



COLLOQUE INAUGURAL DE L'ASSOCIATION FRANCOPHONE DE GÉOGRAPHIE PHYSIQUE

La Géographie Physique et les Risques Naturels

Université de Liège, Liège, Belgique, 29-30 juin 2014

Livre de résumés

Lien permanent : <http://hdl.handle.net/2268/169520>

Editeurs scientifiques :
André Ozer et Pierre Ozer

Avec le concours de la Société Royale des Sciences de Liège

Colloque inaugural de l'Association Francophone de Géographie Physique

Lors du Congrès de l'Association Internationale des Géomorphologues (AIG-IAG) qui s'est tenu à Paris en août 2013, plusieurs collègues m'ont demandé d'organiser à Liège le colloque inaugural de l'Association Francophone de Géographie Physique (AFGP).

Profitant du '17th Joint Geomorphological Meeting' déjà prévu du 30 juin au 3 juillet regroupant des géomorphologues de Belgique, France, Italie, Roumanie et Grèce, j'ai proposé de nous réunir à Liège les 29 et 30 juin en prélude à cette réunion pour 'lancer' l'Association Francophone de Géographie Physique.

Nous avons ainsi pu regrouper des amis francophones provenant de nombreux pays et réunis autour de la thématique du rôle de la géographie physique dans la gestion des risques naturels. Ce thème est cher à l'Université de Liège qui coordonne, depuis 2000, un Master complémentaire en Gestion des Risques Naturels ouvert aux pays francophones.

Au cours de la préparation de ce colloque, j'ai toujours reçu des encouragements de mon maître, le professeur Albert Pissart qui avait accepté de parrainer ce Colloque. Malheureusement, il nous a quitté il y a deux semaines.

Aussi, vais-je débiter notre Colloque par un hommage en son honneur, lui qui avait toujours été un défenseur de la géographie physique et fortement impliqué dans la compréhension des risques naturels.

André Ozer

Département de Géographie, Université de Liège

Comité d'organisation

OZER André, Département de Géographie, Université de Liège, Liège, Belgique

BALLAIS Jean-Louis, UMR ESPACE-CNRS, Université d'Aix-Marseille, Aix-en-Provence, France.

PANIZZA Mario, Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Modena e Regio Emilia,
Modena, Italie

OZER Pierre, Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université de Liège,
Arlon, Belgique

***In memoriam* – Albert Pissart (04.04.1930 – 11.06.2014)**



Le Professeur Albert Pissart n'est plus parmi nous. Il va laisser un vide dans la communauté des géomorphologues et, en particulier, parmi ses collègues liégeois. Elève du professeur P. Macar, ses premières recherches, dans le cadre de son mémoire de licence en géographie (1952), traitaient des coulées pierreuses dans les vallées en bordure des Hautes Fagnes. Après son service militaire et quelques années passées dans l'enseignement secondaire (1954-1957), le Professeur Macar l'appela à l'Université de Liège (ULg) comme assistant. Dans ce cadre, il réalise sa recherche doctorale essentiellement sur les terrasses de la Meuse en Ardenne du sud-ouest (France et Belgique). Docteur en sciences en 1960, il est alors nommé chef de travaux, toujours à l'ULg, en 1961. Il continue à concentrer ses recherches sur les phénomènes périglaciaires, d'abord sur le plateau des Hautes Fagnes, puis au Pays de Galles et dans les hautes latitudes du Grand Nord canadien. Il étudie en outre le périglaciaire de montagne dans le Chambeyron. Non content d'analyser les formes et phénomènes actuels, il s'intéresse aussi aux traces périglaciaires fossiles témoins des phases froides du Quaternaire dans nos régions. En outre, voulant comprendre la nature profonde des processus périglaciaires, il va tenter de les reconstituer en laboratoire. C'est grâce à ces recherches extrêmement diversifiées qu'il a été rapidement, et est toujours actuellement, reconnu comme un des meilleurs spécialistes mondiaux du périglaciaire. En témoignent ses fonctions de président du comité de coordination des recherches périglaciaires de l'Union Géographique Internationale (UGI) de 1972 à 1980. Ses étudiants avaient même sympathiquement fondé un "permafrost fan club"! Enfin, encore dans ces dernières semaines, il a rédigé un dernier ouvrage sur les viviers des Hautes Fagnes (2014), sorte de testament en somme, où il insiste à nouveau sur l'évolution de sa pensée au fil du temps, ayant fait des viviers d'abord des pingos, puis des palses, avant de convaincre la communauté des géomorphologues qu'il s'agissait en réalité de lithalses.

C'est aussi en reconnaissance de ses qualités exceptionnelles de chercheur qu'il a reçu la plus haute distinction scientifique belge: il fut titulaire de la chaire Francqui au titre belge en 1987, à l'initiative de l'Université de Gand. Il rédigea ainsi "Géomorphologie périglaciaire. Texte des leçons de la Chaire Francqui belge", ouvrage qui fait encore autorité aujourd'hui.

Il fut aussi un enseignant remarquable pour de nombreuses générations d'étudiants géographes, géologues, ingénieurs-géologues et ingénieurs des mines. Il dispensa ainsi les cours de géomorphologie, de géologie du Quaternaire et inaugura en Belgique un cours de photo-

interprétation dès 1965. Dans sa carrière universitaire, il a été nommé successivement chargé de cours associé (1967), professeur associé (1973) puis professeur ordinaire (1977), avant d'être admis à la retraite en 1995. Pendant près de vingt ans, il occupa la chaire de "Géomorphologie et géologie du Quaternaire" de l'ULg.

Défenseur de la géographie et plus particulièrement de la géomorphologie, il a été président de la Société géographique de Liège en 1973-74, en 1989-90 et en 2003-2004 et de la Société géologique de Belgique en 1967-69. Il fut aussi membre et secrétaire du Comité national de Géographie et président (1988-93) de l'Association des géomorphologues de Belgique (BAG), dont il fut un des membres fondateurs. Il a aussi été fort impliqué dans les activités de l'Association internationale des géomorphologues (AIG-IAG). Lors du congrès de Bologne en 1997, il a été élu à l'unanimité membre du Bureau de l'IAG (1997-2001) et, en 2005, il a reçu au cours du congrès de Saragosse le suprême honneur pour un géomorphologue: le "bâton" de "Honorary Fellow" de l'IAG, gravé à son nom en reconnaissance de l'ensemble de ses recherches en géomorphologie. Il était encore présent au dernier congrès de l'IAG à Paris en août 2013.

Sa renommée internationale et son éminence scientifique lui ont valu d'être élu membre correspondant en 1992, puis membre dès 2003 de l'Académie royale de Belgique, dont il fut Président et Directeur de la Classe des sciences en 2005.

Ses élèves, ses collègues, ses confrères garderont de lui le souvenir d'un très grand scientifique, intègre, dévoué à la géographie, mais aussi d'une grande amabilité, toujours à l'écoute de l'autre.

Au revoir, Monsieur Pissart.

André Ozer

Association Francophone de Géographie Physique

Les débats autour de la langue unique imposée au Congrès de l'Association Internationale de Géomorphologie à Paris, en septembre 2013, ont montré la nécessité de défendre la langue commune aux francophones. Cette démission des responsables de la géomorphologie française n'est que la manifestation, dans un nouveau domaine scientifique, d'une démission assez générale des élites françaises face à la domination de l'anglo-américain.

Or, il existe déjà, et parfois depuis longtemps, des associations francophones dynamiques, comme en palynologie, climatologie, sédimentologie, hydrologie... qui permettent à leurs membres de s'exprimer en français. Il est temps que, en géographie physique, une telle possibilité soit offerte aux chercheurs. C'est pourquoi j'ai proposé, en novembre 2012, la perspective de la création d'une *Association Francophone de Géographie Physique*.

Les buts de cette association pourraient être :

- Faire respecter, lors des réunions scientifiques internationales, les principes de plurilinguisme de l'ONU et de ses organisations,
- Faire respecter, en France, les lois sur l'utilisation de la langue française dans les réunions scientifiques internationales,
- Regrouper tous les francophones quelle que soit leur nationalité. En particulier, permettre aux chercheurs francophones trop peu nombreux dans leur pays pour former une structure représentative, de pouvoir cependant faire connaître leurs positions,
- Soutenir les demandes des autres associations linguistiques de reconnaissance dans les manifestations scientifiques internationales,
- Soutenir les revues scientifiques francophones,
- Intervenir au sein de l'Organisation Internationale de la Francophonie pour obtenir son soutien,
- Organiser des manifestations scientifiques prioritairement francophones,
- Tisser des liens avec les autres organisations scientifiques francophones,
- Promouvoir les échanges entre géographes physiciens francophones.

Jean-Louis Ballais

Professeur émérite à l'Université d'Aix-Marseille (France)

Fondateur de l'*Association Francophone de Géographie Physique*

Table des matières

Abdellaoui A., Boughalem M. Apport de l'imagerie satellitale pour l'analyse des dépôts de sels dans les sebkhas : cas de la sebkha Oum Rneb (Ouargla, Algérie)	7
Ammour A., Daoudi M., Niang A.J., Ozer A. Vulnérabilité au risque côtier de la ville de Jeddah, Arabie Saoudite : Approche diachronique	8
Bastide J. La gestion durable du trait de côte face à la montée de la mer : aléas, enjeux, risques et vulnérabilité du littoral de la baie de Somme	9
Bensaadi K. Vers une approche multicritères de l'aléa effondrement dans les régions karstiques : application sur le cas du Val d'Orléans	10
Cunha L., Leal C., Ramos A.M. Territoires de risques à l'échelle des communes. Un exemple dans la ville de Torres Novas (Portugal)	11
Damnati B., Reddad H., El Khoudri K. Les microcharbons dans les sédiments lacustres du Moyen Atlas (Maroc): Significations climatiques depuis 3000 ans cal BP	12
Daoudi M. Risque d'inondation et vulnérabilité de la ville de Jeddah, Arabie Saoudite	13
Doudje K., Tchindjang M., Moupeng B. Évolution actuelle du lit majeur et des berges du Chari de l'Holocène à nos jours à N'Djamena	14
Doudje K., Tchindjang M., Moupeng B. Évolution des berges du fleuve Chari de Mandjaffa à Milezi (1970-2008) à N'Djamena	15
Esposito C., Ballais J.L., Chave S., Delorme V. Comparaison entre zones inondées et zones inondables. Le cas du département du Var (France) en juin 2010	16
Greco F., Ioana-Toroimac G., Zaharia L. Tendance de la dynamique récente des cours d'eau à la Courbure de Carpathe en Roumanie – Approche hydrogéomorphologique	17
Hachemi K., Thomas Y.F., Senhoury A.O.E.M., Achek-Youcef M., Ozer A., Nouacer H.A. Etude de l'évolution du trait de côte au niveau du port de Nouakchott (Mauritanie) à partir d'une chronique d'images SAR d'ENVISAT	18
Kaci M., Morsli B., Habi M. Dynamique de l'érosion sous différentes utilisations du sol au niveau d'un versant en zone méditerranéenne subhumide : influence des cultures, des aménagements de la gestion conservatoire des eaux et des sols (GCES) et des couvertures forestières en Algérie	19

