

The background of the cover is a photograph of a natural landscape. In the foreground, there is a wide, rocky riverbank covered with dark, smooth stones of various sizes. A river flows in the middle ground, its surface reflecting the light. The background features a line of tall, thin, bare trees, and further back, there are hazy mountains under a soft, overcast sky.

territorium • 22

RISCOS

TERRITÓRIOS DE CONVERGÊNCIA

Imprensa da Universidade de Coimbra

Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança

2015



LES CAPITALES SAHÉLIENNES FACE A LA RECRUDESCENCE DES INONDATIONS URBAINES\*

THE SAHELIAN CAPITALS FACING THE RESURGENCE OF URBAN FLOODING

Zeineddine Nouaceur

UMR IDÉES CNRS 6226, Université de Rouen (France)

[zeineddine.nouaceur@univ-rouen.fr](mailto:zeineddine.nouaceur@univ-rouen.fr)

RÉSUMÉ

Avec les changements climatiques observés ces dernières années et le retour des pluies, les grandes métropoles sahéliennes sont aujourd'hui confrontées à d'importantes inondations urbaines. De nombreux quartiers "légaux" et "illégaux" se sont avérés de véritables pièges souvent dangereux et inhospitaliers, qui forcent parfois à l'abandon pur et simple de certaines de ces zones de vie (cas de quartiers situés à Nouakchott et à Dakar). Le présent travail de recherche vise à montrer dans un premier temps les changements climatiques observés sur cette bande sahélienne, et dans un deuxième temps, la vulnérabilité et la résilience de trois capitales de l'Afrique de l'Ouest (Nouakchott, Dakar et Ouagadougou) face à ces nouvelles conditions climatiques.

**Mots-clé:** Afrique de l'Ouest, résilience, changements climatiques, retour des pluies.

ABSTRACT

With climate changes observed in recent years and the return of rains, the large Sahelian cities are now facing to major urban flooding. Many "legal" and "illegal" neighborhoods proved to be really traps, often dangerous and inhospitable that sometimes force the immediate abandonment of some the residential areas (as example Nouakchott and Dakar neighborhoods). This research work aims to show initially climate changes observed in this Sahelian band, and secondly, the vulnerability and resilience of the three capitals of West Africa (Nouakchott, Dakar and Ouagadougou) to these new climatic conditions.

**Keywords:** West Africa, resilience, climate change, rains return.

RESUMO

*Aumento das inundações urbanas nas capitais da região do Sahel* - Com as mudanças climáticas observadas nos últimos anos e o retorno das chuvas, as grandes cidades do Sahel estão agora enfrentando grandes inundações urbanas. Muitos bairros "legais" e "ilegais" provaram ser verdadeiras armadilhas, muitas vezes perigosas e inóspitas, que às vezes forçam o abandono imediato de algumas das áreas de residenciais (por exemplo, as áreas de Nouakchott e Dakar). Este trabalho de pesquisa tem como objetivo mostrar, inicialmente, mudanças climáticas observadas nesta faixa do Sahel, e em segundo lugar, a vulnerabilidade e resiliência das três capitais da África Ocidental (Nouakchott, Dakar e Ouagadougou) a essas novas condições climáticas.

**Palavras-chave:** África Ocidental, a resiliência, a mudança climática, chove retorno.

RESUMEN

*Las capitales de la región del Sahel frente al resurgimiento de inundaciones urbanas* - Con los cambios climáticos observados en los últimos años y el retorno de lluvia, las principales ciudades de la región del Sahel están más expuestas a las inundaciones urbanas. Muchos barrios "legales" e "ilegales" probaron ser verdaderos trampas, a menudo peligrosas e inhóspitas, que a veces obligan al abandono total de algunas de las áreas residenciales (por ejemplo, en los barrios de Nouakchott y Dakar). Este trabajo de investigación tiene como objetivo mostrar en primer lugar los cambios climáticos observados en esta franja del Sahel y, en segundo lugar, la vulnerabilidad y la capacidad de recuperación de las tres capitales de África Occidental (Nouakchott, Dakar y Ouagadougou) como respuesta a estas nuevas condiciones climáticas.

**Palabras clave:** África Occidental, resistencia, cambio climático, regreso de las lluvias.

\* O texto deste artigo corresponde a uma comunicação apresentada no III Congresso Internacional, I Simpósio Ibero-Americano e VIII Encontro Nacional de Riscos, tendo sido submetido em 30-01-2015, sujeito a revisão por pares a 30-04-2015 e aceite para publicação em 02-07-2015.

Este artigo é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 22, 2015, © Riscos, ISSN: 0872-8941.

## Les changements climatiques affectent une grande partie de notre planète

Le rapport de novembre 2007 du groupe intergouvernemental des experts sur l'évolution du climat (GIEC, 2007) évalue la tendance de la température de la planète entre 1906 et 2005 à +0,74°C. Malgré la polémique existante sur les causes réelles des changements climatiques (Duplessy, 2001, Svensmark *et al.*, 2007) cette augmentation des températures est observée dans plusieurs stations mondiales. L'Organisation Mondiale Météorologique (WMO, 2014) considère l'année 2010 comme la plus chaude jamais enregistrée avec les années 2005 et 1998. La moyenne décennale calculée pour les températures de la période «2001 - 2010» est considérée comme la plus élevée depuis le début des relevés des instruments météorologiques. Ces changements avérés devraient s'accompagner d'une augmentation probable des précipitations (GIEC, 2007). Un peu partout dans le monde, ces dernières années, de violentes inondations ont été rapportées dans de nombreuses régions de la planète. La Grande-Bretagne en juillet 2007 a fait face à ses plus graves épisodes depuis plus de soixante ans. La mousson indienne a été diluvienne en 2008, les pluies torrentielles ont été exceptionnelles par leurs intensités. Dans cette même région, le Pakistan a été touché en 2009 par des pluies de mousson particulièrement dévastatrices. L'Australie a connu en 2010 les plus grandes inondations de son histoire avec près de quarante villes du nord-est du pays touchées et plus de 200 000 personnes affectées par ces phénomènes.

Dans l'Afrique de l'Ouest sahélienne, en 2003, les inondations ont causé la mort de plusieurs dizaines de personnes et la perte des récoltes au Burkina Faso, au Mali, en Mauritanie, au Niger et au Sénégal. Durant l'hivernage de l'année 2005, dans ce dernier pays, ces phénomènes ont causé de sérieux dommages matériels. Toute la région a encore souffert en août 2007 du fait du retard de la mousson et des pluies diluviennes qui ont touché cette partie de l'Afrique Occidentale. Ce scénario s'est encore renouvelé en 2008, 2009, 2012 ou le fleuve Niger a atteint un record jamais égalé à Niamey et Locoja (Sighomnou *et al.*, 2012) et 2013.

