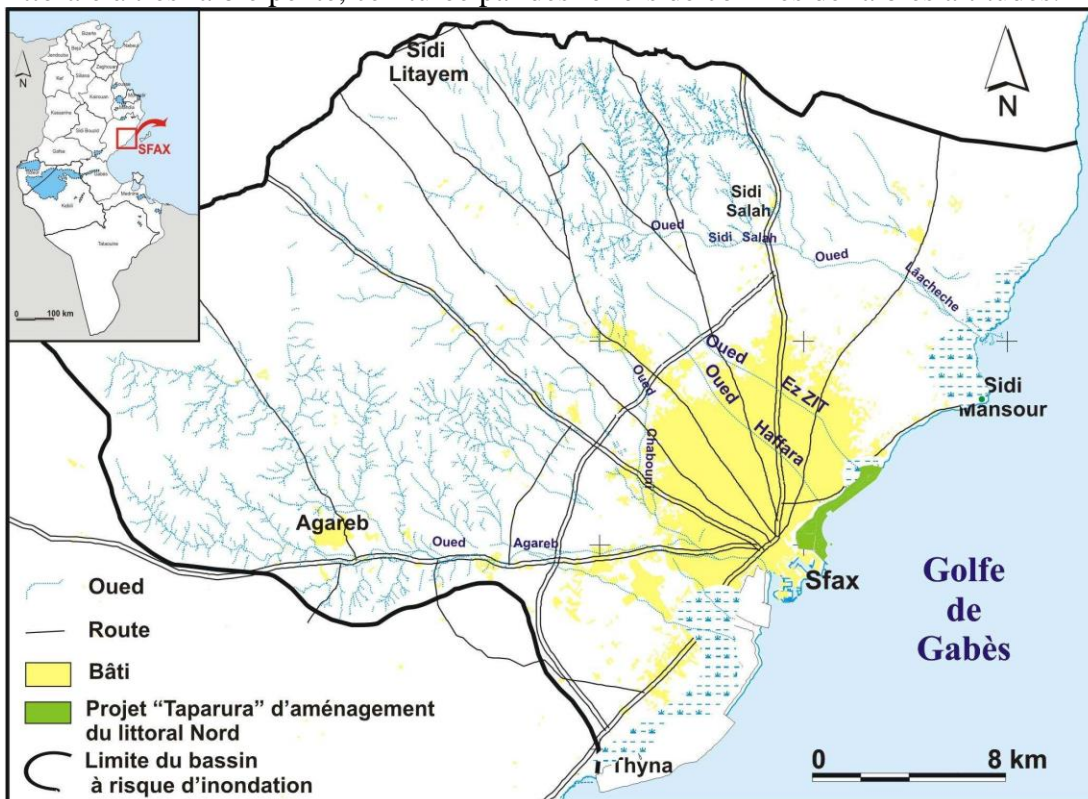


Fig. 1. Zone d'étude: le bassin à risque d'inondation de l'agglomération de Sfax.

Source: DAUD A. 2013

Cette topographie est à l'origine de la vulnérabilité physique de l'agglomération, puisque celle-ci est le lieu de convergence d'un réseau hydrographique important. L'*oued Sidi-Salih* draine toute la partie nord du bassin et est constitué par un collecteur principal, coulant d'Ouest en Est, et recevant les apports de plusieurs autres petits oueds provenant des reliefs de collines ceinturant le bassin. Dans sa partie aval, l'*oued Sidi-Salih* prend l'appellation d'*oued Laachèche*. Les abords du village de Sidi Mansour occupés par l'habitat spontané constituent alors sa zone d'expansion des crues. L'*oued Ezzit*, collecte les eaux du secteur d'*El-Medass*, situé au NW de

Sakiet Ezzit, coule ensuite vers le SE en traversant les communes de *Sakiet Ezzit* et *Sakiet Eddair* pour s'appeler ensuite *oued El Kiblaoui*. L'*oued El-Awabid-Chaâbouni* draine la partie centrale de notre secteur d'étude. Endigué sur sa rive gauche, celui-ci va recevoir les apports de l'*oued Agareb*. L'agglomération de Sfax proprement dite est traversée par de petits oueds dont les lits sont aujourd'hui complètement occultés par l'urbanisation, le plus important est certainement l'*oued El-Haffara*. (DAOUD A, 1992-2005)

Suite aux inondations catastrophiques de 1982, l'agglomération va se doter d'une imposante infrastructure de protection. Mis en place à partir de 1984, les principaux ouvrages avaient pour but l'interception des eaux de ruissellement et leur évacuation vers la mer (fig.2).