Koffi Y.B. Ressources en eau, minières, pétrolières et gazières de la Côte d'Ivoire et problématique de la pollution des eaux et des inondations	20
Fort M. Changement climatique, impacts sur les risques naturels et la ressource en eau au nord de la chaîne himalayenne : le cas du Mustang (Népal)	21
Konan E.K., Abe J., Aka K., Neumeier U., Nyssen J., Ozer A. Effets des houles de forte énergie de l'Océan Atlantique sur les plages à l'est d'Abidjan et leur capacité de résilience	22
Makanzu F., Ozer P., Moeyersons J. Caractéristiques des pluies et ravinement dans la ville de Kinshasa de 1961 à 2010	23
Nouri M. Le tissu urbain face aux risques naturels : Cas de la baie de Tipaza, Algérie	24
Ozer P., Hountondji Y.C., Bessan M.V., Thiry A., de Longueville F. Impact de l'érosion littorale sur les migrations forcées. Cas de Cotonou, Bénin	25
Ozer P., Mahamoud A., Nour Ayeh M., Saad O., Camberlin P., Gemenne F., de Longueville F. Sécheresse, migration et vulnérabilité à Djibouti-Ville	26
Ozer P., Ould Sidi Cheikh M.A., Ozer A. Etalement urbain et vulnérabilité croissante face au risque d'inondation : l'exemple de Nouakchott (Mauritanie)	27
Passinring K. L'eau, le sable et la problématique de la dynamique régressive des lacs de Léré (Mayo – Kebbi Ouest/Tchad)	28
Pateau M. De l'aléa au risque naturel : originalités du nord de la chaîne rifaine (Maroc septentrional)	29
Ramos A.M., Cunha L., Cunha P.P. Application du processus d'analyse hiérarchique à l'étude des glissements de terrain dans la commune de Leiria (Portugal central)	30
Sahani M., Ozer P., Moeyersons J. Expansion urbaine et risques hydrologiques : cas de Butembo (RD Congo)	31
Salmon M. Faciliter l'accès à l'information pour prévenir les risques liés au sous-sol	32
Schroeder J. Les cavernes des objets paradoxaux pour un géographe physicien	33
Souidi Z., Hamimed A., Donze F. Cartographie des zones à risque d'érosion hydrique : application au bassin versant de l'oued Fergoug dans les monts des Béni-Chougrane en Algérie	34

Apport de l'imagerie satellitale pour l'analyse des dépôts de sels dans les sebkhas : cas de la sebkha Oum Rneb (Ouargla, Algérie)

Abdellaoui A. ⁽¹⁾ et Boughalem M. ⁽²⁾

⁽¹⁾ Lab'Urba UPEC (France) & Agence Internationale pour le développement de l'Education et de la Coopération (AIDEC), abdellaoui.geo@gmail.com

⁽²⁾ Université de Témouchent (Algérie)

Les remontées de sel dans les milieux oasiens ont plusieurs effets néfastes sur l'espace et la production agricole. Au niveau d'Ouargla par exemple, on constate un affaissement du sol de plusieurs km du à la dissolution progressive des formations salines du sous-sol ; les palmiers dattiers subissent l'effet de la remontée de sel dans les sols : perte de rendement d'abord puis dégradation et mort.

Les sebkhas, vastes dépressions d'accumulation des eaux, constituent un indicateur visuel du phénomène de salinisation.

Dans cet article nous étudions l'évolution de la sebkha d'Oum Rneb près d'Ouargla. Nous utilisons pour cela des images satellitales de 1976, 2000, 2005 et 2013. L'image de 2013 (prise de vue en août) nous a permis d'élaborer une chaîne de traitements basée sur des traitements classiques (analyse en composantes principales, classifications, combinaisons de canaux) d'une part, et sur un modèle semi empirique inspiré par l'indice du voile sableux mis au point par Abdellaoui *et al.* (2010). Une campagne terrain en novembre 2013 a permis de valider les traitements et d'en interpréter les résultats.

Mots-clefs : Sebkha, salinisation, remontée de sel, palmeraie, image satellitale, Ouargla, Algérie.

Vulnérabilité au risque côtier de la ville de Jeddah, Arabie Saoudite : Approche diachronique

Ammour A. ⁽¹⁾, Daoudi M. ⁽¹⁾, Niang A.J. ⁽²⁾ & Ozer A. ⁽³⁾

⁽¹⁾ Department of Geography & GIS, Faculty of Arts and Humanities, King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia. ammourdaoudi@gmail.com , mdaoudi65@gmail.com

⁽²⁾ Department of Geography, College of Social Sciences, Umm Al-Qura University, Makkah Al-Mukarramah, Saudi Arabia. ajeniang@yahoo.fr

⁽³⁾ Département de Géographie, Faculté des Sciences, Université de Liège, Belgique. aozer@ulg.ac.be

Le long de la mer Rouge, la ville de Jeddah s'étend sur plus de 60 km. Sa bathymétrie est caractérisée au nord par une vallée sous-marine creusée au cours des bas niveaux marins régressifs (Sharm Abhur). Depuis les années 70, ses rivages ont été envahis et le milieu marin dégradé par l'extension urbaine. La zone littorale a été particulièrement affectée par la construction accélérée de bâtiments, de routes, et d'installations portuaires. La croissance de la ville s'est faite surtout vers le nord en direction du Sharm Abhur le long de la plaine du Tihâmat. Par ailleurs, la ligne de rivage a subi un changement énorme marqué par la récupération de surfaces d'eau peu profonde où les récifs coralliens existent. Malgré la protection de la zone côtière, les phénomènes d'érosion s'accroissent. Le présent travail illustre une étude diachronique par télédétection de l'extension de la ville de Djeddah ainsi que l'évolution du trait de côte depuis le début des années 1970. Les modifications du trait de côte seront étudiées, après digitalisation à partir des données historiques, avec une mesure par une méthode automatique incluse dans l'extension DSAS (Digital Shoreline Analysis System) utilisée avec ArcGIS. Cela permet de découper le littoral en transects et d'observer les changements sur toutes les portions de la ligne de rivage sur le plan historique et de disposer des graphiques pour chaque tronçon. Le choix du trait de côte adopté est également discuté. Ainsi, nous identifions les zones à risque afin de déterminer la vulnérabilité du littoral de la ville Jeddah qui représente la deuxième agglomération de l'Arabie Saoudite et qui abrite le principal port de commerce du royaume.

Mots-clefs : Risque côtier, croissance urbaine, dégradation de l'environnement marin, télédétection, évolution du trait de côte, Jeddah, Arabie Saoudite.

La gestion durable du trait de côte face à la montée de la mer : aléas, enjeux, risques et vulnérabilité du littoral de la baie de Somme

Bastide J. ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Laboratoire de Géographie Physique, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Paris, France.
julia.bastide@orange.fr

À la rencontre entre la terre et la mer, la façade maritime de la baie de Somme, en Manche, est soumise aux aléas naturels du territoire dans lequel elle s'inscrit (submersion marine, érosion/accrétion du trait de côte). Le littoral picard s'étend sur 70 km et sur le territoire du seul département de la Somme. La morphologie de la côte est remarquablement variée pour un si faible linéaire. Du nord au sud se succèdent : la baie d'Authie qui marque la frontière avec le Nord-Pas-de-Calais, la côte sableuse du Marquenterre ourlée de dunes fixées par une forêt de pins, la baie de Somme, les Bas-Champs bordés d'un cordon de galets et enfin les falaises crayeuses amorçant le Pays de Caux en Seine-Maritime. Le croisement du « naturel » et du « culturel » est indispensable sur ce littoral, où les enjeux socio-économiques et la participation de la société sont de plus en plus pris en compte dans la gestion des franges de la baie de Somme. Face à l'inexorable montée de la mer (GIEC, 2013), la vulnérabilité de cette façade maritime (polder surtout occupé par des terres arables et des espaces prairiaux) va s'accroître alors que les enjeux, situés directement en bord de mer sont importants.

Le temps d'agir est donc clairement venu, c'est ce qui explique les choix déjà faits entre politiques offensives ou défensives face à la mer. Les actions de l'homme peuvent cependant venir contrarier l'équilibre entre érosion, engraissement et stabilité des côtes. Les franges de cette baie sont l'objet d'enjeux d'aménagements importants qui posent des défis pour les décennies à venir. Faut-il continuer à « aménager ou ménager ce littoral » ? (Lydie Goeldner, 2012).

Mots-clefs : Risques naturels, vulnérabilité, aménagement du littoral, Baie de Somme, France.

Vers une approche multicritères de l'aléa effondrement dans les régions karstiques : application sur le cas du Val d'Orléans

Bensaadi K. ⁽¹⁾

⁽¹⁾ LOTERR, Département de Géographie, Université de Lorraine, Nancy, France. kamila.bensaadi@univ-lorraine.fr

Environ deux cinquièmes de la superficie du territoire métropolitain peuvent être considérés comme karstiques (Audra 2010). Les cavités d'origine karstique se forment par processus de dissolution de l'encaissant et se limitent par définition aux roches solubles (calcaires, craie, dolomies, évaporites).

Leur susceptibilité à l'effondrement dépend de la prédisposition des terrains sus-jacents à s'effondrer. Cette susceptibilité peut être évaluée par une combinaison de critères explicatifs d'ordre géologique, hydrogéologique, karstologique et climatique.

La théorie du poids des évidences formalise l'estimation du pouvoir explicatif en calculant des poids positifs et des poids négatifs. La somme des poids informe sur le pouvoir de contraste du critère explicatif potentiel. Si le pouvoir de contraste est trop faible, le critère est jugé « non significatif » et n'est pas retenu. Pour les critères retenus, la valeur du contraste permet de hiérarchiser les critères : un critère ayant un fort contraste sera prépondérant par rapport à un critère ayant un contraste plus faible.

Une fois les critères explicatifs évalués, il s'agit de tester leur indépendance : seuls des critères indépendants doivent être combinés dans l'approche multicritères afin d'éviter la redondance des poids.

Sur le Val d'Orléans, la théorie du poids des évidences s'est avérée particulièrement bien adaptée. Le karst sous couverture alluviale semble le plus prédisposé à l'occurrence de désordres. La suite de l'étude consistera à faire une analyse par la méthode du poids des évidences se limitant au secteur du karst sous alluvions afin de tester si d'autres critères deviennent discriminants.

Par la suite, une telle approche pourra servir de base au développement d'une méthodologie de la cartographie de l'aléa/susceptibilité de présence de cavités karstiques en contexte calcaire.

Mots-clefs : Risques naturels, karst, susceptibilité à l'effondrement, inondations, Val d'Orléans, France.

Territoires de risques à l'échelle des communes. Un exemple dans la ville de Torres Novas (Portugal)

Cunha L. ⁽¹⁾, Leal C. ⁽¹⁾, Ramos A.M. ⁽¹⁾

⁽¹⁾ CEGOT, Département de Géographie, Université de Coimbra, Portugal. luciogeo@fl.uc.pt , catia_sleal@hotmail.com , ana-baia@sapo.pt

Les différents types de risque sont définis en liaison d'un aléa et d'une vulnérabilité. En dépit de son caractère aléatoire, à la fois dans le temps et dans l'espace, les manifestations du risque semblent avoir leurs propres territoires et paysages.