Ces événements majeurs sont-ils les prémices d'un changement climatique confirmé ? Résultent-ils d'une non-maîtrise des problèmes d'aménagement et d'une colonisation anthropique qui bouleverse l'équilibre des milieux naturels ? Le débat sur ce sujet est encore viv dans la communauté scientifique et on hésite encore à évoquer des modifications climatiques à grande échelle dans toute la partie sahélienne. Ainsi, des contrastes régionaux ont été clairement établis (L'Hôte *et al.*, 2002, Dai *et al.*, 2004, Nicholson *et al.*, 2005, Lebel *et*

*al.*, 2009, Fontaine *et al.*, 2011a) ce qui est d'ailleurs conforme aux projections climatiques établies par le GIEC pour cette zone (Christensen *et al.*, 2007, Fontaine *et al.*, 2011 b). Dans le même temps, sa vulnérabilité à ces changements reste largement admise puisqu'une grande partie de son économie repose sur un système de culture pluviale (Roudier *et al.*, 2011).

## Problématique

Le Burkina Faso, la Mauritanie et le Sénégal sont trois pays sahéliens (fig. 1), leurs indices de développement humain (IDH) les placent parmi les pays les moins avancés de cette zone de l'Afrique de l'Ouest (0,34 pour le premier pays, 0,46 pour le second et 0,47 pour le troisième) (TABLEAU I).

Les capitales de ces trois pays en voie de développement exercent une macrocéphalie au niveau de chaque territoire par leurs poids démographiques et les services qu'elles concentrent.

- Dakar, la capitale sénégalaise et sa périphérie comptent aujourd'hui près de trois millions d'habitants. Cette grande agglomération urbaine située sur la presqu'île du Cap - Vert concentre

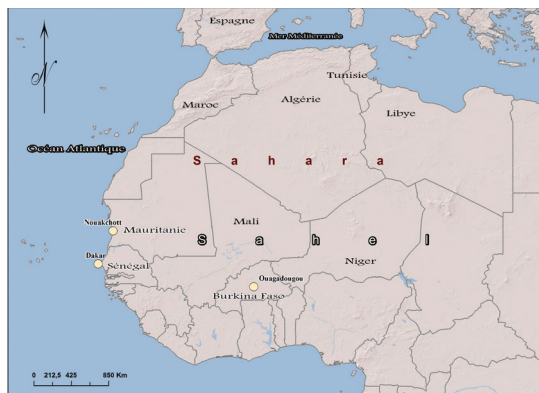


Fig. 1 - Situation géographique de la Mauritanie du Sénégal et du Burkina Faso.

Fig. 1 - Location Geography of Mauritania from Senegal and Burkina Faso.

TABLEAU I - Indice de développement humain (IDH) calculé pour les pays sahéliens de l'Afrique de l'Ouest.

TABLE I - Human Development Index (HDI) calculated for the sahelian west african.

Pays	IDH
Niger	0,304
Burkina Faso	0,343
Mali	0,344
Mauritanie	0,467
Sénégal	0,47
Nigeria	0,471
Afrique Subsaharienne	0,475

près du quart de la population totale du pays sur une superficie évaluée à 550 km<sup>2</sup> (ce qui correspond à 0,3 % du territoire sénégalais) (ANDS, 2013). Son site géographique est composé de trois unités géomorphologiques. Les dunes et les dépressions interdunaires «Niayes» occupent la partie centrale de la presqu'île et sont orientées selon un axe nord-est sud-ouest. Les plateaux et les collines sont localisés dans la partie orientale et nord-ouest et sont plus élevés dans cette dernière zone. L'agglomération dakaroise est confrontée aujourd'hui à une crise environnementale aigüe. Cette situation est imputable à une recrudescence, sur la dernière décennie, d'inondations urbaines favorisées par un retour des pluies et touchant particulièrement les zones basses «Niayes». Depuis l'année 2005, le gouvernement sénégalais s'est engagé dans une lutte permanente contre ce fléau grâce à des programmes d'aménagement d'envergure, le plan «Jaxxay» en 2005, le plan directeur de drainage pluvial en 2012 (Adm, 2012) et le plan décennal de lutte contre les inondations pour le période 2012- 2022.

- Nouakchott, la capitale mauritanienne abrite près d'un quart de la population du pays et plus de 50 % de la population urbaine. Durant toute son histoire, cette jeune capitale n'a cessé d'être sous la menace de la mouvance des sables dunaires, mais paradoxalement, ces dernières années, elle est confrontée à une menace plus dangereuse liée à l'eau en excès (incursion marine, battance de la nappe phréatique, inondation pluviale). Cette situation inédite a incité le gouvernement à lancer une action d'envergure pour sauver la ville «Le programme spécial pour la protection de la ville de Nouakchott (PSPVN)» (MEDD, 2012).
- Ouagadougou concentre un peu plus du quart de la population urbaine du Burkina Faso, elle s'est développée grâce à trois barrages qui lui assurent une réserve en eau suffisante pour l'alimentation en eau potable. Édifiée sur un site fragile (présence de nombreux cours d'eau lors de la saison des pluies) très sensible à la variabilité climatique, la ville se trouve aujourd'hui confrontée à une recrudescence des inondations urbaines (débordements des barrages et des différents canaux qui traversent la ville) qui peuvent être parfois meurtrières comme ce fut le cas en 2009. Le programme d'action nationale d'adaptation aux changements climatiques (PANA) (Ministère de l'Environnement et du cadre de Vie, 2006) lancé en 2007 est une réponse des autorités locales à cette nouvelle situation.

Le choix de travailler sur ces trois villes est motivé dans un premier temps par la centralité créée par leur statut de capitale est dans un deuxième temps, par leur poids démographique. En effet, ces centres urbains considérés comme les pôles économiques des pays déjà cités attirent des milliers de personnes chaque année. De plus, lors des périodes de sécheresse passées, les vagues des «*exilés climatiques*» depuis les campagnes sinistrées n'ont cessé de coloniser illégalement les espaces urbains disponibles. Cette ruée vers la ville clairement identifiée (Cissé, 2010) a fragilisé le fonctionnement du tissu urbain et a créé des zones de vulnérabilité face aux changements climatiques actuels. Les exilés climatiques deviennent ainsi des «*réfugiés climatiques*».