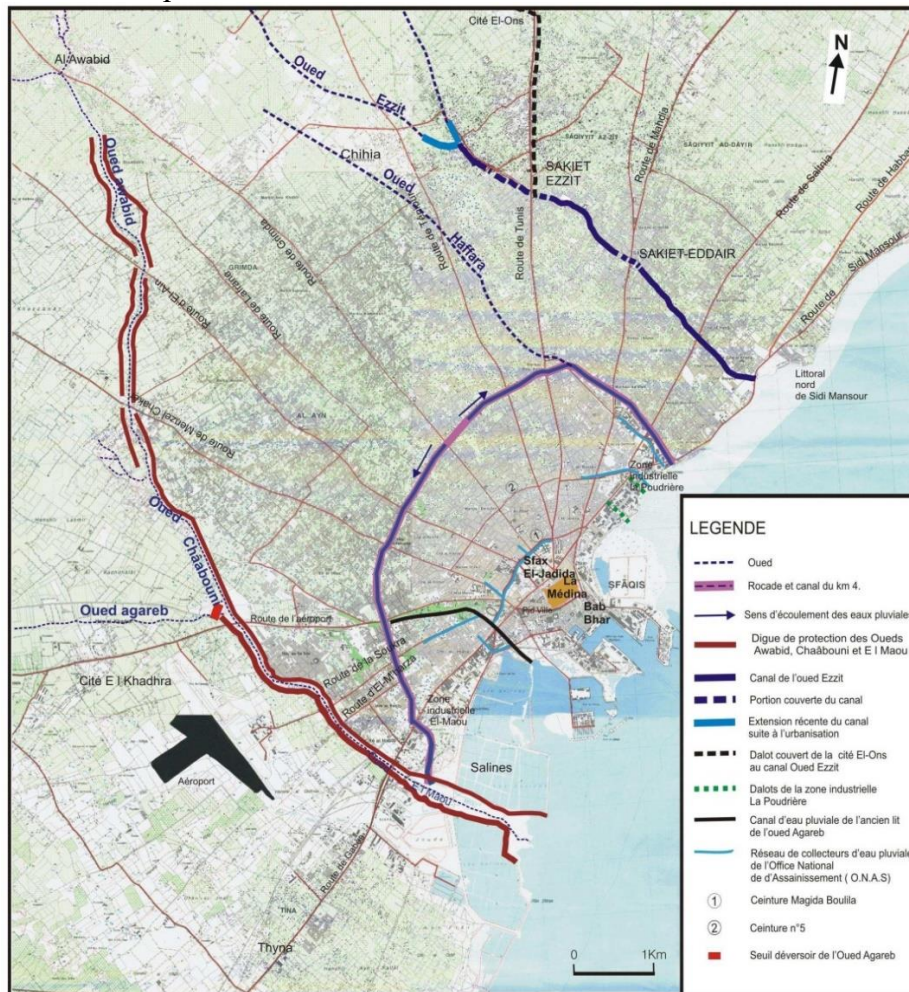


Fig. 2. Infrastructure de protection de l'agglomération de Sfax contre les inondations
Source: DAOUD. A, 2013

Le canal de la rocade du Km 4 est le principal élément de ce dispositif. C'est un ouvrage à ciel ouvert, de forme trapézoïde et comportant un revêtement en béton sur la base et les versants a pour objectif d'intercepter les ruissellements superficiels faisant suite aux précipitations, pour les évacuer vers la mer dans deux direction (littoral Nord et littoral Sud). Le canal de *Oued Ezzit*

avait pour but de maîtriser cet oued lors de son passage d'abord à proximité de la commune de *Sakiet Ezzit* (40.000 habitants), puis la commune de *Sakiet Eddair* (30.000 habitants) et cela par son recalibrage et endiguement sur environ 7 km jusqu'à son embouchure sur le littoral de Sidi Mansour. La digue de *Awabid-Chaabouni-Agareb* et *El-Maou* a pour objectif de protéger les zones périurbaines contre les crues. Le dispositif est complété par de nombreux dalots et systèmes d'évacuation des eaux pluviales en zones centrale et péricentrale (DAOUD A, 2013)

2. MATERIEL ET METHODES

Un cadrage conceptuel nous semble d'abord nécessaire, sur les concepts de vulnérabilité, de territoire et leurs relations. November (2002) affirme « qu'il ne devrait plus être possible d'étudier le risque sans le territoire, ni le territoire sans le risque... cela signifie que les études géographiques du risque doivent tenir compte de la relation riche et complexe entre ces deux éléments ». Pour Laganier (2006), comprendre la relation entre vulnérabilité, risque et territoire permettrait « une meilleure prise en compte de ce risque dans les documents d'urbanisme et d'aménagement du territoire ». Nous considérons la vulnérabilité comme *l'impact potentiel d'un événement sur les différentes composantes d'un territoire géographique exposé* (Hmercha H. 2017). Nous aborderons donc la vulnérabilité territoriale de l'agglomération de Sfax en considérant trois grands types d'enjeux et donc de vulnérabilité : d'abord *la vulnérabilité humaine* qui est l'impact potentiel de l'aléa sur la vie humaine ; elle est fonction de l'intensité de l'aléa et de la sensibilité intrinsèque de population (perception, sensibilité...) et extrinsèque (efficacité des travaux de protections, de l'alerte, des secours et des soins...) ensuite *la vulnérabilité matérielle* ou *économique*, qui est l'impact potentiel de l'aléa sur les biens: l'habitat, les différents types de bâtiments, les différentes activités socio-économiques de la société et les réseaux de transport et de communication ; elle dépend aussi de l'intensité de l'aléa et de la capacité de résistance physique des biens et enfin *la vulnérabilité fonctionnelle*, qui est l'impact potentiel de l'aléa sur le fonctionnement de la ville, elle dépend de l'intensité de l'aléa mais aussi de la capacité de résistance et de résilience du territoire (HMERCHA H. *et al.*, 2015).