Dans cette étude de cas spécifique, la ville de Torres Novas (Portugal Central), nous pouvons définir quatre territoires distincts, tant par des éléments naturels (montagne calcaire, collines gréso-calcaires et la plaine alluviale de la rivière Almonda), que la concentration de la population (les aires urbaines).

Après une étude exhaustive des risques naturels et des risques anthropiques municipaux, on considère la montagne calcaire comme un espace privilégié pour les chutes de pierres et les éboulements; les collines gréso-calcaires plus favorables au développement des flux de terres, des glissements de terrain, des coulées boueuses et de manifestations de l'érosion hydrique; la plaine d'inondation plus sensible à la survenance des inondations; et l'aire urbaine à un ensemble de risques d'origine anthropique, telles que les incendies urbains et les accidents de la circulation. Ces mêmes zones, en fonction de l'occupation humaine, expriment différentes vulnérabilités qui, dans certains cas, augmentent le risque (collines gréso-calcaires, zones urbaines) et, dans d'autres cas, réduisent le risque (collines calcaires et des plaines inondables).

Mots-clefs : Risques naturels, vulnérabilité, éboulements, glissements de terrain, inondations, Torres Novas, Portugal.

Les microcharbons dans les sédiments lacustres du Moyen Atlas (Maroc): Significations climatiques depuis 3000 ans cal BP

Damnati B. ⁽¹⁾, Reddad H. ⁽¹⁾ & El Khoudri K. ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Faculté des Sciences et Techniques. Département de Géologie. Equipes Environnement marin et ressources naturelles, B.P. 416, 90000 Tanger, Maroc. b.damnati@fstt.ac.ma

Les paléofeux en relation avec les changements climatiques passés en Afrique du Nord restent encore mal documentés. Une étude multidisciplinaire utilisant la minéralogie, la géochimie et les traces du feu (microcharbon) au niveau des sédiments du lac Ifrah (Moyen Atlas, Maroc) offre de nouvelles perspectives pour une meilleure compréhension des variations climatiques depuis le dernier maximum glaciaire à nos jours.

Depuis 30 000 jusqu'à 13 000 ans cal BP, la concentration des sédiments en microcharbons était très faible en liaison avec une faible activité de feu et un climat froid. La phase comprise entre 13000 et 10800 ans cal BP est une période de transition. Le début de l'Holocène moyen (entre 10800 et 4500 ans cal BP) se caractérise par une forte augmentation de la concentration de particules de microcharbons. Un pic de ces particules est observé à 107 cm (soit 8200 ans cal BP). Cette phase est marquée par une forte activité des feux au cours d'une période sèche. L'Holocène supérieur (entre 4500 et 1700 ans cal BP) marque le retour des conditions climatiques humides manifestées essentiellement par une baisse modérée de la concentration de particules de microcharbons.

Mots-clefs : Lac, microcharbons, climat, feux, dernier maximum glaciaire, Holocène, Moyen Atlas, Maroc.

Risque d'inondation et vulnérabilité de la ville de Jeddah, Arabie Saoudite

Daoudi M. ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Department of Geography & GIS, Faculty of Arts and Humanities, King Abdulaziz University, Jeddah, Saudi Arabia. mdaoudi65@gmail.com

Les changements climatiques combinés avec l'augmentation rapide de la population et la croissance urbaine, conduisent à une multiplication des catastrophes naturelles et anthropiques. Ces dernières années, plusieurs régions du monde ont enregistré de graves problèmes d'inondations. C'est le cas de l'Arabie Saoudite, pays où les sécheresses récurrentes, mais qui récemment fait face à des phénomènes d'inondations. La ville de Jeddah qui nous intéresse dans cette analyse, se trouve sur la côte de la mer Rouge, est la deuxième plus grande ville d'Arabie Saoudite après la capitale Riyadh, en termes de population et d'importance économique, et s'étale sur 1765 km² avec plus de 3,5 millions habitants. L'absence d'une politique urbaine efficace, de nombreux impacts constatés, les inondations sont récemment apparues comme une menace majeure pour la population de la région de Jeddah, qui a été témoin de cas graves en novembre 2009 et janvier 2011, ayant entraînés le décès de plusieurs personnes et détruit plusieurs infrastructures. Les catastrophes enregistrées sont très dommageables sur les plans social, psychologique, économique, sanitaire et environnemental. Le présent travail illustre une analyse spatiale du risque d'inondation se basant sur des données multisources (satellitaires, MNT, cartographiques et statistiques) et vise à identifier les zones soumises aux inondations afin de déterminer la vulnérabilité de la zone de Jeddah. Cela permet d'éviter l'extension urbaine dans les zones à risque et aidera les décideurs à mettre de nouvelles stratégies pour la gestion de l'espace géographique.

Mots-clefs: Risques naturels, inondation, données multisources, extension urbaine, Jeddah, Arabie Saoudite.

Évolution actuelle du lit majeur et des berges du Chari de l'Holocène à nos jours à N'Djamena

Doudje K. ⁽¹⁾, Tchindjang M. ⁽¹⁾, Moupeng B. ⁽²⁾

⁽¹⁾ Département de Géographie, Université de Yaoundé I, Yaoundé, Cameroun. doudjekjeanbap1@yahoo.fr, mtchind@yahoo.fr

⁽²⁾ Université du Tchad, N'Djamena, Tchad. m_bedjaoue@yahoo.fr

Le lit est l'espace qui peut être occupé par les eaux d'un cours d'eau. Derruau (1981) précise que : « *le lit est une canalisation naturelle aménagée pour évacuer la totalité des débits liquides et solides et qui s'adapte à ces débits par un travail incessant d'érosion et d'accumulation* ». Du point de vue lithologique et morphologique, le lit est un complexe instable car les matériaux qui constituent le lit d'un cours d'eau sont généralement hétérogènes. C'est aussi un milieu instable et changeant en ce sens qu'il suffit d'une importante crue pour modifier le modelé du lit. Le modelé des lits fluviaux résulte d'une interaction entre le matériel et les processus (Tricart, 1977).

Ainsi, pour le géographe, le lit du fleuve constitue une mine d'information sur l'évolution des paléoclimats mais aussi l'exemple d'un type de modèles construits par une certaine dynamique dans des conditions climatiques et géologiques données.

Ces considérations nous conduisent à étudier l'érosion du lit majeur du fleuve Chari de l'Holocène à nos jours à N'Djamena. Un cours d'eau endoréique qui a creusé son lit dans des sédiments tertiaires et quaternaires.

Le Chari est un fleuve à régime tropical à cheval sur deux types de climat : le climat tropical humide et tropical sec à saisons contrastées.

Ainsi ce présent article a pour objectif la connaissance d'un milieu géographique, considéré comme un système, à travers l'analyse des structures lithologiques et morphologiques le caractérisant afin d'évaluer d'une part, les mutations qu'il a subies et d'autre part, de contribuer à une réflexion susceptible de servir dans le cadre d'un aménagement.

La méthodologie ayant servi à mener à terme cet article a consisté à la consultation des ouvrages qui n'a pas été aisée en raison de la rareté des documents sur la confluence des fleuves Chari et Logone. Il a fallu « ratisser large » et consulter un grand nombre de documents pour parvenir à rassembler une partie des éléments nécessaires à la réalisation de ce travail. Mais la plus grande partie de nos informations sont recueillies directement sur le terrain.

Nous avons effectué des sorties sur le long des rives du Chari et du Logone. Cette pratique de terrain nous a permis d'acquérir une base méthodologique.

Des prélèvements d'échantillons sont opérés sur des coupes offertes par les berges et les carrières ; ces échantillons ont été examinés à la loupe et des analyses de laboratoire ont été faites.

Les données collectées sont complétées par des photographies aériennes et des images satellitaires qui ont permis d'évaluer l'érosion des berges à la confluence du Chari et du Logone.

Mots-clefs : Berges, érosion, lit, Chari, N'Djamena, Tchad.

Évolution des berges du fleuve Chari de Mandjaffa à Milezi (1970-2008) à N'Djamena

Doudje K. ⁽¹⁾, Tchindjang M. ⁽¹⁾, Moupeng B. ⁽²⁾

⁽¹⁾ Département de Géographie, Université de Yaoundé I, Yaoundé, Cameroun. doudjekjeanbap1@yahoo.fr, mtchind@yahoo.fr

⁽²⁾ Université du Tchad, N'Djamena, Tchad. m_bedjaoue@yahoo.fr

Les berges du fleuve Chari à N'Djamena sont inscrites dans les terrains sablo-argileux de l'Holocène récent. Elles présentent d'amont en aval de Milezi une plaine alluviale surdimensionnée (500 – 1500 m de largeur) dans laquelle le Chari actuel développe un système de méandres mobiles peu adaptés.

L'article porte sur les ajustements géomorphologiques des berges de cet hydrosystème. Ceux-ci sont considérés comme une réponse du cours d'eau aux variations spatio-temporelles des débits liquides et solides et/ou à une modification notable d'une des composantes de sa géométrie interne. Les changements subis par ces différentes variables indépendantes et dépendantes du lit fluvial sont induits par des facteurs intrinsèques et/ou extrinsèques.

Avant d'appréhender les modes et les rythmes d'évolution des berges, on pensera dans un premier temps à préciser l'influence que le cadre géomorphologique et les débits liquides exercent sur la structure physique ainsi que sur le fonctionnement de l'hydrosystème fluvial.

Par la suite, seront examinés les changements géomorphologiques selon trois aspects: le façonnement du lit du Chari, l'évolution morpho-sédimentaire liée aux variations saisonnières des débits et, enfin, les effets des activités anthropiques sur l'évolution des berges du Chari.

L'étude de la dynamique fluviale holocène montre que la structure morphologique actuelle de la plaine alluviale a été définitivement acquise au Quaternaire avec la mise en place d'un revêtement sablo-argileux épais en moyenne de 1,5 à 2 m.

Les modifications géomorphologiques induites par des débits caractéristiques sont associées à d'importants transports solides au fond du lit. L'étude d'une boucle de méandre de forme asymétrique, des conditions d'écoulement qui prévalent lors des débits à pleins bords suggère que la circulation secondaire, en raison notamment de son caractère plus ou moins stable et durable dans le temps, peut mieux expliquer les phénomènes d'érosion et de la dynamique des berges que les forces tractrices déduites des vitesses des cisaillements.

Les résultats apportés sont complémentaires aux travaux étendus à toute la cuvette tchadienne (Durand et Mathieu, 1980 ; Durand, 1995 ; Andigue *et al.*, 2001).

Mots-clefs : Érosion, hydrosystème, dégradation, Chari, N'Djamena, Tchad.