L'approche comparative va permettre d'étudier cette problématique dans des sites géographiques différents et d'évaluer les actions menées pour faire face à ce nouveau fléau. L'étude entreprise vise aussi à montrer que malgré les disparités régionales les risques encourus sont importants et que le retour des pluies tant attendues dans cette zone sahélienne, après plus de deux décennies de sécheresse, est de plus en plus redouté.

#### **Un pôle économique attractif, une urbanisation massive et une gestion urbaine mal maîtrisée**

C'est en 1857 que Pinet Laprade hisse le pavillon français sur la ville de Dakar, ce qui scelle officiellement sa fondation et en fait l'une des plus anciennes villes de l'Afrique noire francophone. En 1862, le premier schéma d'aménagement est instauré et c'est en 1875 que la ville devient un centre d'arrondissement à la place de Gorée. Quelques années plus tard, le nouveau plan cadastral est édifié en 1876, la ville compte à cette date environ 1600 habitants. En 1887, Dakar réaffirme son indépendance vis-à-vis de la ville de Gorée en devenant une commune mixte et en 1902, avec près de 9000 ha, elle devient la capitale de l'Afrique-Occidentale française. En 1957, elle acquiert le statut de capitale du Sénégal à la place de la ville de Saint-Louis. Avec un taux d'urbanisation très élevé (97,2 % en 2007) (ONU-Habitat, 2008) et une densité de 4147 ha au km<sup>2</sup>, la région de Dakar représente aujourd'hui le poumon économique du pays. Elle concentre 95 % des entreprises industrielles et commerciales et 87 % des emplois permanents (Sall, 2008). L'accroissement rapide de la population s'est traduit par une urbanisation subie et souvent incontrôlée (30 % de l'habitat dans la région est considéré comme irrégulier) ce qui génère de multiples dysfonctionnements et conduit parfois à des situations d'extrêmes vulnérabilités.

Nouakchott, la capitale de la Mauritanie est née d'une décision politique instituée en juin 1956 «Loi - Cadre des territoires d'outre-mer» dite aussi loi Defferre. Cette loi préconise pour chaque territoire la mise en place d'un

conseil de gouvernement présidé par un gouverneur et composé de ministres élus par l'assemblée territoriale. Le 9 février 1957, le gouverneur propose au ministre de la France d'outre - Mer, le site de Nouakchott. Après cinquante années d'existence, l'actuelle capitale de la Mauritanie vit depuis une dizaine d'années un bouleversement urbain, économique et sociologique sans précédent. Devenue un véritable pôle d'attraction pour tout le reste du pays, elle ne cesse de drainer vers elle des populations toujours avides de modernisme et d'espoir pour une vie meilleure.

Ouagadougou, la capitale du Burkina Faso depuis 1919 (Ouagadougou fut destitué de son titre de capitale de Haute-Volta en 1936. Le pays Haute-Volta fut alors intégré dans la région administrative de Haute-Côte d'Ivoire. Elle retrouva ce titre en 1947) tire ses origines du peuple mossi. Durant la colonisation française (1896 à 1960), Bobo-Dioulasso - deuxième ville du pays actuellement - était la capitale jusqu'en 1919, année où le pouvoir a été transféré à Ouagadougou. Lors de l'arrivée de l'explorateur français Louis-Gustave Binger en 1892 dans la capitale, celle-ci était alors un ensemble d'une quinzaine de hameaux, vivant d'activités agricoles, d'élevage, mais aussi de commerces. L'installation de l'administration coloniale a engendré un développement urbain et imposa de nouvelles logiques urbaines. Ouagadougou s'est construite à proximité de grands marigots, espace humide et instable. En 1947, la politique urbaine est d'installer des barrages sur ces zones pour permettre un approvisionnement en

eau suffisant. Durant la décennie qui suit, la capitale s'est structurée, répondant à une véritable politique urbaine mise en place. L'exode rural devenant de plus en plus important, génère une pression démographique au niveau de la ville qui n'a cessé de croître depuis les grandes sécheresses des années 1970.

Si Nouakchott la capitale mauritanienne n'a pas encore atteint le million d'habitants, Dakar et Ouagadougou la capitale burkinabé occupent aujourd'hui respectivement la 17<sup>e</sup> et la 23<sup>e</sup> place parmi les 48 villes africaines ayant dépassé le million d'habitants (ONU-Habitat, 2010).

L'évolution des courbes montrant la contribution des différentes capitales dans le total de la population de chaque pays (fig. 2 A) montre que l'augmentation la plus marquée est celle de la ville de Nouakchott. Cette capitale observe ainsi une forte envolée des données démographiques dès 1970, date du début de la première sécheresse climatique (en 20 ans, la progression est fulgurante puisqu'on passe de 3 % à près de 21 % de la population totale). Le poids de la population de Ouagadougou dans le total de la population burkinabé est moins important. Les chiffres montrent tout de même une forte progression qui commence à partir de 1985. À Dakar, l'évolution est lente, mais elle est continue jusqu'en 2010.

Pour ce qui est de la part de la population urbaine (fig. 2 B), c'est encore une fois de plus Nouakchott qui montre une très forte augmentation avec un franchissement du cap du ¼ de la population urbaine en 1975 avec 38,38 %. À