Pour arriver à des résultats les plus fiables possibles, une chaîne de méthodes a été utilisée. (HMERCHA H. *et al. op.cit.*) Elle a consisté d'abord en traitement d'images satellitaires : compte tenu de l'indisponibilité des données de l'année 2000 sur Google Earth et sur d'autres sites, nous avons eu recours à des images Landsat http://landsat.usgs.gov/Landsat_Search_and_Download.php, accessibles gratuitement. Nous sommes parvenus à obtenir les images de 1982 et de 1987. Compte tenu de la résolution de ces deux images, le choix s'est naturellement porté sur celle de 1987. Les bandes ont été chargées (*vert, rouge, bleu, infrarouge, proche infrarouge, moyen infrarouge et ultra-violet*) et combinées avec le logiciel *ENVI 7* pour ensuite passer à composition colorée. Une fois la combinaison faite, à l'aide du logiciel *ArcGIS (Arcinfo version 10.2)*, nous avons procédé à la classification supervisée qui fut suivie de corrections manuelles à la base des connaissances du terrain. Quatre unités d'occupation ont ainsi été obtenues à l'issue de ce traitement : le bâti et non bâti, sable et salines. Ensuite, nous avons procédé à la numérisation des données vecteurs de 2014. La digitalisation a concerné systématiquement le bâti, le réseau de routes et de voies et le réseau hydrographique pour l'ensemble de l'agglomération (*Idem*).

Afin de caractériser les différents types de vulnérabilités, la méthode adoptée dans le présent travail consiste à recenser les différentes modes d'occupation du sol qui en dépendent en grande partie, en donnant une attention particulière aux installations sensibles comme les écoles, les hôpitaux, les pôles chimiques et industriels et certaines autres installations sensibles de la zone d'étude. La démarche globale d'analyse spatiale des enjeux humains (Daoud. *et al.* 2007) comporte les phases suivantes: d'abord, l'inventaire des objets spatiaux

caractérisés par la présence de la population, leur identification et classification selon différents types de morphologie urbaine. Ensuite, la détermination des niveaux d'enjeux et vulnérabilités de ces ensembles : estimation du nombre de personnes, caractérisation de la population et estimation de son degré d'exposition. Enfin, la cartographie des typologies de zones vulnérables.

Une classification spatiale multivariée (Méthode des "Nuées dynamiques spatiales" d'après l'algorithme de Diday sous Arc Gis 10.2 Spatial analyst) portant sur des critères d'évaluation des vulnérabilités des différentes catégories d'enjeux (économique, humain, fonctionnel) attachées aux bâtiments a été mise en œuvre, et sous-tend les cartes de synthèse (Fig 3.1 à 3.4)

3. RESULTATS ET DISCUSSION

La lecture de la fig.3 permet de dire que la *vulnérabilité humaine* reste élevée dans les zones littorales topographiquement basses où convergent les ruissellements, dans certains quartiers populaires sur les ailes nord et sud et dans les secteurs périurbains situés au-delà des infrastructures de protections. En outre, les *vulnérabilités matérielle et fonctionnelle* semblent être localisées dans la zone centrale et péricentrale, ainsi que sur les radiales, en raison des accumulations et stagnations d'eau, et le rôle d'axes artificiels de drainage des eaux de ruissellement, joué par les radiales, au moment des crues.

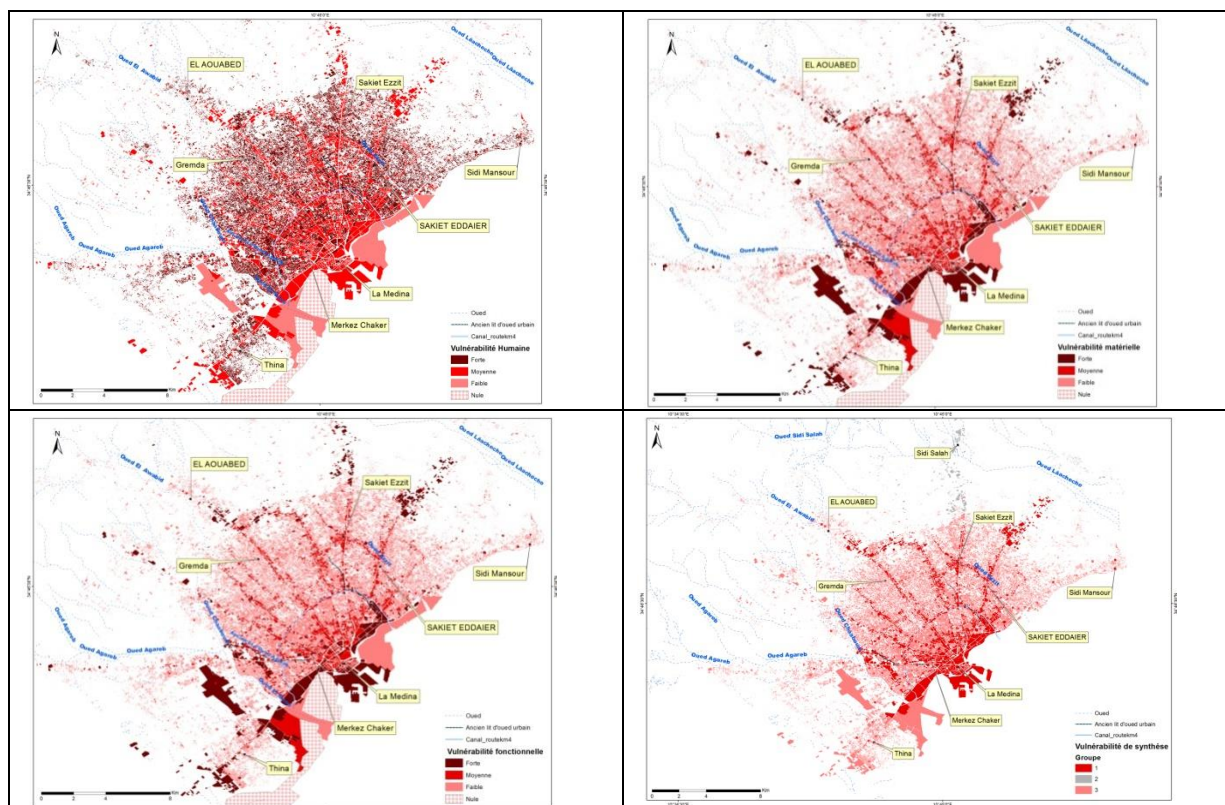


Fig. 3: cartes des vulnérabilités : humaine (3-1, en haut, à gauche), matérielle (3-2, en haut, à droite), fonctionnelle (3-3, en bas, à gauche) et de synthèse (3-4, en bas, à droite) de l'agglomération de Sfax. (Source : Hmercha H. 2015).