Comparaison entre zones inondées et zones inondables. Le cas du département du Var (France) en juin 2010

Esposito C. ⁽¹⁾, Ballais J.L. ⁽²⁾, Chave S. ⁽²⁾, Delorme V. ⁽³⁾

⁽¹⁾ CEREMA, Direction territoriale Méditerranée, Département Risques Eau Construction, Aix-en-Provence, France. christophe.esposito@cerema.fr

⁽²⁾ UMR ESPACE-CNRS, Université d'Aix-Marseille, Aix-en-Provence, France. jean-louis.ballais@orange.fr , chave.sylvain@orange.fr

⁽³⁾ Fluvial.IS, Brienne-le-Château, France. v.delorme@fluvialis.com

En France, les 15 et 16 juin 2010, de fortes précipitations ont affecté le département du Var et provoqué de nombreuses inondations, surtout sur l'Argens et la Nartuby. Les services du ministère de l'Écologie décidèrent de lancer des études pour connaître l'extension des zones inondées. Par ailleurs, antérieurement à l'inondation, ces services avaient défini une enveloppe de la zone inondable selon différentes méthodes comme la méthode hydrogéomorphologique, l'approche géologique, la méthode Exzeco basée sur l'interprétation des MNT et la méthode développée pour les Plans de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI). Le but de cette présentation est de comparer les limites ainsi obtenues avec celles de la zone inondée en 2010. Une méthode de comparaison digitale utilisant le logiciel Mapinfo permet de mettre en évidence des secteurs où les limites des zones inondables furent dépassées par l'inondation de juin 2010. Les résultats montrent que la carte géologique du BRGM permet une approche cohérente de la zone inondable, mais seulement à l'échelle du 1/50 000. Pour les PPRI, leur cartographie ne permet pas de reporter l'enveloppe de la zone inondée car ses limites ont été souvent dépassées. La méthode Exzeco donne une information spatiale sur l'ensemble du territoire, mais les seuils définis pour remplir la topographie ne fournissent pas une extension suffisante de la zone inondable. La cartographie hydrogéomorphologique apparaît comme la meilleure méthode pour définir la zone inondable pour un tel événement, mais elle n'avait pas été réalisée partout et n'était donc pas disponible pour toutes les zones intéressantes.

Mots-clefs : Inondations, prévention des risques, cartographie hydrogéomorphologique, Var, France.

Changement climatique, impacts sur les risques naturels et la ressource en eau au nord de la chaîne himalayenne : le cas du Mustang (Népal)

Fort M. ⁽¹⁾

⁽¹⁾ CNRS UMR 8586 PRODIG, Université Paris Diderot – Sorbonne Paris Cité, Paris, France. fort@univ-paris-diderot.fr
Groupe Français de Géomorphologie

La chaîne himalayenne est considérée comme le château d'eau de l'Asie. Le changement climatique et ses conséquences potentielles y sont donc des questions largement débattues, avec en arrière-plan la disponibilité des ressources en eau de plus de deux milliards d'hommes vivant dans les plaines et piémonts voisins. Si le versant sud himalayen est subtropical et sous la dominance des flux de la mousson, le versant nord est marqué par un climat continental semi-aride (<300 mm de précipitations par an) où l'eau est un bien précieux sinon rare. Situé dans ce domaine, le Mustang correspond à la partie supérieure du bassin versant de la Kali Gandaki (principal affluent du Gange), et son relief présente de forts contrastes entre fonds de vallées (< 3000 m) et sommets englacés (6000 m - 8000 m). L'habitat y est peu dense, groupé en petites oasis, et son économie repose principalement sur les cultures irriguées, les pâturages de haute altitude, les échanges traditionnels transfrontaliers, et depuis quelques décennies sur le tourisme.

Les prédictions des modèles climatiques, mais aussi les données enregistrées dans les quelques stations météorologiques de la région, ainsi que le « ressenti » des populations, indiquent une tendance au réchauffement. Cette tendance s'accompagne d'une plus forte irrégularité - saisonnière et quantitative - des pluies orageuses et des chutes de neige. Les impacts de ce changement climatique semblent se manifester de différentes façons. Alors que les ravinements sont déjà nombreux sur des terrains en grande partie marneux, leur développement paraît s'étendre (rôle des orages), de même que celui des mouvements de terrain, à cause d'une pénétration plus profonde des eaux de fonte nivale et/ou d'une dégradation du permafrost dans les zones d'altitude >4500 m. Cette dégradation pourrait (1) renforcer la fourniture de débris issus de la couche active, donc indirectement la magnitude des coulées de débris débouchant sur les cônes habités des vallées affluentes ; (2) favoriser l'occurrence d'avalanches rocheuses en contrebas des parois les plus raides. L'occurrence de débâcles glaciaires (rupture de lacs de barrage morainique), particulièrement dévastatrices sur le versant sud, est moins probable au nord mais ne peut être totalement écartée.

Les impacts du changement climatique pourraient aussi peser sur l'évolution économique récente de la région induite par la construction de la route reliant le sud du Népal au Tibet. Cette route a notamment favorisé le développement du tourisme, ainsi que l'introduction de cultures commerciales (arbres fruitiers) grâce à la possibilité d'exportation des productions qu'elle offre. Ces usages concurrentiels causent une pression accrue sur la ressource en eau, dont la disponibilité est plus qu'incertaine dans un proche avenir. En particulier, les réserves d'eau souterraine et leur possibilité de recharge, et la ressource non renouvelable que représente la glace du sol (pergélisol), sont encore très mal connues. Des stratégies d'adaptation au risque de pénurie d'eau commencent à apparaître : réservoirs d'eau, cultures sous serre, pompes à énergie solaire. Mais ces efforts pourraient être ruinés par une recrudescence des aléas naturels entraînant la ruptures de canaux et surtout de la route, ce qui risquerait de remettre en cause le désenclavement récent du haut Mustang vis à vis des principaux centres urbains du Népal, et ainsi compromettre son développement économique en cours.

Mots-clefs : Risques naturels, ressources en eau, mouvements de terrain, changement climatique, Himalaya, Népal.

Tendance de la dynamique récente des cours d'eau à la Courbure de Carpathe en Roumanie – Approche hydrogéomorphologique

Greco F. ⁽¹⁾, Ioana-Toroimac G. ⁽¹⁾, Zaharia L. ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Faculté de Géographie, Université de Bucarest, 1 Bd. N. Bălcescu, Sector 1, 010041 Bucarest, Roumanie.
greco@geo.unibuc.ro, gabriela.toroimac@geo.unibuc.ro, zaharialili@hotmail.com

Les recherches en hydrogéomorphologie sont apparues et se sont développées en relation avec la géomorphologie fluviale. Elles répondent aux besoins contemporains de recherche interdisciplinaire entre l'hydrologie et la géomorphologie afin d'expliquer l'évolution à long ou à court terme à l'intérieur du bassin hydrographique. L'hydrogéomorphologie, notion introduite par Scheidegger en 1972, en partie synonyme de géomorphologie fluviale, est utilisée en tant que méthode de recherche surtout pour l'étude des inondations. En ce sens, elle a été développée par l'école française de géomorphologie. Des études récentes sur la dynamique des cours d'eau, au contact entre les Subcarpates de Courbure et la Plaine roumaine ont montré la rétraction de leurs bandes actives entre 1980 et 2005. Sa largeur moyenne a diminué de 44% sur la rivière Prahova, de 43% sur le Milcov et de 18% sur le Cricovul Dulce. Cela aurait pu être déterminé par la fréquence et l'amplitude réduite des inondations durant cette période, par l'extraction des graviers des lits fluviaux et par les travaux de protection contre les crues.

La crue de 2005 a engendré l'élargissement de la bande active, processus évident sur la rivière Putna, qui a un régime naturel d'écoulement. L'extension de la bande active entre 2005 et 2008/2009, de 21% sur la Putna et de 12% sur le Buzău, pourrait montrer le caractère morphogène de la crue de 2005. La cartographie des lits des rivières subcarpatiques (Prahova, Slănic, Putna) à partir des plans et des cartes topographiques montre des modifications le long des trois rivières entre 1893 et 1997. Par exemple, la sinuosité et la ramification ont enregistré une diminution, avec des valeurs qui diffèrent d'un cas à l'autre. Les plus bas coefficients de sinuosité et écarts entre les valeurs comparées ont été enregistrés sur la Prahova. En conséquence, le secteur moyen des cours d'eau analysés dans les Subcarpates de Courbure se caractérise par le redressement faible du chenal fluvial.

Mots-clefs : Hydrogéomorphologie, lit mineur, dynamique, Subcarpates, Roumanie.

Etude de l'évolution du trait de côte au niveau du port de Nouakchott (Mauritanie) à partir d'une chronique d'images SAR d'ENVISAT

Hachemi K. ⁽¹⁾, Thomas Y.F. ⁽¹⁾, Senhoury A.O.E.M. ⁽²⁾, Achek-Youcef M. ⁽³⁾, Ozer A. ⁽⁴⁾,
Nouacer H.A. ⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Laboratoire de Géographie Physique (LGP), UMR 8591 CNRS, Université Paris-Est. Université Paris 1 - Panthéon-Sorbonne, France. hachemi_kamel@yahoo.fr; kamel.hachemi@u-pec.fr; yves-francois.thomas@cnrs-bellevue.fr

⁽²⁾ Faculté des Sciences et Techniques (FST), Université de Nouakchott, Nouakchott, Mauritanie. senhoury@hotmail.com; senhoury@univ-nkc.mr

⁽³⁾ Laboratoire Architecture Ville Urbanisme Environnement (LAVUE), UMR7218 CNRS, Ecole Nationale Supérieure d'architecture Paris-Val de Seine, France. maria.achek-youcef@paris-valdeseine.archi.fr

⁽⁴⁾ Géomorphologie et Télédétection, Département de Géographie, Université de Liège, Liège, Belgique. aozer@ulg.ac.be

⁽⁵⁾ Faculté d'Electronique et d'Informatique, Département d'Informatique, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene (USTHB), Alger, Algérie. nouacer.h.a@gmail.com

La façade littorale de la ville de Nouakchott, caractérisée par un rivage sableux, rectiligne et plat est fortement exposée aux houles de provenance du secteur Nord-Ouest. Elle est marquée par un très fort transit sédimentaire Nord-Sud. La construction, en 1986, du port de l'Amitié par profondeur de (-10 m) a induit : (i) un fort engraissement de la côte au nord du port ; (ii) une érosion importante au sud de ce dernier. Cette évolution rapide du trait de côte s'est traduite par une fragilisation du cordon dunaire littoral en différents secteurs et a permis des intrusions marines à plusieurs reprises (décembre 1997, par exemple). Sachant qu'une grande partie de la ville est située à un niveau inférieur au niveau de la mer. Notre travail consiste à quantifier et confirmer cette évolution du trait de côte à l'aide d'une étude diachronique à partir des images radar SAR du satellite ENVISAT. Pour cela, nous avons produit 9 images d'amplitude pour différentes dates (2004, 2005, 2008, 2009, 2010) calibrées et géoréférenciées (UTM, WGS84) à 20 mètres de résolution. Nous avons observé et mesuré une accumulation moyenne d'environ 100 m au nord du port et une érosion moyenne d'environ 140 m au sud dans une période de presque de 7 ans (janvier 2004 à octobre 2010). C'est-à-dire une vitesse moyenne d'accumulation et d'avancée du sable estimée à plus 14 m/an et une vitesse moyenne d'érosion estimée à plus de 20 m/an. Ces résultats ont été comparés à ceux plus anciens obtenus par l'un des auteurs (Senhoury, 2000) pour la période 1980 à 1998. Nous avons constaté que la vitesse d'avancée sableuse du trait de la côte au nord a diminué par un facteur 3 entre 2004 et 2010. Par contre, la vitesse de recul de la côte au sud semble rester constante.