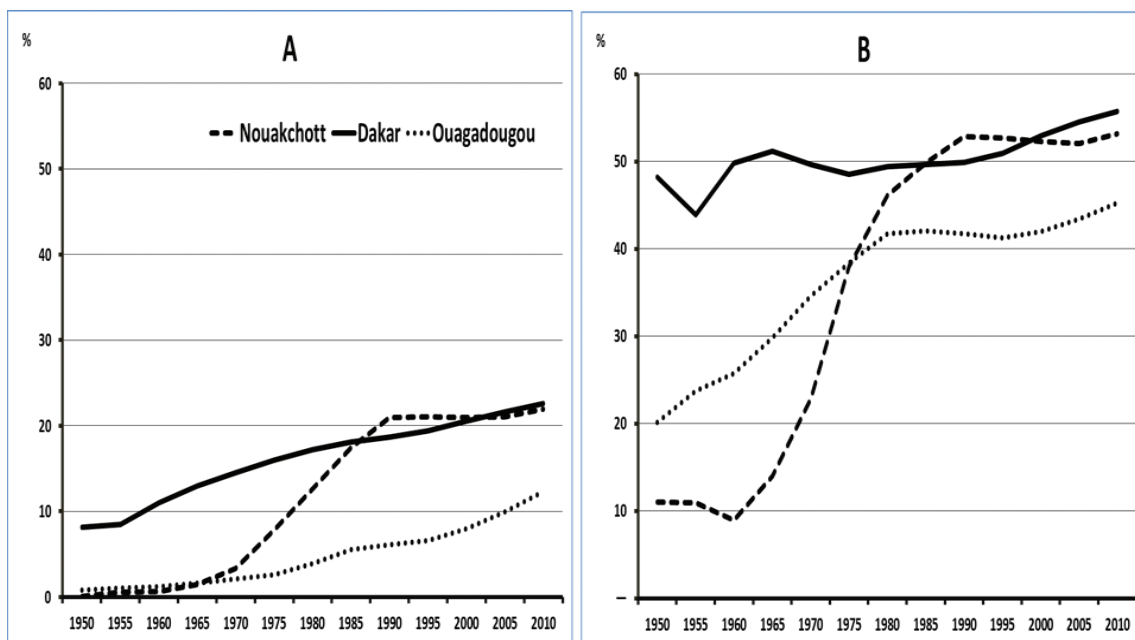


Fig. 2 - Évolution de la population dans les trois capitales (A: part de la population totale, B: part de la population urbaine, (1950-2010) (source des données <http://www.un.org/en/development/desa/population/>).

Fig. 2 - Population changes in the three capitals (A: share of total population, B: Share of urban population (1950-2010) (Data: <http://www.un.org/en/development/desa/population/>).

partir de 1980, près de la moitié de la population urbaine mauritanienne réside dans la capitale. Ouagadougou observe une même évolution avec un franchissement des 40 % de la population urbaine en 1980. La progression paraît plus lente après cette date, mais devient plus affirmée dès l'année 2000. La capitale burkinabé abrite un peu plus de 12 % de la population totale et 45 % de la population urbaine du pays (fig. 2 A). À Dakar, la part de la population urbaine a été toujours élevée, on note cependant qu'à partir de 1980 cette capitale concentre la moitié de la population urbaine sénégalaise avec un chiffre maximal de 56 % atteint en 2010.

L'expansion urbaine en Afrique de l'Ouest sahélienne constitue un enjeu majeur pour le développement économique. En effet, les villes représentent un moteur de la croissance par la création d'emplois qu'elles génèrent et par l'attrait qu'elles exercent. Les grandes agglomérations ouest-africaines sont confrontées aujourd'hui à une transition urbaine accélérée qui peut être génératrice d'une forte demande sociale insatisfaite (Bouis Massou, 2010). Celle-ci est souvent associée à une gestion mal maîtrisée de l'espace urbain et de son fonctionnement et parfois, elle est subie, ce qui entraîne de graves problèmes sociaux et environnementaux. En effet, la ville africaine a toujours constitué un lieu de refuge pour les populations rurales dont le système de production a été anéanti par les sécheresses climatiques récurrentes observées dans cette région très vulnérable. Cet exode massif s'est traduit par une occupation forcée et illégale de l'espace urbain (bidonvilles, Kébbé, quartiers spontanés, habitats irréguliers, zones non loties...) profitant toujours d'un vide juridique apporté par les statuts des terres colonisées (droits coutumiers des Terres à Nouakchott, Dakar). Ces protubérances se sont souvent développées sur des milieux naturels fragiles et peu propices à la colonisation urbaine (lits majeurs d'oueds, zones inondables, anciennes carrières...) augmentant ainsi la vulnérabilité de ces zones de vies.

La structure de la ville de Ouagadougou fut mise à mal lors des années 1970, période de grandes sécheresses successives au sein du pays. L'exode rural se fait massif, la ville voit ses zones non loties se développer sur sa périphérie. Nouakchott a connu le même sort durant ces années difficiles et aujourd'hui (statistique de 2010), la capitale mauritanienne abrite 22 % de la population totale et plus de 50 % de la population urbaine du pays (fig. 2 A, B). Elle concentre aussi un nombre important d'industrie, de commerce et beaucoup d'infrastructures socio-économiques (une partie de ces équipements est installée dans les zones inondables la ville). Dakar a eu aussi son lot de réfugié climatique, elle compte aujourd'hui près de 22,59 % de la population totale (en 2002, la part de la population née en dehors de la région dakaroise était estimée à 30 %) (Sall, 2008).

### Un retour des pluies après près de trois décennies de sécheresses

Après presque trois décennies de sécheresse, une grande partie de l'Afrique de l'Ouest sahélienne connaît ces dernières années un retour des pluies, qui rompt avec les conditions drastiques passées. Sur le graphique de la fig. 3, on constate que l'évolution des précipitations à Nouakchott est caractérisée par quatre grandes périodes caractéristiques :

- Une phase humide entre 1950 et 1969 : les indices positifs sont majoritaires;
- Une phase sèche de 1970 à 1992 : une longue sécheresse de 22 ans caractérise cette période et seules deux années sont excédentaires (1975 et 1988);
- Une phase humide entre 1993 et 1998 qui représente un retour de la pluie (les indices sont positifs pour huit années);
- Une phase intermédiaire à tendance sèche entre 2001 et 2010, les années sèches l'emportent, mais quelques années humides persistent (2001, 2005, 2009 et 2010).

À Ouagadougou, l'évolution pluviométrique est presque similaire (fig. 3), elle se singularise cependant par trois périodes caractéristiques:

- Une phase humide proche de celle de Nouakchott, mais qui se prolonge plus longtemps dans le temps (1950 - 1976) les indices positifs sont majoritaire et marquent des valeurs importantes (7 années sont concernées par des indices supérieurs à 1,5);
- Une phase sèche qui commence un peu plus tard que celle de Nouakchott (1977) et qui se prolonge jusqu'en 2002. Cette période constitue une sécheresse sévère avec une prédominance d'indices négatifs (seules deux années enregistrent des indices positifs, 1991 et 1999);
- Une phase avec une tendance humide entre 2003 et 2010. Un retour des pluies est noté après une longue période de disette.

L'évolution pluviométrique est similaire à Dakar, elle montre trois phases bien distinctes (fig. 3):

- Une phase humide de 1950 à 1969 (8 années se démarquent par des indices supérieurs + 1) ;
- Une longue phase de sécheresse entre 1970 et 2004 (sur cette période de 35 ans, les indices ont été majoritairement négatifs avec des indices extrêmes en 1970, 1983 et 1992);
- Un retour des pluies confirmé à partir de 2005. Les cumuls pluviométriques enregistrés durant cette période se démarquent par des indices positifs qui dépassent + 0,5.