Le croisement de ces trois types de vulnérabilité donne ce que nous appelons *vulnérabilités de synthèse*. : D'abord un premier groupe d'espaces urbains ou d'îlots ayant une *vulnérabilité de synthèse* dans laquelle les trois types de vulnérabilités sont importants. Ensuite, un deuxième groupe ayant une *vulnérabilité de synthèse* marquée par une dominance de la *vulnérabilité matérielle*. Enfin, un troisième groupe à *vulnérabilité de synthèse* dans

laquelle la *vulnérabilité humaine* est plus importante que les deux autres. (HMERCHA H. *et al*, 2015). La vulnérabilité de la zone centrale et péricentrale, pourtant bien protégée par des infrastructures (canal de ceinture, plusieurs dalots d'évacuation des eaux pluviales), semble paradoxale. Il faudrait chercher les raisons de cette vulnérabilité dans la concentration des activités industrielles et de services, du mouvement pendulaire quotidien, voire bi-quotidien, de la population entre le centre-ville et sa périphérie, de la congestion quasi permanente des voies de circulation, phénomène qui vire à leur blocage total suite aux moindres averses (DAOUD A, 2013), comme ce fut le cas lors des épisodes pluviométriques de 2009, 2013 et 2015.

CONCLUSION

En conclusion, nous pouvons confirmer que la vulnérabilité de l'agglomération de Sfax face au risque d'inondation est territorialement différenciée. Si les secteurs périurbains non protégés nécessitent encore des infrastructures, la zone centrale et péricentrale, déjà bien protégée mais encore vulnérable, exige d'autres solutions. Celles-ci sont à trouver dans un Plan de Gestion de Situation de Crise, déjà appliqué dans certaines villes européennes comme Nice, comportant principalement un plan de circulation et d'information en temps réel des usagers de la ville, orientant au moment opportun les flux vers des zones non submergées. Des solutions technologiques sont aujourd'hui envisageables, notamment via la téléphonie mobile (diffusion instantanée d'alertes et de recommandations à partir de centres d'information SIG), très largement utilisée aujourd'hui dans la population urbaine tunisienne.

Références bibliographiques

- DAOUD A. (1992) A propos des inondations exceptionnelles d'octobre 1982 à Sfax. *Revue Tunisienne de Géographie*, 21-22, p11-31
- DAOUD A. (2005) Périurbanisation et risque d'inondation. Cas de l'agglomération de Sfax (Tunisie méridionale). *Espaces Maghrébins, Revue de l'Union Géographique Marocaine*. n° 5-6. pp.97-112
- DAOUD A., ZIMMERMANN E., SAINT-GERAND T. (2007) Approche globale et intégrée des risques dans l'agglomération de Sfax (Tunisie méridionale) Actes du IX colloque de géographie maghrébine. Pub. Faculté des Lettres et Sciences Humaines de Sfax
- DAOUD A. (2013) Retour d'expérience sur les inondations dans l'agglomération de Sfax de 1982 à 2009 : de la prévention à la territorialisation du risque *Revue de Géographie de l'Est*. Vol. 53/1-2 pp 1-16 <http://rge.revues.org/4630>
- HMERCHA H. SAINT-GERAND T., DAOUD A. (2015) Nouveaux éléments d'approche de la vulnérabilité de l'agglomération de Sfax (Tunisie méridionale) face au risque d'inondation. Actes du Symposium international: vulnérabilité des littoraux méditerranéens face au changement climatique. Kerkennah (Tunisie) 2015.
- HMERCHA H (2017) Les risques d'inondation dans l'agglomération de Sfax. Thèse de Doctorat en sciences géographiques. Université de Sfax. Faculté des Lettres et Sciences Humaines.
- LAGANIER R. Ed. (2006) Territoires, inondations et figures du risque. L'Harmattan. Itinéraires géographiques. Paris. 257p.
- NOVEMBER V. (2002) Les territoires du risque, le risque comme objet géographique. Publication Peter Lang. Berne. 332p.
- THOURET J-C., D'ERCOLE R. (1996) Vulnérabilité aux risques naturels en milieu urbain. *Cah.Sci.Hum*. N° 32. Pp.407-422.