Mots-clefs : Littoral, cordon dunaire, bilan sédimentaire, télédétection, SAR, ENVISAT, Nouakchott, Mauritanie.

Dynamique de l'érosion sous différentes utilisations du sol au niveau d'un versant en zone méditerranéenne subhumide : influence des cultures, des aménagements de la gestion conservatoire des eaux et des sols (GCES) et des couvertures forestières en Algérie.

Kaci M. ⁽¹⁾, Morsli B. ⁽²⁾, Habi M. ⁽²⁾

⁽¹⁾ Laboratoire de CES et des écosystèmes forestiers, Université de Tlemcen, Algérie. malik.kaci@yahoo.fr

⁽²⁾ INRF, BP. 88 Mansourah Tlemcen, Algérie. morbinrf@yahoo.fr

Sur les versants des zones méditerranéennes subhumides du nord-ouest algérien, les diverses formes d'érosion sont très actives : le décapage des terres entraîne une diminution de la productivité tout en entraînant un déséquilibre entre eau -sol- végétation.

L'objectif de cette recherche est d'étudier la dynamique de l'érosion, dans cette zone agrosylvo-pastorale, sous différentes utilisations de sol et d'examiner les relations entre les facteurs de cette dynamique et l'impact des aménagements, en particulier les actions de la gestion conservatoire des eaux et des sols (GCES) par les paysans.

Pour atteindre ces objectifs, on a étudié un transect au niveau d'un versant de 4 km de long. Le long de ce transect, on rencontre plusieurs utilisations et aménagements sur un même type de sol. L'approche est basée sur la comparaison de certains critères morphologiques et des indicateurs analytiques tels que pierrosité, infiltrabilité (mesurée au simulateur de pluies), matière organique, épaisseur du sol (évacuation et accumulation des matériaux).

Les résultats montrent qu'à l'échelle du versant, la dynamique est sous l'influence de la pente et surtout de l'utilisation du sol. A la variation d'occupation des sols (formations arbustives, buissonnantes et des zones cultivées, arboriculture et céréales associées aux aménagements de GCES) correspond une variation de la dynamique érosive, que l'on peut suivre grâce aux indicateurs. En forte pente et sous couvert végétal faible, les sols sont érodés par la pluie et ceci est bien démontré par la charge caillouteuse et le décapage de l'horizon A.

Par contre, Les sols très couverts sont mieux conservés malgré la présence de fortes pentes. Cette stabilité trouve son explication dans la densité du couvert végétal (reboisement dense et formation buissonnante), la litière et la richesse en matières organiques du sol, qui rendent la structure du sol plus stable et qui facilite l'infiltration des pluies. Les aménagements (murets de 1 à 2 m) réalisés sur les zones cultivées par les riverains apparaissent comme une solution ingénieuse. Ils permettent de cultiver des surfaces très pentues tout en limitant au minimum les risques d'érosion. Ces techniques, parallèle aux courbes de niveau, ont bien montré leur efficacité dans la réduction de l'érosion et le piégeage des sédiments. L'application de la gestion durable de l'eau et des sols (GCES) dans certaines exploitations en amont du versant (intensification, cultures en étages avec arboriculture [cerisier] très valorisante et très économique, fumier, emploi de techniques anti-érosives) a bien montré son efficacité dans la conservation du sol et dans l'amélioration des revenus.

Mots-clefs : Montagne méditerranéenne subhumide, érosion, utilisations des sols, transect, GCES, revenus, Algérie.

Ressources en eau, minières, pétrolières et gazières de la Côte d'Ivoire et problématique de la pollution des eaux et des inondations.

Koffi Y.B. ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Université de Cocody, Côte d'Ivoire. yaomonie@yahoo.fr

L'objectif de cette conférence intitulée : « *Ressources en eau, minières, pétrolières et gazières de la Côte d'Ivoire et problématique de la pollution des eaux et des inondations* » est de présenter les potentialités hydriques, minières, pétrolières et gazières de la Côte d'Ivoire. Elle se propose aussi de lever un point de voile sur : (i) les problèmes de pollution des eaux (eaux souterraines et eaux de surface) ; (ii) la problématique de l'Alimentation en Eau Potable des populations (AEP) ivoiriennes en général et des grandes villes en particulier et (iii) les problèmes d'inondation. Cette présentation se base sur une étude bibliographique soutenue par des observations faites pendant plusieurs missions de terrain menées dans le cadre de projets de développement et de recherche. Les résultats obtenus montrent que la géologie de la Côte d'Ivoire est caractérisée par deux grands ensembles : le bassin sédimentaire côtier au sud (2% de la superficie total du pays) et le socle cristallin (98% du territoire national). Cette géologie offre à ce pays beaucoup de richesses : (i) minières (or, diamant, fer, manganèse, etc.,) situées généralement sur le socle ; (ii) pétrolières et gazières, localisées sur le bassin sédimentaire côtier. Cette présentation montre également que la Côte d'Ivoire dispose d'un important réseau hydrographique composé de grands cours d'eau (Cavally, Sassandra, Bandama, Comoé), des fleuves côtiers San-Pedro, Agnéby, Banco, etc.). On y rencontre aussi plusieurs lagunes (lagune Ebrié, Lagune Aghien, etc.) ainsi que des lacs artificiels (lacs des barrages hydroélectriques de Kossou, de Taabo et d'Ayamé I et II, etc.) et naturels. Au niveau de l'Alimentation en Eau Potable (AEP), les villes ivoiriennes rencontrent beaucoup de problèmes se résumant en des interruptions intempestives de la distribution en eau potable. La cause de ces problèmes de distribution d'eau serait l'inadéquation entre la démographie et les infrastructures d'AEP. Cette conférence montre que la ville d'Abidjan est très vulnérable aux inondations avec son corolaire : glissements de terrain et pertes en vies humaines. On retient de cette présentation que la Côte d'Ivoire bénéficie d'un potentiel considérable en ressources en eau, minières, pétrolières et gazières. Mais l'exploitation de ces ressources minières et pétrolières a un impact négatif sur les ressources en eau de surface et souterraine. Pour protéger ces ressources en eau, des outils de gestion opérationnels doivent être développés et un monitoring efficace doit être assuré au niveau des personnes physiques et morales qui interviennent dans l'exploitation de ces différentes richesses. Au niveau de l'AEP, les autorités ivoiriennes doivent adapter les infrastructures hydrauliques à l'évolution de la population. En ce qui concerne l'anticipation des inondations, les autorités ivoiriennes doivent encourager et financer le développement de méthodes de lutte contre ces phénomènes.

Mots-clefs : Ressources en eau, Alimentation en Eau Potable, inondation, pollution, Côte d'Ivoire.

Effets des houles de forte énergie de l'Océan Atlantique sur les plages à l'est d'Abidjan et leur capacité de résilience

Konan E.K. ^(1,2), Abe J. ⁽¹⁾, Aka K. ⁽³⁾, Neumeier U. ⁽⁴⁾, Nyssen J. ⁽²⁾, Ozer A. ⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Centre de Recherches Océanologiques d'Abidjan, Abidjan, Côte d'Ivoire. conandernest@yahoo.fr , jacquesabe@yahoo.com

⁽²⁾ Département de Géographie, Université de Gand, Gand, Belgique. jan.nyssen@ugent.be

⁽³⁾ Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire. akaraphael@yahoo.fr

⁽⁴⁾ Université du Québec à Rimouski, Canada. urs_neumeier@uqar.qc.ca

⁽⁵⁾ Département de Géographie, Université de Liège, Liège, Belgique. aozer@ulg.ac.be

Cette étude intègre les impacts des houles de forte énergie qualifiées "d'exceptionnelles" (compte tenu de son impact morphogène important) dans l'appréciation de la mobilité du budget sédimentaire et du trait de côte, en l'occurrence, celles intervenues en août 2007 sur le cordon littoral ivoirien à l'est d'Abidjan. Car ce facteur n'a pas été souvent pris en compte dans l'évaluation de la mobilité du trait de côte du littoral ivoirien, quand on sait que la vitesse moyenne de l'évolution d'un trait de côte est le bilan des mouvements (érosion/engraissement). La méthode d'appréciation est basée sur une analyse diachronique de photographies aériennes (1979-1989) et sur un important travail de terrain appuyé sur une série de profils topographiques (1990-2009). A partir de la superposition des courbes enveloppes obtenues, une approche quantitative des dépôts de sédiments est utilisée pour mesurer l'ampleur du recul du trait de côte. L'application de ces méthodes montre que la vitesse d'érosion de la baie de Port-Bouet et des plages d'Assinie, n'excède généralement pas 1,5 m/an, est exacerbée sur des courtes durées par des houles violentes qui naissent dans l'Océan Atlantique sud. Certaines seraient d'origine sismique comme celles qui ont submergé puis érodé une partie de la côte ivoirienne dans la nuit du 13 au 14 août 2007. La côte a reculé de 2,3 à 18 m en un cycle de marée causant d'importants dégâts matériels dans la baie d'Abidjan (Port-Bouet) qui a une population dense et des activités économiques intenses. Replacée dans l'évolution pluriannuelle de ces 2 segments de côtes, cette houle qui a ravagé les plages du littoral ivoirien en août 2007 apparaît comme un événement exceptionnel tant les volumes érodés au niveau de tous les profils ont été importants. Cette étude met en exergue que le cordon littoral étudié, qui subit de façon générale une érosion, présente une sensibilité élevée aux "vagues exceptionnelles".

Mots-clefs : Érosion côtière, engraissement, courbe enveloppe, séisme, houles exceptionnelles, Abidjan, Côte d'Ivoire.

Caractéristiques des Pluies et Ravinement dans la ville de Kinshasa de 1961 à 2010

Makanzu F. ^(1,2,3), Ozer P. ⁽⁴⁾, Moeyersons J. ⁽³⁾

⁽¹⁾ Laboratoire de Géomorphologie et Télédétection, Centre de Recherches Géologiques et Minières (CRGM), B.P. 898, Kinshasa I Gombe, RD. Congo. filsmakanzu@yahoo.fr, fil.makanzu@crgm.cd

⁽²⁾ Département des Géosciences, Faculté des Sciences, Université de Kinshasa, Kinshasa, RD. Congo

⁽³⁾ Département des Sciences de la Terre, Musée Royal d'Afrique Centrale, Tervuren, Belgique. jan.moeyersons@africamuseum.be

⁽⁴⁾ Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université de Liège, Arlon, Belgique. pozer@ulg.ac.be

Cette étude traite de l'évolution des caractéristiques pluviométriques dans la ville de Kinshasa de 1961 à 2010. Elle mène une analyse minutieuse des tendances qui se focalise sur les événements extrêmes, les anomalies et le nombre de jours de pluies. Cette étude répond également au manque d'informations sur les tendances des variables pluviométriques et des extrêmes climatiques dans la sous-région de l'Afrique centrale. Elle recherche et évalue les preuves des changements dans l'intensité des événements pluvieux extrêmes quotidiens. Enfin, elle estime et caractérise les périodes de retour des événements pluvieux extrêmes dans la ville. De tous les indices recherchés et évalués, aucun ne présente une évolution statistiquement significative au point d'enclencher des changements dans les tendances normales. Tous les autres paramètres restant inchangés au cours de la période étudiée, les causes de l'érosion en ravine spectaculaire dans la ville sont à rechercher dans une combinaison de l'occupation des sols et les intensités de pluie. Les hauteurs de pluies extrêmes sont pour la plupart supérieures aux pluies qui créent des catastrophes. Ainsi, les changements dans l'occupation des sols, notamment l'imperméabilisation accrue des terres, seraient la cause du changement du régime hydrologique dans ce paysage. Donc pour comprendre les changements qui se déroulent dans le paysage à Kinshasa, les facteurs ne sont pas à rechercher dans les événements pluviométriques extrêmes mais plutôt dans la pluviosité combinée à l'occupation de la surface du sol.