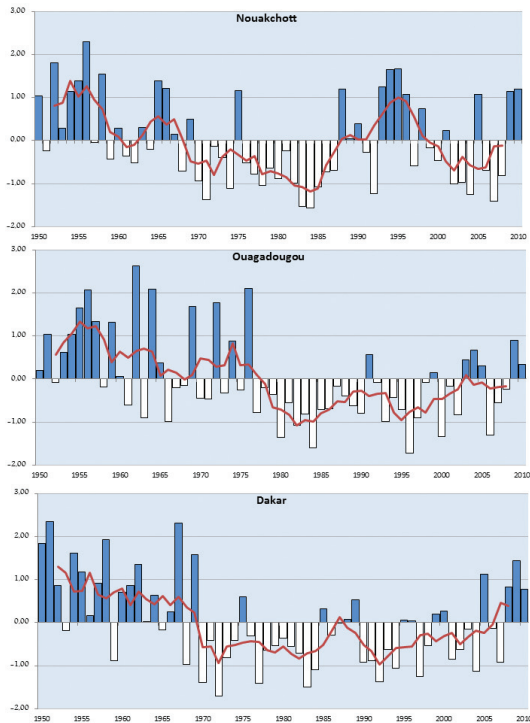


Fig. 3 - Évolution de la pluviométrie à Nouakchott, Ouagadougou et Dakar. Indice centré réduit ( $(x_i - \bar{x}) / s$  :  $x_i$  = donnée de l'année,  $\bar{x}$  = moyenne de la série,  $s$  = écart type de la série) calculé pour les pluies annuelles et moyenne mobile sur cinq ans (période de mesure -1950-2010).

Fig. 3 - Changes in rainfall in Nouakchott, Ouagadougou and Dakar. Reduced centered index ( $(x_i - \bar{x}) / s$  data  $x_i$  = the year  $x$  = average of the series,  $s$  = standard deviation of the series) calculated for the annual rains and moving average over five years (measurement period - 1950-2010) (data: Office National de la Météorologie, Mauritania - Direction de la Météorologie Nationale, Burkina Faso, Sénégal) <http://www.onm.mr/>, <http://www.meteoburkina.bf>, <http://www.anacim.sn/>.

### Des changements climatiques qui accentuent la vulnérabilité aux phénomènes d'inondation

L'analyse de la tendance pluviométrique dans les trois capitales montre qu'après la longue sécheresse sahélienne les pluies sont de retour sur cette partie de l'Afrique de l'Ouest. Mais ces pluies tant attendues, et assimilées par la population locale à une bénédiction du ciel sont de plus en plus redoutées. En effet, à chaque hivernage, d'importantes inondations urbaines bouleversent la vie des citoyens et causent des dommages matériels et infrastructurels importants, parfois accompagnés de pertes humaines. Les voies de circulation et de nombreux quartiers se retrouvent alors complètement submergées par les eaux. Si cette nouvelle tendance a été amorcée par une intensification des cycles pluviométriques, elle découle aussi de dysfonctionnements du réseau d'assainissement et de l'absence d'un réseau fiable de collecte des eaux pluviales. Elle est en outre engendrée à Nouakchott par la battance de la nappe phréatique

subaffleurante, sur laquelle repose une partie de la ville (le retour des pluies, mais aussi le site topographique particulièrement bas favorisent une fluctuation positive de son niveau). Ces dispositions inédites se traduisent parfois par des situations dramatiques, comme celle qui a conduit à l'abandon du quartier «Concorde» à la suite de la remontée des eaux saumâtres de la nappe dont le plafond est situé, dans ce secteur, à seulement 30 centimètres de la surface (Thénot, 2007). À Dakar, le phénomène est similaire dans les dépressions interdunaires «les Niayes». L'accroissement rapide de la population a provoqué une croissance urbaine incontrôlée des bas-fonds et des zones exposées aux phénomènes d'inondations. Les départements de Pikine et Guédiawaye qui sont situés sur des bassins versants endoréiques sont les plus vulnérables, car ils reposent sur une couche de sable qui contient une nappe phréatique (la nappe Thiaroye). Le niveau de cette nappe qui est affleurante dans de nombreuses «Niayes» et de lacs, s'est considérablement relevé ces dernières années (suite à l'arrêt des pompes pour l'alimentation en eau potable, au retour des pluies et à l'insuffisance de drainage). Cette situation inédite explique la récurrence des inondations urbaines observées ces dernières années dans cette grande capitale sahélienne.

À Ouagadougou, les quartiers sinistrés sont ceux qui se sont implantés aux abords des barrages et des canaux principaux. Les quartiers les plus vulnérables sont situés au nord des barrages (Tampouy et Tanghin) et au sud (Kologh Naba, Dapoya et Nemnin). Les quartiers les plus sensibles au déversement des canaux sont ceux de Wemtenga, Cissin, Pissy, Goughin Sud et Socogib. Ces zones sont à risques du fait de la faible profondeur de la nappe à ces endroits. Majoritairement, les habitations dans ces zones sensibles sont de style précaire (matériaux peu résistants face aux pluies battantes ou à la remontée des eaux). De plus, la ville est en proie à un autre problème environnemental lié à la gestion des déchets urbains. Ces derniers se cumulent dans les canaux et lors de fortes pluies créent des bouchons, facilitant la crue des canaux et l'inondation des quartiers riverains.

### La résilience de Dakar, Nouakchott et Ouagadougou face aux conséquences des changements climatiques

*Un programme spécial pour préserver la capitale Nouakchott des conséquences des changements climatiques*

La Mauritanie fait partie des pays les moins avancés de la planète, elle a donc ratifié le programme d'action nationale d'adaptation aux changements climatiques (PANA) (MDRE, 2004) qui est conçu pour aider ces pays à faire face aux modifications attendues des milieux naturels et des écosystèmes. Un volet spécial au sein de ces directives prioritaires est consacré à la capitale

qui a connu ces dernières années une urbanisation massive et parfois incontrôlée. Il préconise d'instituer et de rendre obligatoire l'application des normes d'urbanisme en fonction des changements climatiques et des différents scénarios de hausse du niveau de la mer. Suite à ces recommandations, le PDALM (Plan d'Aménagement du Littoral) est publié en juin 2005 par le Ministère des Pêches et de l'Économie Maritime (2005) (MPEM, 2005). Il concerne trois zones du littoral mauritanien, Nouakchott et son environnement immédiat, le littoral au sud de Nouakchott et la région de Nouadhibou (Nouadhibou, le littoral au Nord et les communes de la voie ferrée). Parmi les multiples actions que ce plan met en avant, un large volet est consacré aux actions de lutte contre les effets des changements climatiques sur cette zone très vulnérable de la Mauritanie. En effet, en plus de la reconnaissance de l'ensemble du littoral comme une entité territoriale fonctionnelle, une veille et une identification précoce de la dynamique des changements sur ce milieu riche en biodiversité est fortement recommandée. Le PDALM reconnaît la fragilité du trait de côte du littoral de Nouakchott et de son rôle protecteur contre les intrusions marines et dans le même temps, insiste sur la nécessité de préserver son rôle de barrages qui dépend étroitement des actions d'aménagement et de protection de ce site «La sauvegarde de cet ensemble de la région centrale face aux risques majeurs d'intrusion marine dépendra de la capacité à contenir des dynamiques d'occupation anarchique du littoral fortement stimulées par la croissance urbaine, et l'accessibilité généralisée de cette côte par la plage» (MPEM, 2005).