L'INTEGRATION DE LA GESTION DES RISQUES NATURELS DANS LES PROCESSUS DE PLANIFICATION ET LE RENFORCEMENT DE LA RESILIENCE

LOTFI Nidal¹,
KARROUK Mohammed-Said¹,
nidal.lotfi86@gmail.com

CHIHAB Niema²,
HAKMAOUI Abdelati²
ch.niema@gmail.com

¹Université Hassan II, FLSH Ben M'Sick, Dpt. Géographie, LCEAT, Casablanca

²Université Hassan II, FSJES Ain Sebaa, LARMIG, Casablanca

RESUME : Au Maroc, et en plus d'un éventuel changement climatique (CC), l'urbanisation accélérée du demi-siècle passé a engendré de nouveaux risques et exacerbé ceux déjà encourus, remettant en cause le processus de développement durable adopté et effaçant des années d'efforts et faisant régresser par la suite les populations à des niveaux de pauvreté élevés vu l'importance de leurs conséquences socio-économiques, ainsi leurs répercussions sur l'évolution du pays. Au cours des dernières décennies, la gestion des risques naturels majeurs (prévention, adaptation, information, organisation des secours et de la reconstruction post-crise...), a évolué d'un exercice purement technique (la gestion de la crise) pour devenir beaucoup plus stratégique. Notre objectif principal dans ce travail sera de déterminer les différentes pratiques à employer afin de gérer durablement ces risques déjà existants, et ceux engendrés des changements climatiques en se référant aux épisodes pluvieux qui sont devenues plus intenses et plus fréquentes, notamment à Casablanca et Guelmim survenues successivement en 2010 et 2014, et en intégrant ces pratiques en gestion dans les exercices de planification stratégique. Il s'agit d'un changement fondamental par rapport à la manière de percevoir et mieux aborder la résilience face aux risques naturels. En effet, les villes marocaines doivent anticiper les événements qui se produisent sur leurs territoires, les considérer comme référence et les intégrer dans les plans de développement à l'avenir. Elles doivent non seulement se préparer pour intervenir lors de catastrophes, mais aussi agir en amont pour réduire les vulnérabilités existantes, les expositions survenues, et renforcer l'attractivité et la résilience de leur territoire.

Mots clés : Inondations, Changement Climatique, Gestion des Risques, Aménagement, prévention, Développement durable, Résilience.

The integration of natural risk management into planning processes and strengthening resilience.

ABSTRACT: In Morocco, and in addition to climate change, the accelerated urbanization of the past half-century has created new risks and exacerbated those already incurred. As they challenged the adopted sustainable development process and erased years of efforts, leading to a higher poverty exposure for the population given the importance of their economic and financial consequences, and their repercussions on the evolution of the country. Over the past decades, the management of major natural risks (prevention, adaptation, information, organization of relief and post-crisis reconstruction ...), has evolved from a purely technical exercise (management of the crisis) to become much more strategic. Our main objective in this work will be to determine how to sustainably manage these existing risks, and those related to exposure to climate change - by referring to the floods of Casablanca and Guelmim successively in 2010 and 2014 -, and integrate them into strategic planning exercises. This is a fundamental change in the way we perceive and better address resilience to natural hazards. Indeed, Moroccan cities must anticipate the events that occur in their territories, consider them as a reference and integrate them into development plans in the future. They must not only be prepared to respond to disasters, but also act upstream to reduce existing vulnerabilities, exposures, and enhance the attractiveness and resilience of their territory.

Key words: Floods, Climate Change, Risk Management, Planning, Prevention, Sustainable Development, Resilience.

INTRODUCTION

Aujourd'hui, le CC¹⁵ représente un défi majeur auquel est confrontée l'humanité. Quoique difficiles à cerner, les risques et les conséquences de ce phénomène sont multiples, irréversibles et dépassent dans la plupart des cas, la capacité de réponse des pouvoirs publics.

Le monde devient plus urbain, des démographes estiment que 54 % de la population mondiale vit désormais dans des zones urbaines. D'ici 2050, l'accroissement de la population mondiale est estimé de 66 %¹⁶.

Comme conséquence de cette expansion des villes, la superficie du territoire urbain sera triplée entre 2000 et 2030 (de 400,000 km² à 1,2 million de km²), un énorme défi pour l'atténuation, l'adaptation et la gestion des risques. Par conséquent, la gestion des risques naturels¹⁷ est devenu indispensable, elle concerne l'utilisation systémique des décisions administratives et institutionnelles et des compétences et capacités opérationnelles, afin de mettre en œuvre des politiques et stratégies pertinentes pour réduire l'impact des catastrophes qui résultent de ces risques et qui sont souvent dramatiques (UNISDR).

Dans les pays en voie de développement les catastrophes naturelles continuent à faire beaucoup de victimes en raison de la précarité des logements, de la croissance démographique importante notamment en l'absence de moyens économiques et financiers susceptibles d'assurer une meilleure prévention face aux risques naturels.

PROBLEMATIQUE :

Au Maroc, plusieurs catastrophes naturelles sont survenues lors de ces dernières décennies, en particulier les inondations et les sécheresses qui ont coûté de lourdes pertes humaines et socio-économiques, touchant de nombreuses zones rurales dans le sud (Ourika, Guelmim) et urbaines du nord (Mohammedia, Berrechid, Casablanca, Tanger). Ces inondations ont eu un impact important sur le PIB agricole (représente 13% du PIB national et emploi 43% de la population active du pays), sur les infrastructures de base (route, chemin de fer, ponts, électricité ...) et sur les zones industrielles et ont causé des pertes de vies humaines dans le cas des crues rapides.

Ces catastrophes expliquent en partie la motivation du Maroc à entreprendre depuis plus de dix ans des efforts conséquents afin de renforcer sa résilience¹⁸ face aux risques naturels dont la probabilité d'occurrence ne cesse d'augmenter en raison du réchauffement climatique, de la concentration accrues des biens, des personnes et des activités dans les zones à risque (zones inondables, littorale...) et de la vulnérabilité qui s'accroît au fur et à mesure de son développement. C'est ainsi que la mise en place d'une politique ambitieuse et performante de gestion des risques naturels soit fondamentale pour garantir au Maroc la poursuite d'une croissance inclusive et renforcer l'attractivité et la résilience de son territoire.