Mots-clefs : Précipitations extrêmes, indices pluviométriques, analyse des tendances, ravinement, Kinshasa, RD Congo.

Le tissu urbain face aux risques naturels : Cas de la baie de Tipaza, Algérie

Nouri M. ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Ministère de l'Habitat et de l'Urbanisme, Alger, Algérie. meriemnouri@hotmail.com

Le littoral algérien a toujours été un territoire propice à l'établissement humain. En l'espace de 45 années, il a subi une urbanisation intense qui a développé une vulnérabilité multiple face aux phénomènes naturels extrêmes. La zone d'étude, appelée dans ce travail « Baie de Tipaza », est l'un des espaces les plus évolutifs de l'aire métropolitaine d'Alger. Cette évolution lui a coûté le titre de zone à très haute vulnérabilité dans l'espace algérien, en termes de catastrophes naturelles.

L'étude effectuée est une étude rétrospective, multiple et de constat. Son objectif est de présenter une carte des risques majeurs dans la zone-type. Les critères de jugement se basent sur des faits enregistrés et datés avec une étude géolocalisée grâce à des outils de télédétection et de systèmes d'information géographique (SIG).

Nous avons identifié trois risques majeurs exerçant leur impact sur le territoire en étude : le risque sismique, les inondations et l'érosion du littoral.

Considérant l'histoire géologique de la zone d'étude, l'aléa sismique reste le plus probable. La région appartient au grand système actif de failles délimitant les plaques africaine et eurasiatique. D'autre part, les types d'affluents présents dans la région et l'irrégularité des pluies présentent un caractère torrentiel du réseau hydrologique par des inondations de type « flash flood ». Quant à l'évolution littorale, la côte de Tipaza est globalement en recul permanent. Elle connaît un recul du trait de côte qui varie de -1,0 à -2,7 m/an.

Ces trois phénomènes exercent leur action sur un terrain urbanisé à très forte densité de population. Sachant que 1,8% de la population algérienne est établie dans le site, avec un taux d'accroissement entre 1998 et 2008 de 2,1%, l'aire d'étude subit une pression démographique très importante. Cette dernière se matérialise à travers des extensions urbaines non contrôlées et une évolution dirigée vers le littoral.

Les résultats cités en amont, nous montrent l'ampleur de la vulnérabilité de la baie. Le risque sismique est permanent, il exerce un impact direct sur les constructions et induit des dégâts matériels et sociaux immédiats d'où la classification du site en « Zone III » (risque maximum). Les inondations se sont souvent produites suite à des événements ordinaires et saisonniers n'ayant rien de remarquable, mais résultent essentiellement de l'urbanisation anarchique qui favorise une perméabilisation non contrôlée des sols, par la défaillance des réseaux d'assainissement et le gonflement des oueds dû à l'accumulation de décombres et de détritiques. Quant à l'érosion de la bande littorale, elle est causée par le déficit sédimentaire consécutif au blocage des alluvions en amont par la présence de barrages et subissent une surexploitation locale par l'industrie du bâtiment.

Ce travail est une expérimentation sur des données disponibles, elle ne représente qu'une petite part d'une étude de vulnérabilité de la zone urbanisée ou à urbanisation future. Une composition des différents aléas ainsi que leurs impacts respectifs, en forme de combinaisons éventuelles sur un tissu urbain évolutif, permettra d'élaborer des scénarii catastrophes. Cette manière d'agir permet de mesurer l'ampleur des dégâts qui peuvent se présenter, et ceci dans le but d'émettre des recommandations et des plans de gestion des risques ciblés.

Mots-clefs : Risques naturels, vulnérabilité, urbanisation, littoral, SIG, Tipaza, Algérie.

Impact de l'érosion littorale sur les migrations forcées. Cas de Cotonou, Bénin.

Ozer P. ⁽¹⁾, Hountondji Y.C. ⁽²⁾, Bessan M.V. ⁽¹⁾, Thiry A. ⁽³⁾, de Longueville F. ^(1,4)

⁽¹⁾ Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université de Liège, Arlon, Belgique. pozer@ulg.ac.be , mvbessan@gmail.com

⁽²⁾ Département Aménagement et Gestion des Ressources Naturelles, Université de Parakou, Parakou, Bénin. yvon.hountondji@gmail.com

⁽³⁾ Centre de recherche Spiral, Département de Science Politique, Université de Liège, Liège, Belgique. Aline.Thiry@ulg.ac.be

⁽⁴⁾ CEDEM, Département de Science Politique, Université de Liège, Liège, Belgique. delongueville_f@yahoo.fr

Situé dans le Golfe de Guinée, le littoral béninois est soumis –sur certains tronçons– à une érosion assez rapide ces dernières décennies. Cette érosion côtière est principalement due actuellement aux activités humaines parmi lesquelles les perturbations sédimentaires occasionnées par la construction de divers barrages dont celui de Nangbéto sur le fleuve Mono ; le blocage du transit littoral par les ouvrages portuaires de Cotonou ; les carrières de sable exploitées à même la plage ; et la diminution d'apports sédimentaires provenant de l'ouest suite à divers travaux de protection des côtes (Ago *et al.*, 2005 ; Kaki *et al.*, 2011).

En utilisant la fonction multi dates disponible dans Google Earth, cet article estime la superficie érodée à Cotonou entre 2002 et 2011 à l'est de l'exutoire du Lac Nokoué. En outre, il évalue le nombre de maisons détruites ainsi que le nombre de personnes contraintes à une migration forcée. Les figures sont importantes puisque de l'ordre de cent mètres de zone côtière ont totalement disparu en une décennie sur un tronçon de près de six kilomètres de long en pleine ville ou en proche périphérie (Ozer *et al.*, 2013).

Plus alarmant, une mission de terrain menée en septembre 2013 démontre que de récents aménagements côtiers réalisés dans le but de protéger certains enjeux provoquent un recul encore plus rapide du trait de côte à l'est de Cotonou, menaçant toujours plus les populations précaires.

Cette analyse montre qu'actuellement les dommageables modifications géomorphologiques résultent essentiellement de l'addition non anticipée d'activités humaines couplée à l'absence de gouvernance, au travers de l'inapplication des textes législatifs et réglementaires. Par ailleurs, nous sommes en droit de nous interroger sur les risques d'érosion côtière dans les décennies à venir avec l'amplification annoncée de l'augmentation du niveau des océans due au réchauffement climatique.

Ago E.E., Petit F., Ozer P., 2005. Analyse des inondations en aval du barrage de Nangbeto sur le fleuve Mono (Togo et Bénin). *Geo-Eco-Trop*, 29: 1-14.

Kaki C., Laïbi R.A., Oyédé L.M., 2011. Evolution of Beninese coastline from 1963 to 2005: causes and consequences. *British Journal of Environment and Climate Change*, 1, 4: 216-231.

Ozer P., Hountondji Y.C., de Longueville F., 2013. Erosion littorale et migrations forcées de réfugiés environnementaux. L'exemple de Cotonou, Bénin. In : 8th International Conference (IAG) on Geomorphology: « Geomorphology and sustainability », Paris, 27-31 August 2013, p. 588. <http://hdl.handle.net/2268/155861>

Mots-clefs : Érosion littorale, migrations, Google Earth, Cotonou, Bénin.

Sécheresse, migration et vulnérabilité à Djibouti-Ville

Ozer P. ⁽¹⁾, Mahamoud A. ⁽²⁾, Nour Ayeh M. ⁽³⁾, Saad O. ⁽⁴⁾, Camberlin P. ⁽⁵⁾, Gemenne F. ^(6,7),
de Longueville F. ^(1,6)

⁽¹⁾ Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université de Liège, Arlon, Belgique. pozer@ulg.ac.be, delongueville_f@yahoo.fr

⁽²⁾ Centre de Recherche de l'Université de Djibouti, Université de Djibouti, Djibouti. mahamoud.ayan@gmail.com

⁽³⁾ Département de Géographie, Université de Djibouti, Djibouti. moustapha.nourayeh@yahoo.fr

⁽⁴⁾ Agence Nationale de la Météorologie de Djibouti, Djibouti. osman.saad@aeroport-jib.aero

⁽⁵⁾ Centre de Recherches et Climatologie, Biogéosciences, Université de Bourgogne, Dijon, France. Pierre.Camberlin@u-bourgogne.fr

⁽⁶⁾ CEDEM, Université de Liège, Belgique. f.gemenne@ulg.ac.be

⁽⁷⁾ CEARC, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, France

Ces dernières décennies, l'Afrique de l'Est souffre d'une longue et lente détérioration pluviométrique (Philippon *et al.*, 2014). De 2007 à 2011, la ville de Djibouti a enregistré un déficit de 73% des précipitations moyennes annuelles par rapport à la moyenne de 30 ans (1981-2010) (Ozer et Mahamoud, 2013).

Pour caractériser la sécheresse actuelle, nous analysons une série pluviométrique reconstruite pour Djibouti-Ville de 1901 à 2013, les données de terrain permettant d'illustrer les impacts de ces variations pluviométriques. Nous avons reconstitué deux séries pluviométriques historiques à Djibouti-Ville: a] Djibouti Serpent (1901-1990) et b] Djibouti Aéroport (1953-2013). Les deux stations sont séparées par une distance de 5 km. La période commune a permis d'établir une relation liant les deux séries. Le simple recours aux moyennes lissées sur 5 et 10 ans permet d'apprécier le caractère exceptionnel de la sécheresse actuelle.

Des échanges avec de nombreux représentants d'organismes locaux, nationaux et internationaux ont permis de dresser une première liste d'impacts actuels et à venir de ces modifications pluviométriques. Nous ne développerons ici que l'exemple du quartier spontané de Buldhuqo.

Les précipitations enregistrées à Djibouti ne présentent aucune tendance sur le long terme (1901-2013). Par contre, ces dernières années montrent une très grande variabilité: le suivi de la moyenne pluviométrique sur 10 ans est à son maximum en 1998 (215 mm) et à son minimum en 2013 (79 mm). Depuis 2007, la pluie totale annuelle ne dépasse plus les 100 mm. C'est cette succession d'années déficitaires qui est problématique.