Suite à son adhésion totale au projet de la ceinture verte sahélienne (grande initiative sahélienne qui vise la mise en place d'une barrière d'arbres qui s'étend de Dakar jusqu'à Djibouti) (Dia *et al.*, 2010, Duponnois, 2011) la Mauritanie entreprend en 2010 une action d'envergure «le programme spécial pour la protection de la ville de Nouakchott» (PSPVN) (2010-2014). Ce plan qui a pour objectif principal la protection contre l'ensablement et les incursions marines (MEDD, 2012) est entièrement financé par l'État mauritanien à hauteur de près d'un milliard d'ouguiyas. Ces actions vont ériger une nouvelle ceinture verte sur près de 25 km de long et 15 de large (2000 ha environ) pour recevoir un million d'arbres, soit près du double de la superficie du premier édifice végétal. Malgré quelques difficultés d'ordre technique et logistique rencontrées au démarrage de cet ambitieux programme, l'engouement des officiels et des populations est toujours présent, comme en témoigne la mobilisation des autorités locales lors de lancement de la 4e phase de ce projet (reboisement du secteur 6 sur 350 ha).

### *Ouagadougou, une capitale vulnérable construite au milieu de marigots*

La commune de Ouagadougou occupe une superficie de 52 000 ha dont près de la moitié sont urbanisés (environ 21 750 ha). Située dans le bassin versant de Massili (affluent du fleuve Nakambé) la ville de Ouagadougou est traversée par 4 marigots principaux :

- Le marigot central situé dans le quartier Paspanga (canal central);
- Le marigot du quartier Zogona (canal de l'université de Ouagadougou);
- Le marigot de Mogho Naaba (canal du Kadiago);
- Le marigot de Wemtenga (canal de Wemtenga).

En plus de ces ouvrages, la capitale burkinabé abrite quatre barrages:

- Arrondissement de Sig - Nonghin (barrage n° 1);
- Arrondissement de Nongr - Maasom (barrage n° 2 et 3);
- Arrondissement de Boulmiougou (barrage n° 4).

Les trois premiers barrages sont utilisés comme, réceptacles des eaux de pluie, ils ont une fonction de réservoirs et alimentent la capitale en eau potable (ces ouvrages ont permis de résoudre le problème de l'approvisionnement en eau qui s'est posé avec acuité pendant plusieurs années). Ayant résolu son problème d'eau, la ville est confrontée aujourd'hui à une importante crise environnementale et sanitaire (forte croissance démographique et faiblesse des équipements d'assainissement) (Fournet *et al.*, 2008, Kafando, 2003). Pour drainer les eaux pluviales, le réseau de drainage est concentré au centre-ville, il s'étend sur près de 200 km de long (50 % sont en terre, 40 % sont revêtus et 10 % sont revêtus et couverts) (ONU-Habitat, 2007), ce qui fait 1/6<sup>ème</sup> de la superficie de la ville.

Le Plan d'Action Nationale d'Adaptation à la vulnérabilité et aux changements climatiques (PANA), présent également dans plusieurs pays d'Afrique sahélienne, fut adopté au Burkina Faso en 2007 (MECV, 2006). Quelques actions préconisées par cette charte ont été menées dans la capitale burkinabé. Ainsi, afin de faciliter le ruissellement pluvial, les autorités locales ont mis en place, avant la saison des pluies, des missions de curage des canaux. Ces derniers, tout comme les caniveaux sont les zones où se rassemblent sacs en plastique, déchets en tout genre et qui par conséquent par effet cumulatif génèrent des bouchons et empêchent un bon écoulement des eaux lors des fortes pluies. Le PANA recommande aussi une meilleure gestion urbaine et une maîtrise des zones loties et non loties. Ces actions bien menées permettraient de limiter les pertes humaines et les dégâts matériels en cas de crues ou de fortes inondations.



Dans les faits, ces mesures se révèlent peu efficaces puisqu'ils n'ont pas les effets souhaités. En effet, malgré la prise de conscience et les moyens mis en œuvre, la vulnérabilité de la ville face aux inondations ne fait qu'augmenter. Pour faire face à l'absence d'une organisation urbaine planifiée, un POS (Plan d'Occupation des Sols) pour la ville a été mis en place en 2010. Ce document vise principalement à gérer l'habitat et l'urbanisation et notamment les constructions sauvages dans les zones à risques.

En juillet 2011, le pays a lancé une étude portant sur «l'Élaboration du PANA programmatique du Burkina Faso». Celle-ci aura pour but de permettre des projections aux horizons 2025-2050 concernant «la problématique de l'analyse de vulnérabilité, les options et les coûts d'adaptation des secteurs de l'agriculture, de l'élevage, de l'environnement, de la santé, des mines, de l'énergie et des catastrophes naturelles impactés par la variabilité et les changements climatiques». Cette étude complète le PANA de 2007 qui était principalement axé sur des problématiques rurales.

#### *Dakar, un plan décennal pour lutter contre les inondations*

Le Sénégal a ratifié la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques en juin 1994. En 1999, le Ministère de l'Environnement développe la stratégie nationale de mise en œuvre de cette convention avec le soutien du Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) et de la coopération néerlandaise. Cette première étude a permis d'évaluer la vulnérabilité du pays et d'identifier les zones d'actions prioritaires. Dès le début des années 2000, sous l'égide du PNUE (programme des Nations Unies pour l'éducation) et avec un appui financier du FEM, le pays élabore son PANA (MEPN, 2006). Le diagnostic scientifique de vulnérabilité effectué par les experts dans le cadre de ce programme révèle trois domaines prioritaires, l'agriculture, la ressource en eau et la zone côtière. En ce qui concerne les changements climatiques, le retour des pluies observé dans les régions sahéliennes est qualifié par les experts qui ont participé à la rédaction du PANA de retour à la normale. Une priorité a ainsi été donnée aux inondations côtières et à l'érosion des sols au détriment des inondations urbaines. C'est à partir de l'année 2012 et après le semi-échec du plan «Jaxxay» (plan mis en place après les inondations de 2005 pour construire des bassins de rétention, drainer les zones inondées, détruire les logements affectés et enfin, reloger les populations sinistrées) que les autorités locales se sont réellement penchées sur la problématique des inondations urbaines. Un plan directeur de drainage pluvial (PDD) a été mis en place en mai 2012 (ADM, 2012). Ce plan a pour objectif de proposer toute une série d'ouvrages hydrauliques ainsi que des mesures d'aménagement et de valorisation des espaces naturels afin de réduire ce risque. Il vise la