Partant de ce constat, nous souhaitons dans ce travail apporter notre réflexion sur la problématique de recherche suivante :

¹⁵Selon La convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) « changements qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables »

¹⁶ UNDESA 2014

¹⁷ Le risque naturel est un risque lié aux phénomènes naturels tels que les inondations, les séismes... Il résulte de la combinaison de l'intensité d'un aléa naturel et de la vulnérabilité, il devient catastrophe lorsqu'il se réalise et que ses effets sont particulièrement dommageables. 'Etude sur les aléas naturels et leurs enjeux 'établi par l'inspection générale de l'environnement en France en 2005.

¹⁸ La résilience désigne l'aptitude à résister, absorber le choc et à retrouver un fonctionnement normal, ou s'adapter avec succès face à un phénomène adverse. (B.Quenault La rhétorique de la résilience, une lueur d'espoir à l'ère de l'anthropocène 2016).

Face aux impacts socio-économiques des risques naturels au Maroc, quelles sont les mesures à entreprendre au niveau de la politique de gestion des risques afin de garantir la rentabilité des efforts fournis en matière de renforcement de la résilience ?

En effet, l'objectif principal de ce travail est de déterminer comment gérer durablement les risques déjà existants et ceux liés au CC et les intégrer dans les exercices de planification stratégique. Il s'agit d'un changement fondamental par rapport à la manière dont on perçoit et on aborde la résilience aux risques naturels.

DISCUSSIONS ET RESULTATS :

La concentration géographique des personnes et des biens résultant de l'urbanisation accélérée et du réchauffement climatique, les catastrophes sont devenues de plus en plus dévastatrices et remettent en cause le processus de développement adopté et effacent des années d'efforts faisant régresser les populations à des niveaux de pauvreté élevés vu l'importance de leurs conséquences socio-économiques, et leurs répercussions sur l'évolution du pays. En revanche, l'exposition¹⁹ et la vulnérabilité aux phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes, qui risquent d'augmenter considérablement dans les dix prochaines années, déterminent les conséquences et la probabilité d'une catastrophe (le risque de catastrophe).

Les effets destructeurs du CC et les coûts connexes qui impactent le développement d'un pays seront inévitable en se basant simplement sur quelques mesures de prévention. La gestion des risques de catastrophes et l'adaptation²⁰ au CC peuvent atténuer l'exposition et la vulnérabilité²¹ aux phénomènes météorologiques et climatiques, et donc réduire la probabilité d'une catastrophe, tout en renforçant la résilience face aux risques qui sont impossibles d'éliminer. (Rapport SREX GIEC, 2012).

Cependant, le rôle de l'Etat est d'assurer la sécurité des citoyens ce qui nécessite la mise en place des politiques adaptées pour faire face aux risques naturels majeurs notamment au niveau de la planification et de la prévention. Ce fut le cas du Maroc durant les dernières décennies. Les autorités publiques mènent une politique de gestion des risques qui implique des responsabilités partagées entre plusieurs acteurs des secteurs public et privé. Cette politique repose sur quatre axes principaux:

- Politique d'évaluation des risques: le Maroc a mis en place des approches d'évaluation des risques les plus importantes sur le plan national au début des années 2000 : il s'agit principalement du premier atlas cartographique multirisque en 2008, et MnhPRA, qui est un logiciel d'évaluation intégrant la notion de vulnérabilité, mais il est peu utilisé par manque de formation à ces usagers. Ainsi, la politique d'évaluation connaît un problème fondamental, à savoir l'inexistence d'une base de données recensant les dommages de façon exhaustive, bien que de nombreux acteurs rassemble un nombre d'informations mais ne semble pas, malheureusement, être régulièrement mise à jour.

- Politique de prévention des risques naturels: repose sur le renforcement de la culture du risque auprès des acteurs publics, de la société civile et du secteur privé, sur les mesures structurelles (la politique des barrages, Le Programme National de Prévention des

¹⁹ Exposition : Présence de personnes, de moyens de subsistance, de ressources et de services environnementaux, d'éléments d'infrastructure ou de biens économiques, sociaux ou culturels dans un lieu susceptible de subir des dommages. Rapport SREX GIEC, 2014

²⁰ L'adaptation peut être définie comme « l'ensemble des évolutions d'organisation de localisation et de techniques que les sociétés devront opérer pour limiter les impacts négatifs de ces changements et maximiser leurs effets bénéfiques » (Christian De Perthuis, 2009, Les volets économiques de l'adaptation au changement climatique, CONSEIL ÉCONOMIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE, Références économiques N°5, 8 pages).

²¹ Vulnérabilité : Propension ou prédisposition à subir des dommages. Rapport SREX GIEC, 2012.

Inondations (PNPI), Le projet de transfert d'eau Nord-Sud...), et non-structurelles de prévention (Codes de construction et résilience du bâti face aux tremblements de terre, contrôle de l'habitat non-réglementaire, le Plan Maroc Vert...). Et enfin sur la résilience des secteurs d'importance vitale (eau, télécommunications, énergie, transport).

- Gestion d'urgence : qui implique une solide préparation en amont. Les capacités de réponse d'urgence sont partagées par plusieurs institutions, depuis la protection civile en passant aux services de santé, aux forces de police militaire, les unités de réponses des opérateurs des secteurs de transport, d'énergie et de l'eau, des télécommunications jusqu'aux associés la société civile.