Cette sécheresse sans précédent va mettre de nombreuses familles des zones rurales (de Djibouti, d'Éthiopie et de Somalie) sur la route. Cette migration a pour point de chute la ville de Djibouti où des quartiers neufs se créent, comme Buldhuqo. Totalement inexistant en 2004, il explose après 2009. Les derniers arrivants s'installent dans le fond de l'oued, là même où la zone était inondée en 2004 et 2009 suite à des pluies courtes mais intenses. La prochaine pluie extrême, l'exposition de ces populations précaires aux risques hydrologiques sera maximale.

Cette analyse montre que le déficit pluviométrique actuel est exceptionnel et historiquement unique. Les migrations importantes de population induites par cette sécheresse vers la ville de Djibouti doivent être encadrées, notamment lors de leur installation spontanée. Il est nécessaire de diminuer l'exposition aux risques hydrologiques de ces populations sinistrées, pour que les victimes de la sécheresse ne soient pas emportées par un excès pluviométrique.

Ozer, P. & Mahamoud, A. (2013). Recent extreme precipitation and temperature changes in Djibouti City (1966-2011). *Journal of Climatology*, Article ID 928501, 8 p.

Philippon N., Camberlin P., Moron V., Gitau W., Ozer P. (2014). Evolution récente des précipitations de mars-mai en Afrique de l'Est: Configurations spatiales et évolution sub-saisonnière. Actes du 27e Colloque International de l'Association Internationale de Climatologie, 2-5 juillet 2014, Dijon, France. Sous presse.

Mots-clefs : Sécheresse, inondations, migration, déplacement de population, Djibouti.

Étalement urbain et vulnérabilité croissante face au risque d'inondation : l'exemple de Nouakchott (Mauritanie)

Ozer P. ⁽¹⁾, Ould Sidi Cheikh M.A. ⁽²⁾, Ozer A. ⁽³⁾

⁽¹⁾ Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université de Liège, Arlon, Belgique. pozer@ulg.ac.be

⁽²⁾ Parc National du Banc d'Arguin, Nouakchott, Mauritanie. oulidsidicheikh@yahoo.fr

⁽³⁾ Département de Géographie, Université de Liège, Liège, Belgique. aozer@ulg.ac.be

Après la sécheresse et la désertification qui ont fortement frappé la Mauritanie dans les années 1970 et 1980, la ville de Nouakchott a connu un développement démographique spectaculaire. En effet, la population de la capitale mauritanienne est passée de 134 704 habitants en 1977 à 899 887 habitants recensés en mars 2013. Depuis 2000, Nouakchott voit sa population augmenter de 125 personnes par semaine ; une croissance absolue jamais atteinte par le passé. La ville s'est donc agrandie considérablement et les nouveaux arrivants ont construit leurs maisons dans des zones marginales sans aménagement préalable. Plusieurs quartiers se sont installés soit dans des zones dépressionnaires à sols salés sous forme de sebkha, soit dans des zones dunaires fortement ensablées.

Sur base de l'analyse de la relation entre pluies et inondations, nous avons pu déterminer que ces dernières n'étaient plus dues à des événements pluviométriques extrêmes mais bien à un aménagement du territoire non contrôlé.

Ensuite, nous avons poursuivi une étude antérieure (Ould Sidi Cheikh *et al.*, 2007) décrivant l'évolution de la croissance urbaine de la ville de Nouakchott entre 1978 et 2006 et cartographiant les zones à risque d'inondations ainsi que la délimitation des secteurs non viables à l'habitat si aucune mesure d'aménagement n'était prise. Sur base de nombreuses images satellitaires à très haute résolution spatiale disponibles entre 2006 et 2013, nous mettons en évidence que de nombreuses nouvelles constructions, tant spontanées que planifiées par l'Etat, ont été établies dans des zones dépressionnaires à sols salés déclarées non viables à l'habitat car à haut risque d'inondation. Ainsi, en 2013, plus du tiers de la surface bâtie de Nouakchott se trouve en zone à risque d'inondation.

Par ailleurs, nous avons également suivi l'évolution géomorphologique du trait de côte au sud du port de Nouakchott, durant la période 1978-2013, au départ de photographies et d'images satellitaires. Il apparaît que cette portion du littoral a connu une très forte érosion durant la période d'analyse : entre 550 et 600 mètres ont disparu entre 1978 et 2006 et 150 mètres supplémentaires entre 2006 et 2013, soit de l'ordre de 20 m/an en moyenne au cours des 35 dernières années.

Ould Sidi Cheikh M.A., Ozer P., Ozer A., 2007. Risques d'inondation dans la ville de Nouakchott (Mauritanie). *Geo-Eco-Trop*, 31: 19-42.

Mots-clefs : Expansion urbaine, inondations, érosion littorale, Nouakchott, Mauritanie

L'eau, le sable et la problématique de la dynamique régressive des lacs de Léré (Mayo – Kebbi Ouest/TCHAD)

Passinring K. ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Département de Géographie, Université de N'Djamena, Directeur Général de l'Ecole Normale Supérieure de Bongor, Tchad. gentil.passinring@yahoo.fr

Les lacs de Léré sont situés à l'extrême sud-ouest du Tchad dans le Département du Lac Léré, région du Mayo – Kebbi Ouest.

Leur bassin qui est le prolongement du grand bassin de la Bénoué en territoire tchadien comprend à l'est le lac de Tréné (7 km²) et à l'ouest, le lac de Léré (40 km²), le tout traversé par le Mayo – Kebbi qui rejoint la Bénoué au Cameroun.

Ces deux lacs reposent en position d'angle de faille dans une cuvette tectonique d'âge post-mésozoïque. C'est une cuvette à fond plat dont l'altitude moyenne est de 233 m pour une longueur de 13 km d'est en ouest. Elle a une morphologie dissymétrique marquée par un versant sud escarpé et un versant nord convexe. La surface en eau des lacs est 416 fois plus petite que celle du bassin-versant lequel s'étend sur 19540 km².

Le climat soudano-sahélien aux averses brutales qui caractérise toute la région, exerce une forte influence sur la dynamique des paysages et du régime des eaux. Le substrat géologique est dominé par le granite précambrien dont l'altération a donné lieu à des sols peu évolués, d'érosion et hydromorphes vertiques, aux voisinages des lacs. Le réseau hydrographique est le type exoréique simple et le paysage végétal à savane arborée est marqué par une forte anthropisation.

Les données morphométriques et socio-écologiques ci-dessus évoquées prédisposent cet écosystème lacustre qui jadis était considéré par la population comme un patrimoine naturel, un espace de développement et de sécurité alimentaire, à une menace potentielle pour leur survie notamment en matière d'apports détritiques. Au cours de la saison des pluies, les dépôts turbides se déposent sur l'ensemble des lacs mais la plus grande partie des arènes provient des écoulements sporadiques des petits cours d'eau et des deux affluents importants : le *El Ouaya* et le *Mayo Binder*.

L'ensablement, commencé de façon dissimulée il y a quelques siècles, a pris de nos jours une allure inquiétante avec le déboisement, l'agriculture extensive, itinérante et sur brûlis ainsi que les pratiques d'élevages extensifs et nomades incontrôlés. Avec ces pratiques anthropiques néfastes, l'ensablement est cumulatif et s'avère irréversible ; à en juger par le taux de remplissage des tributaires et des rivières qui terminent leurs courses dans le lac. C'est ainsi que le *Mayo Binder* forme une digue naturelle à l'exutoire ouest du lac de Léré, favorise l'avancée d'un immense delta sableux qui provoque le comblement des fonds, l'extension des surfaces en eau et des inondations dévastatrices.

La remontée des fonds lacustres par ensablement avec pour conséquence l'augmentation des zones d'eaux libres, favorise le réchauffement des eaux, galvanise l'évaporation menaçant ainsi les ressources halieutiques dont l'habitat se trouve désormais perturbé.

La problématique de cette étude est donc d'aborder l'écosystème lacustre dans sa globalité mais en mettant l'accent sur les lacs avec une finalité de contribuer à la sauvegarde des eaux libres, habitat d'une flore et faune halieutique inestimable, face à un ensablement inexorable et généralisé qui menace l'existence de ce patrimoine naturel.

Mots-clefs : Lacs, géologie, hydrographie, érosion, ensablement, anthropisation, Léré, Tchad.

De l'aléa au risque naturel : originalités du nord de la chaîne rifaine (Maroc septentrional)

Pateau M. ^(1,2)

⁽¹⁾ Université Paris Diderot, Sorbonne Paris Cité, PRODIG UMR 8586, F-75205 Paris, France

⁽²⁾ Université Abdelmalek Essaâdi, Faculté des Sciences, Département de Géologie, BP 2121, Tétouan, Maroc. melpateau@yahoo.fr

Le Rif, de par sa position géographique et ses prédispositions naturelles (relief accidenté, prédominance de terrains flyschs, climat contrasté avec alternance de périodes pluvieuses intenses et de sécheresses), fait partie des montagnes méditerranéennes parmi les plus vulnérables aux catastrophes naturelles. La combinaison de ces facteurs est à l'origine d'aléas naturels tels qu'inondations, crues torrentielles et glissements de terrain (nous mettons de côté les séismes, liés au contexte morpho-tectonique du Rif). Habituellement qualifiés d'exceptionnels, ces phénomènes sont devenus depuis une vingtaine d'années des faits d'actualité récurrents et une source de préoccupation pour les autorités qui doivent faire face à une forte pression démographique et à des enjeux de plus en plus imposants.

Les exemples présentés concernent la région Tanger-Tétouan : (1) Glissements de terrain dans le quartier Kourat Es Sbaâ de Tétouan (2003) et du village de Taourirt (2010) ; (2) Crue torrentielle dans le quartier de Ras El Ma à Chefchaouen (2009) ; (3) Inondations de Tanger (2008) et Tétouan (2000, 2009 et 2013). Nous montrons que malgré l'absence d'une gestion durable des risques naturels, la perception du risque par les populations locales n'est pas si erronée.

Mots-clefs : Risques naturels, glissements de terrain, crue torrentielle, inondations, Rif, Maroc.

Application du processus d'analyse hiérarchique à l'étude des glissements de terrain dans la commune de Leiria (Portugal central)

Ramos A.M. ⁽¹⁾, Cunha L. ⁽¹⁾, Cunha P.P. ⁽²⁾

⁽¹⁾ CEGOT, Département de Géographie, Université de Coimbra, Portugal. ana-baia@sapo.pt ,
luciogeo@fl.uc.pt

⁽²⁾ IMAR-CMA, Département des Sciences de la Terre, Université de Coimbra, Portugal. pcunha@ci.uc.pt

Ce travail vise à étudier la susceptibilité aux glissements de terrain dans la région côtière entre Figueira da Foz et Nazaré (Portugal), particulièrement sur la commune de Leiria.

Pour l'élaboration de la carte de la susceptibilité aux glissements de terrain, le processus d'analyse hiérarchique (AHP - Analytic Hierarchy Process) a été suivi. Cette méthode, créée par Saaty (1991), est une méthode d'analyse multicritère et peut être utilisée dans la quantification des caractéristiques qualitatives, permettant leur pondération et évaluation par l'intermédiaire d'un indice de cohérence. Elle constitue aussi un outil important pour la planification et la gestion des risques, ce qui permet de définir des domaines prioritaires pour des études détaillées.