construction de près de 150 km de canaux et 185 espaces de stockages des eaux pluviales (près de 6 millions de m<sup>3</sup>). L'originalité de ce programme vient surtout du concept de reconversion et de sauvegarde des «Niayes» avec la création de fonctions ludiques et récréatives autour de cet écosystème à protéger (ADM, 2012). En septembre 2012, un programme décennal de lutte contre les inondations (2012-2022) est lancé. Ce plan d'un montant de près 777 milliards de francs CFA comporte une phase urgente et une autre à moyen terme. Parmi les grandes actions préconisées par ce plan, l'abandon définitif de certaines zones non habitables et le respect des secteurs non aedificandi. Enfin, l'un des derniers grands chantiers du gouvernement autour de cette problématique est né en mai 2013. Le projet de gestion des eaux pluviales et d'adaptation au changement climatique (2013-2017) est financé par la banque mondiale c'est un programme de développement urbain qui vise à réduire les risques d'inondations en intégrant le facteur «risque» dans la planification urbaine et la gestion et l'aménagement du territoire. Comme on peut le constater depuis 2005 de nombreuses initiatives ont été mise en place afin de lutter efficacement contre les inondations urbaines, malheureusement les améliorations tant attendues et bien souvent annoncées par les politiciens et les décideurs tardent à venir. C'est ainsi que suite à de nouvelles inondations en août 2014, le quotidien «rewmi.com» titre le 28 août 2014 : «fortes pluies à Dakar, les eaux inondent le plan décennal de lutte contre les inondations». Ceci résume parfaitement la situation dramatique des pays sahéliens face à cette nouvelle donne climatique.

#### **Conclusion**

La vulnérabilité de Nouakchott, Ouagadougou et Dakar ne cesse de s'amplifier sous le poids d'une démographie toujours croissante et une urbanisation massive subie. En effet, les crises climatiques passées (souvent associées à des sécheresses récurrentes) ont drainé les populations rurales vers les «refuges urbains». Pendant ces périodes de disettes, l'espace des villes a très vite été colonisé par les «exilés climatiques». La prolifération de quartiers spontanés et de lieu de survie (kébé à Nouakchott, habitat non - loti à Ouagadougou, habitat irrégulier à Dakar) s'est faite dans l'urgence et souvent sur des zones fragiles, à risques et parfois même dangereuses. Aujourd'hui, les trois capitales sahéliennes sont confrontées à une problématique nouvelle qui intègre pleinement les effets du changement climatique. En effet, avec un retour des pluies observé dans plusieurs régions de l'Afrique sahélienne, mais selon de nouvelles dispositions climatiques (arrivée tardive de la mousson et pluies plus intenses) le risque d'inondation et de crues a considérablement augmenté. Ces dernières années on assiste ainsi à une recrudescence de ces événements dans toute la région sahélienne. La situation a été très critique

en septembre 2009 à Ouagadougou ou une pluie de 300 mm d'eau (ce qui représente 50 % de la moyenne annuelle) a engendré 150 000 sinistrés dans la capitale burkinabée. On a compté aussi près de 25 000 habitations détruites pour cet épisode (67 % en zones non loties et 33 % en zone lotie) (Bouis Massou, 2010). Dakar a été aussi touchée la même année par de graves inondations, les pluies qui ont généré cette catastrophe sont qualifiées d'importantes, mais pas exceptionnelles (cumul pluviométrique du mois d'août 2009 de 360 mm soit 173 % supérieur à la normale) (GRS, 2010). Cette nouvelle tragédie a causé des pertes estimées à près de 82 millions de dollars US et a touché 360 000 personnes dans les zones périurbaines de la capitale sénégalaise (GRS, 2010).

Ainsi malgré la résilience affichée par ces villes face à ces nouvelles conditions climatiques, la recrudescence des inondations laisse perplexes les populations locales qui redoutent la répétition de ce scénario à chaque hivernage. En effet, le 3 septembre 2013, une nouvelle fois Ouagadougou est touchée par des pluies diluviennes comparables à celle qui ont provoqué la catastrophe de 2009. Le bilan s'élève à 2 décès et 11 383 personnes sinistrées sur tout le territoire national. La situation est pratiquement semblable à Nouakchott qui a subi en septembre 2013, une nouvelle inondation suite à des précipitations intenses. Plusieurs quartiers de la ville ont été sinistrés, et notamment les plus vulnérables (SOCOGIM, El mina, Sebkha et une partie du Ksar). Au Sénégal, pour la même année, ce sont près de 100 000 personnes qui sont affectées par ce phénomène qui a touché la capitale Dakar et le sud - ouest du pays. Selon l'OCHA (Bureau de la coordination des affaires humanitaires des Nations Unies) les inondations au Sahel sont devenues une norme annuelle. Les experts de la FAO préconisent même une adaptation à la réalité climatique actuelle (l'utilisation d'une agriculture de décrue qui permettrait ainsi d'assurer un revenu et des moyens de subsistance) (OCHA, 2013).