- Le financement des politiques de relèvement et de reconstruction: Cette démarche repose principalement sur les compensations publiques ex-post, qui sont le mécanisme principal de financement des risques au Maroc, combinant financements publics, solidarité nationale et internationale. La constitution du Fonds de Lutte contre les Effets des Catastrophes Naturelles en 2009 a constitué le premier outil de financement des risques. Géré par le Ministère de l'Intérieur, et financées annuellement par le budget de l'État. En revanche, Le recours aux mécanismes d'assurance et de transfert du risque, ainsi que l'instauration du « Fonds de solidarité contre les évènements catastrophiques » au profit des individus qui ne disposent d'aucune couverture sont encore limités au Maroc. Par conséquent, les dommages résultants des catastrophes majeures incombent souvent à l'État et pèsent sur son budget propre.

Or les dernières catastrophes naturelles ont montré que les efforts entrepris par le Maroc en matière de sa politique de gestion des risques naturels sont toujours limités face à la puissance des catastrophes naturelles et de la vulnérabilité socio-économique de son territoire. L'ampleur des dégâts et les pertes de vies humaines causés par ces catastrophes durant la dernière décennie ont été très importants notamment celles provoquées par les inondations. Celle de Guelmim étaient les plus dévastatrices depuis 1995 selon une étude réalisée par la banque mondiale en 2015, avec 300 000 USD de dégâts, incluant les routes, les ponts, et les digues et plus que 150 maisons détruites d'une valeur de 3 milliards de dirhams, les personnes affectées ont été estimées à 117000 personnes et le nombre de décès a atteint 60 personnes. Egalement, la région de Casablanca a subi ces dernières années plusieurs inondations importantes, par ruissellement torrentiels²². Ce fut le cas en 2010, avec un pic de 178 mm de pluie en une demi-année (DMN). Ces inondations ont coûté à la capitale économique des dégâts conséquents et ont dévoilé l'inadaptation de l'infrastructure existante ainsi que des insuffisances sur le plan institutionnel, technique et organisationnel incapables de faire face à des catastrophes d'une telle ampleur.

Ce qu'on peut tirer comme enseignements de ce genre de catastrophes est que :

* Le problème fondamental de la politique de gestion des risques naturels au Maroc est « la réaction au lieu de la pro-action et de la prévention ». Les investissements en prévention sont très limités ce qui rend la phase « gestion d'urgence » lourde en terme de budget ; L'enjeu clé de la prévention des risques naturels concerne les questions de la planification urbaine, de l'aménagement du territoire et de l'utilisation des sols. Effectivement, l'urbanisation croissante génère de nouveaux risques, notamment en lien avec l'habitat informel et le manque d'infrastructures de base. Pour limiter l'exposition aux risques des populations vulnérables, ce développement urbain doit s'accompagner de politiques d'adaptation en particulier de prévention et de planification stratégique locale appropriées qui doivent

²² Le ruissellement des eaux, aggravé par l'imperméabilisation des sols, provoque des inondations locales temporaires, aux points bas des bassins versant. Les modes d'occupation des sols, en particulier le degré d'imperméabilisation du bassin-versant, l'importance du relief, etc. sont souvent déterminants dans la gravité du phénomène. Elles sont fortement aggravées par la saturation des réseaux d'assainissement pluviaux.

anticiper les événements qui se produisent sur les territoires, les considérer comme référence et les intégrer dans les plans de développement à l'avenir. A ce niveau se manifeste le rôle **des collectivités territoriales** qui occupent une place centrale dans les politiques liées au changement climatique et à la planification et donc en prévention des risques, elles doivent non seulement se préparer pour intervenir lors de catastrophes, mais aussi agir en amont pour réduire les vulnérabilités existantes, les expositions survenues, et renforcer l'attractivité et la résilience de leur territoire. Ainsi que **les Régions**, qui sont devenues de plus en plus impliquées dans la construction et la gestion du développement local à l'orée de la nouvelle loi organique 111-14. Certaines se sont, à cet effet, dotées d'un Plan de développement régional (PDR). Mais la plupart du temps, ces PDR ne prennent pas en compte la dimension CC. Pourtant, l'intégration de ses effets dans les PDR est aujourd'hui essentielle à la construction de tout développement. Il s'avère par conséquent indispensable pour les régions d'évaluer de façon systématique les risques environnementaux et climatiques ainsi que leur degré de vulnérabilité afin de penser aux solutions visant l'intégration des mesures palliatives appropriées – en termes d'adaptation et d'atténuation – dans les plans de développement et des Schémas Régionaux d'Aménagement du Territoire (SRAT)²³.

* Le non prise en compte et l'intégration des risques²⁴ liés au CC en amont du processus de planification car les documents de planification existants au Maroc intègrent peu la question des risques naturels liés à ce phénomène au-delà d'une information indicative. Pourtant, c'est sur ces documents que se basent les communes pour délivrer les permis de construire. Les Schémas Directeurs d'Aménagement Urbain (SDAU) et les Plans d'Aménagement (PA) sont en effet des documents de long terme (25 et 10 ans respectivement) et la plupart d'entre eux ont été développés en l'absence de cartographie délimitant précisément les zones à risques. Seul le SDAU de la ville d'Al Hoceima contient aujourd'hui une carte d'aptitude à l'urbanisation développée en fonction du niveau de risque. (Direction de l'Urbanisme).