Les critères utilisés, par ordre de priorité, étaient respectivement : pente, lithologie, utilisation du terrain, fracturation tectonique, forme et exposition des versants.

Après l'élaboration de la carte de susceptibilité aux glissements de terrain, sa validation a été accomplie, grâce à une cartographie des glissements de terrain récents. Le pire des cas, parce que le coût économique a été élevé, a eu lieu à Leiria.

Nous pouvons énoncer différents types de processus naturels dangereux dans la région étudiée (tremblements de terre, érosion côtière, inondations, incendies de forêt, glissements de terrain, coulées boueuses) qui affectent inégalement les diverses unités territoriales du risque, fondée sur les caractéristiques physiques et l'utilisation du terrain: collines calcaires, collines gréseuses, plaines alluviales, champs dunaires, zone côtière, alignements tectoniques.

Mots-clefs : Processus d'analyse hiérarchique, risques naturels, glissements de terrain, cartes de susceptibilité, Leiria, Portugal.

Expansion urbaine et risques hydrologiques : cas de Butembo (RD Congo)

Sahani M. ⁽¹⁾, Ozer P. ⁽²⁾, Moeyersons J. ⁽³⁾

⁽¹⁾ Faculté des Sciences Agronomiques, Université Catholique du Graben, Butembo, RD Congo. sahaniwalere@yahoo.fr

⁽²⁾ Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, Université de Liège, Arlon, Belgique. pozer@ulg.ac.be

⁽³⁾ Département des Sciences de la Terre, Musée Royal d'Afrique Centrale, Tervuren, Belgique. jan.moeyersons@africamuseum.be

Butembo constitue un cas typique de zone urbaine en région tropicale humide rencontrant une explosion démographique exceptionnelle. L'exode vers Butembo pour fuir l'insécurité dans la sous-région a conduit à une rapide concentration spontanée des populations et à une urbanisation sans cesse croissante. L'imperméabilisation des vastes étendues de terres consécutive à cette expansion spatiale rapide de la ville a généré des problèmes environnementaux qui affectent la structure urbaine. La ville est actuellement confrontée à des risques hydrologiques diversifiés : ravinements progressifs et régressifs, inondations, et remobilisation d'anciens glissements de terrain.

Après avoir réalisé la carte de la ville de Butembo, ce travail aboutit notamment à la production d'une carte des risques hydrologiques sur base d'approches combinant la télédétection et travaux de terrain (Sahani, 2011).

Les résultats révèlent une expansion urbaine exceptionnelle. L'emprise urbaine de la ville de Butembo est passée de 2,39 km² en 1957 à 85,83 km² en 2008. Son accroissement est consécutif à l'augmentation de la population qui est passée de 9 653 à 581 449 habitants entre 1957 et 2008. Cette urbanisation a abouti à une nouvelle affectation du sol avec des conséquences sur le paysage urbain. Depuis 1957, le ravinement de fond de vallée ainsi que celui sur les versants sont toujours restés confinés à l'intérieur des extensions urbaines respectives. L'urbanisation précède le développement des ravins et ceux-ci sont confinés dans les zones où le coefficient d'écoulement est accentué par elle. Les inondations pourraient s'étendre sur tous les fonds plats de vallées en cas d'inaction. Quant aux 16 glissements de terrain actifs, ils se trouvent dans la phase de creep et 11 sont partiellement co-engendrés par la sismicité. La pluie n'est pas à la base de l'accentuation des problèmes environnementaux qui perturbent la structure urbaine de Butembo (Sahani *et al.*, 2012). C'est bien l'urbanisation qui en est la principale cause.

Sahani M., 2011. Le contexte urbain et climatique des risques hydrologiques de la ville de Butembo (Nord-Kivu /RDC). Thèse de doctorat en Géographie, Université de Liège. 275 p.

Sahani M., Moeyersons J., Vandecasteele I., Trefois P., Ozer P., 2012. Evolution des caractéristiques pluviométriques dans la zone urbaine de Butembo (RDC) de 1957 à 2010. *Geo-Eco-Trop*, 36: 121-136.

Mots-clefs : Expansion urbaine, inondations, ravinement, Butembo, RD Congo.

Faciliter l'accès à l'information pour prévenir les risques liés au sous-sol

Salmon M. ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Service géologique de Wallonie - Service public de Wallonie / DGO3 / DEE / DRIGM, Jambes, Belgique, Marc.Salmon@spw.wallonie.be

Depuis 1997, la Région wallonne intègre, dans ses textes législatifs (CWATUPE, puis CoDT), la prise en compte des risques liés au sous-sol, tels que le karst, les glissements de terrain, les éboulements de parois et les affaissements miniers, en matières d'urbanisme et d'aménagement du territoire. Sur cette base, le Service public de Wallonie (DGO3 et DGO4) a financé nombre d'études auprès d'universités, institutions publiques et associations, destinées à recenser, localiser et définir de la portée des aléas géologiques, géomorphologiques et miniers affectant le territoire wallon.

Dès la réception des premiers résultats de ces cartographies, l'Administration s'est attelée à les intégrer dans ses travaux de planification territoriale et à les utiliser dans le cadre de la remise d'avis urbanistiques. Depuis 2010, le Service géologique de Wallonie a pris en charge de centraliser ces cartographies afin d'en faciliter l'accès et d'informer au plus tôt les auteurs de projet.

Depuis 2012, le site <http://geologie.wallonie.be> rassemble une série de pages explicitant les résultats et limites des études menées sur les différents aléas, ainsi que les conditions et recommandations à prendre en compte pour prévenir les risques liés au sous-sol. Il reprend également : les accès aux applications cartographiques de consultation, les accès au géoservice de la Carte géologique, une série de documents téléchargeables (plans, cartes, règlements, ...), ainsi que les publications et présentations produites par le Service géologique de Wallonie.

Depuis 2010, une application WebGIS permet aux professionnels (bureaux d'étude, chercheurs, ...) ou simples citoyens de consulter des données validées du catalogue. Elle intègre une série d'outils permettant, depuis un simple navigateur, de se repérer, d'afficher et d'interroger les données souhaitées, d'afficher la légende prédéfinie et de générer une carte ou de l'imprimer. Il est à noter que certaines données sont simplifiées pour des raisons d'homogénéité à l'échelle de la Wallonie, mais les visiteurs sont invités à contacter l'Administration si nécessaire.

Enfin, le Service géologique de Wallonie termine la mise en place d'un outil destiné à émettre automatiquement une fiche certifiée reprenant, pour un périmètre donné (parcelle cadastrale,...), les informations relatives au sous-sol, les cartes et les conditions et recommandations d'usage proposées pour les permis. Elle aura une durée de validité limitée. Elle est destinée aux demandes d'informations notariales ou de certificat d'urbanisme, ainsi qu'à préparer les dossiers de demandes de permis.

Mots-clefs : Risques liés au sous-sol, cartographie, information, Wallonie, Belgique.

Les cavernes des objets paradoxaux pour un géographe physicien

Schroeder J. ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Département de Géographie, Université du Québec à Montréal, Canada. schroeder.jacques@uqam.ca

Au Québec, pays dépourvu de «grottes-spectacle», les cavernes (environ trois centaines) sont situées dans les calcaires paléozoïques là où 90% de la population se trouve. L'emprise des infrastructures sur le territoire s'accroissant plus vite encore que l'augmentation de la population, le territoire devient une interface plus problématique qu'ailleurs car les infrastructures interfèrent souvent avec des cavernes ignorées auparavant. À ce premier paradoxe s'ajoute celui lié à la nature même des cavernes. Ces espaces en trois dimensions puisque grugés dans un plein (roches ou matériaux cohérents) ont évidemment une histoire différente de celui-ci. Or pour qui gère le territoire, il est nécessaire de catégoriser le sous-sol, c'est-à-dire identifier et caractériser le plein pour lui octroyer des fonctions compatibles avec les activités de la société. Des spécialistes du sous-sol dument consultés par les gestionnaires du territoire ont tendance à déduire les caractéristiques des cavernes à partir de celles du plein où on les trouve, de l'eau qui y circule ou des performances attendues des méthodes géophysiques et non de ce qu'elles sont comme objet en trois dimensions. Imaginées par défaut et non induites par leur analyse, les «cavernes» définies par ces spécialistes ne sont plus qu'un concept sans efficacité heuristique mais apte à exacerber l'imaginaire des citoyens directement concernés quand ils résident à leur aplomb ou dans les environs. Autre paradoxe qui accroit l'acrimonie entre les «autorités» et les citoyens par ailleurs assaillis d'images présentant des effondrements catastrophiques ailleurs dans le vaste monde. Ce qui favorise évidemment l'amalgame. Une approche géographique aide à dépasser ces paradoxes.

Mots-clefs : Cavernes, karst, gestion du territoire, Québec.

Cartographie des zones à risque d'érosion hydrique : application au bassin versant de l'oued Fergoug dans les monts des Béni-Chougrane en Algérie

Souidi Z. ⁽¹⁾, Hamimed A. ⁽¹⁾, Donze F. ⁽²⁾

⁽¹⁾ Département de Biologie, Faculté des Sciences de la Vie et de la Nature, Université de Mascara, Algérie, souidi.z@gmail.com

⁽²⁾ Laboratoire 3S, Université Joseph Fourier (UJF), Frederic.Donze@hmg.inpg.fr

En Algérie du Nord, le phénomène d'érosion hydrique présente la forme de dégradation physique des sols la plus importante affectant les reliefs, la production du sol et la stabilité des versants. Pour suivre la progression de ce phénomène insidieux et pour évaluer les résultats des actions de lutte, les outils spatiaux, tels que la télédétection et les systèmes d'informations géographiques (SIG), semblent être privilégiés, car ils permettent d'élaborer des cartes précises sur la progression de la dégradation à partir des indicateurs écologiques qui mettent en évidence les transformations du milieu. Ces indicateurs sont corrélés aux paramètres radiométriques de surface, tels que l'albédo, l'indice de végétation (NDVI) et la température de surface.

L'objectif de cette étude est de développer une méthodologie pour la cartographie du risque de dégradation par utilisation combinée de l'information acquise par les capteurs satellitaires et des variables dérivées du modèle numérique de terrain (MNT). Le site pilote retenu est un écosystème montagneux très vulnérable à l'érosion hydrique, situé dans les monts des Béni-chougrane (nord-ouest de l'Algérie). La méthodologie présentée consiste à développer un indice quantitatif de dégradation des sols en fonction de deux paramètres : la fraction d'évaporation (EF), qui discrimine l'état hydrique de surface, et l'indice de végétation standardisé (NDVIs) qui reflète l'activité chlorophyllienne des surfaces.

La synthèse de l'ensemble des informations dans un SIG, ainsi que leurs confrontations avec les données géomorphologiques, ont permis de dresser des cartes de sensibilité à l'érosion hydrique selon cinq degrés souvent corrélés à la densité de végétation. Il ressort que les zones en état dégradé et très dégradé couvrent 29% de la superficie du bassin versant contre 43% des terres à couvert végétal dense ou très dense. Le reste (28%) étant en état critique.

Mots-clefs : Érosion hydrique, SIG, Télédétection, Béni-Chougrane, Algérie.