## Bibliographie

- ADM - AGENCE DE DÉVELOPPEMENT MUNICIPAL, (2012). Étude du Plan Directeur de Drainage (PDD) des Eaux Pluviales de la région Periurbaine de Dakar, rapport n° 3, Volume 1, 81 p.
- ANDS - AGENCE NATIONALE DE LA STATISTIQUE ET DE LA DEMOGRAPHIE, (2013). <http://www.ansd.sn/>
- Bouis Massou, A., (2010). *Le relogement des réfugiés climatiques, victimes des inondations du 1<sup>er</sup> septembre 2009 à Ouagadougou* (Master Urbanisme - urbanisme et aménagement) Institut d'urbanisme de Paris, 60 p.
- Christensen, J. H., Hewitson, B., Busuioc, A., Chen, A., Gao, X., Heldm I. & Al., (2007). Regional Climate Projections. In: *Climate Change 2007: The physical Sciences Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. and H.L. Miller (eds.) Cambridge University Press, Cambridge, New York.
- Cissé, P., Malicki, Z., Barbier, B., Maïga, A. (2010). Les migrations, une stratégie d'adaptation à la variabilité climatique en zones sahéliennes, *Revue de Géographie du Laboratoire Leïdi*, 8, Publications du CIRAD, p. 184-196.
- Dai, A., Lamb, P. J., Trenberth, K. E., Hulme, M., Jones, P. D., Xie, P., (2004). The recent Sahel drought is real, *International Journal of Climatology* 24, p. 1323-1331.
- Dia, A., Duponnois, R., (2010). *Le projet majeur africain de la Grande Muraille Verte, concepts et mise en œuvre*, Marseille : IRD Éditions.
- Duplessy, J. C. (2001). État des connaissances et incertitudes sur le changement climatique induit par les activités humaines, Compte Rendu de l'Académie des Sciences, Paris, Sciences de la Terre et des planètes. *Earth and Planetary Sciences* 333, p. 765-773.
- Duponnois, R., (2011). La grande muraille verte en Afrique subsaharienne : genèse et mise en œuvre, In : *Atelier de bilan et prospective du programme RIPIECSA sur les changements climatiques : priorités du réseau AMMANET pour le développement* (Cotonou, 18-21 octobre). [http://www.aird.fr/content/download/.../E05\\_pp\\_GMV\\_Duponnois.pdf](http://www.aird.fr/content/download/.../E05_pp_GMV_Duponnois.pdf)
- Fontaine, B., Roucou, P., Gaetani, M., Marteau, R. (2011a). Recent changes in precipitations, ITCZ convection and northern tropical circulation over North Africa (1979-2007). *International Journal of Climatology* 31, p. 633-648.
- Fontaine, B., Roucou, P., Monerie, P.A. (2011 b). Changes in the African monsoon region at medium-term time horizon using 12 AR4 coupled models under the A1b emissions scenario. *Atmospheric Science Letter* 12, p.83-88.
- Fournet, F., Meunier-Nikiéma, A., Salem, G., (2008). *Ouagadougou (1850-2004) Une urbanisation différenciée*, collection «Petit Atlas Urbain», IRD Editions.
- GIEC, GROUPE D'EXPERTS INTERGOUVERNEMENTAL SUR L'ÉVOLUTION DU CLIMAT, (2007). *Climate Change. Synthesis reports*. <http://www.ipcc.ch/>

- GRS, GOUVERNEMENT DE LA RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL (2010). Rapport d'évaluation des besoins post-catastrophe, inondation urbaine à Dakar 2009, Gouvernement du Sénégal, Banque Mondiale, Nations Unis, Commission Européenne.
- Kafando, Y., (2003/2004). *Environnement urbain et problèmes de santé à Ouagadougou : cas du quartier Cissin*, Mémoire de Maîtrise, Université de Ouagadougou, IRD.
- L'Hôte, Y., Mahé, G., Som,é B., Triboulet, JP., (2002). Analysis of Sahelian index from 1896 to 2000, the drought continues. *Hydrological Sciences Journal* 47 (4), p. 503 - 506.
- Lebel T., Ali, A., (2009). Recent trends in the Central and Western sahel rainfall regime 1990-1997, *Journal of Hydrology* 375, p. 52-64.
- MDRE, MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT RURAL ET DE L'ENVIRONNEMENT, (2004). Programme National pour l'Adaptation aux Changements Climatiques, p. 72.
- MECV, MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, (2006). Programme d'Action National pour l'Adaptation aux changements climatiques», p. 76.
- MEDD, MINISTÈRE DÉLÉGUÉ AUPRES DU PREMIER MINISTRE CHARGE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, (2012). *Fiche résumée du projet : Programme spécial pour la protection de la ville de Nouakchott*» Nouakchott : Ministère délégué auprès du premier ministre chargé de l'environnement et du développement durable. <http://www.environnement.gov.mr/images/Fiche%20PSPVN.doc>
- MEPN, MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA PROTECTION DE LA NATURE (2006). PANA (Plan d'Action National pour l'Adaptation aux Changements Climatiques), p. 84.
- MPEM, MINISTÈRE DES PÊCHES ET DE L'ÉCONOMIE MARITIME, SCAC - AMBASSADE DE FRANCE - UICN, (2005). *Plan d'Aménagement du Littoral*, p. 328.
- Nicholson, S. E. (2005). On the question of the recovery' of the rains in the West African Sahel, *Journal of Arid Environments* 63, p. 615-641.
- OCHA, BUREAU DE LA COORDINATION DES AFFAIRES HUMANITAIRES DES NATIONS UNIES, (2013). Sénégal : Briser le cycle des inondations périodiques, <http://www.unocha.org/top-stories/all-stories/s%C3%A9n%C3%A9gal-les-inondations-annuelles-se-succ%C3%A8dent>
- ONU - HABITAT, (2008). Sénégal : profil urbain de Dakar, p. 30.
- ONU - HABITAT, (2010). L'état des villes africaines, Programme des Nations Unies pour les établissements humains, p. 268.
- ONU - HABITAT, (2007). Profil urbain de Ouagadougou, Programme des Nations Unies pour les établissements humains, p. 35.
- Roudier, P., Sultan, B., Quirion, P., Berg, A. (2011). The impact of future climate change on West African crop yields: What does the recent literature say? *Global Environmental Change* 21, p. 1073-1083.
- Sall, M. A. (2008). Migration interne et migration internationale au Sénégal : que représente Dakar dans cette dynamique? Mémoire de DEA, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, p. 110.
- Sighomno D., Tanimoun, B., Alio, A., Zomodo, L., Ilia A., Olomoda, I., Coulibaly, B. (2012). Crue exceptionnelle et inondations au cours des mois d'août et septembre 2012 dans le Niger moyen inférieur, *Hydrosciences*, [http://www.hydrosciences.fr/sierem/produits/biblio/Crue%20exceptionnelle%20du%20Niger%20en%202012%20\\_%20Version%20Nov.2012.pdf](http://www.hydrosciences.fr/sierem/produits/biblio/Crue%20exceptionnelle%20du%20Niger%20en%202012%20_%20Version%20Nov.2012.pdf)
- Svensmark, H., Friis, Christensen E., (2007). Reply to Lokwood and Fröhlich, The persistent role of the Sun in climate forcing, Danish National Space center, *Scientific Report*, p. 6.
- Thénot, A., (2007). *Modèles de données pour l'appréhension et la gestion des risques à Nouakchott (Mauritanie). Une capitale contre vents et marées* (Thèse de doctorat en géographie). Université de Paris I Panthéon Sorbonne. <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00288430>
- WMO, (2012). <http://www.wmo.int>