En effet, l'intégration de l'adaptation au CC et de la gestion des risques naturels dans les politiques, les programmes et les travaux pertinents, nouveaux ou en cours, en particulier les processus et les stratégies de planification du développement, renforce la résilience du territoire face aux catastrophes naturelles. Il est devenu indispensable d'intégrer l'adaptation plutôt que de mettre en œuvre des mesures autonomes si nous voulons remédier de façon systématique et sur le long terme aux vulnérabilités dans différents domaines. Nous devons alors tendre vers une culture qui anticipe les risques naturels provoqués par le CC. Il existe différents outils et approches pour analyser systématiquement ces risques. Mais l'intégration n'est pas seulement une question d'outils et d'analyses. Elle implique de façon tout aussi importante un processus de changement institutionnel, la définition de nouvelles politiques ou règlements, ainsi que l'instauration des nouvelles responsabilités institutionnelles.

* Le retour d'expérience sur événements, ce dernier est mené de façon régulière à la suite de grands événements qui affectent le territoire, mais cette démarche est moins fréquente pour des événements de portée plus locale. Or, il est essentiel de tirer des leçons des expériences dommageables, ou qui auraient pu l'être, vécues au niveau local. En effet, les événements catastrophiques qui se produisent sur un territoire sont riches d'enseignement tant pour le territoire lui-même que pour d'autres territoires qui pourraient subir un jour les mêmes événements. Vis-à-vis de risques prévisibles (inondations par exemple), il est important

²³ Selon le Guide d'intégration des changements climatiques dans les plans de développement communaux Modèle pour servir d'exemple dans la commune d'Atakpamé au Togo page2.

²⁴ L'intégration requiert une bonne compréhension des vulnérabilités / risques climatiques ... Nous devons savoir comment les objectifs de développement pourraient être affectés par le CC. Egalement analyser les effets du développement sur l'évolution de l'exposition et de la vulnérabilité, ses conséquences sur les risques de catastrophes et les interactions entre catastrophes et développement. Rapport SREX (GIEC,2014).

d'organiser par avance les modalités d'un retour d'expérience sur la phase d'enregistrement des données. De telles démarches se font jour sur la connaissance de l'aléa (photographie aérienne de la zone inondée par exemple). Il conviendrait de les renforcer et de les élargir à la connaissance de la vulnérabilité du territoire²⁵.

* La perception erronée des risques par la population est l'une des causes principales des pertes de vies humaines lors des catastrophes naturelles, il est donc indispensable de sensibiliser et former le public sur les risques auxquels ils sont exposés et les mesures à prendre aussi bien en amont de la crise qu'au moment où elle survienne, tout en renforçant la communication, y compris hors périodes de crise, ce qui va garantir ainsi la confiance entre les institutions publiques et les citoyens.

* La gouvernance est faible, et donc il est préférable pour une meilleure gouvernance, de concentrer les compétences dans un seul département ministériel, et le doter de ressources nécessaires pour la recherche scientifique, les campagnes d'éducation et d'orientation, ainsi que pour financer des opérations d'adaptation.

CONCLUSION

Ne pas urbaniser les zones naturelles ou rurales qui deviendront probablement dangereuses et ne pas densifier les zones déjà urbanisées sur lesquelles les risques doivent augmenter, restent les meilleures stratégies pour maîtriser l'évolution de la vulnérabilité de ces zones et ne pas avoir à délocaliser ensuite. Les constructions nouvelles sont prévues pour durer de 50 à 100 ans au moins et la réflexion relative à l'aménagement du territoire doit en tenir compte notamment par la prise en compte des risques naturels potentiels au niveau local.

Aujourd'hui il s'avère nécessaire de généraliser le développement des cartes d'aptitude à l'urbanisation aux territoires les plus vulnérables afin de gérer durablement les risques déjà existants et ceux liés à l'exposition au CC en les intégrant dans les documents de planification stratégique dans le but de renforcer l'attractivité et la résilience des territoires.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Banque Mondiale. Rapport 'Renforcement de la Résilience du Maroc, Apports pour une stratégie intégrée des risques', 2014.
- BEN SARI Driss, «Prévision et prévention des catastrophes naturelles et environnementales», Sciences de la terre éditions Unesco 2004.
- Conseil Economique, Social et Environnemental. Rapport 'Intégration des exigences des CC dans les politiques publiques au Maroc', 2015.
- GIEC : Rapport spécial sur la gestion des risques de catastrophes et de phénomènes extrêmes pour les besoins de l'adaptation au CC (SREX). Résumé à l'intention des décideurs. Rapport des Groupes de travail I et II du GIEC, 2012.
- Ministère de l'intérieur, Rapport 'Inondations au Maroc en 2014: quels enseignements tirer de Guelmim et Sidi Ifni» Zurich 2015.
- Ministère délégué auprès du Ministre de l'Energie, des Mines, de l'Eau et de l'Environnement, chargé de l'Environnement au Maroc: Plan national contre le réchauffement climatique 2009, Politique du CC au Maroc 2014 , La stratégie nationale du développement durable 2016;
- Organisation de coopération et de développement économique: Étude sur la gestion des risques au Maroc, OCDE, 2016.
- Rapport sur le CC et la gestion des risques pour la Conférence des Nations Unies sur le logement et le développement urbain durable (Habitat III) New York, May 2015.
- UNISDR: Plate-forme mondiale pour la réduction des risques de catastrophes
<http://www.unisdr.org/we/coordinate/global-platform>.

²⁵ Les rapports d'étude CERTU, Mars 2009 :30 fiches pour mieux intégrer les risques dans l'aménagement, page 35.