

2019

VI^{ème} Colloque de l'Association francophone de Géographie physique

AFGP, ARLON – BELGIQUE, 19-21 SEPTEMBRE 2019

Géographie physique et gestion des risques et des catastrophes

Livre des résumés



Introduction :

La géographie physique et la gestion des risques et des catastrophes

Pierre OZER

Département des Sciences et Gestion de l'Environnement / Observatoire Hugo, UR SPHERES,
Université de Liège, Arlon, Belgique. pozer@uliege.be

A l'occasion du VIème Colloque de l'Association francophone de Géographie physique (AFGP), l'UR Sphères, l'Arlon Campus Environnement, le Département de Géographie et l'Observatoire Hugo de l'université de Liège, avec l'appui du Service géologique de Wallonie, se sont coalisés pour orienter la thématique développée vers « la gestion des risques et des catastrophes » ; une orientation chère à l'université de Liège puisqu'elle organise un Master de spécialisation éponyme depuis 2015.

La multiplication des catastrophes naturelles subites (cyclones, inondations, glissements de terrain, tremblements de terre, éruptions volcaniques, tsunamis, etc.) de même que la dégradation croissante de l'environnement (processus lents tels que l'érosion éolienne/hydrique, la désertification, disparition de glaciers continentaux, l'érosion côtière, etc.) au niveau mondial, ainsi que les dramatiques impacts socio-économiques de ces désastres, sont des menaces sérieuses pour le développement. En outre, le contexte global d'accroissement démographique, d'épuisement des ressources et d'érosion de la biodiversité dans un climat changeant ne fait qu'accroître l'exposition des populations – souvent les plus vulnérables – et les pressions sur les sociétés, en particulier les plus démunies.

Ainsi, les risques et catastrophes sont un énorme accélérateur d'injustices et d'inégalités sociales et sont le reflet de la non durabilité des systèmes, allant jusqu'à rendre inhabitables des zones de la planète.

L'AFGP a pour mission de promouvoir la géographie physique – sous toutes ses facettes – dans le monde francophone et de soutenir les projets des jeunes chercheurs au Nord comme au Sud. Elle promeut également avec force l'interdisciplinarité pour tenter d'apporter des réponses à des problématiques sociales et économiques complexes.

Pour remplir cet objectif, pas moins de quarante étudiants et doctorants en provenance d'une bonne dizaine de pays du monde francophone 'Sud' (Sénégal, Mali, Burkina Faso, Niger, Bénin, Cameroun, Côte d'Ivoire, République Démocratique du Congo, Algérie, Maroc, Tunisie, Haïti, etc.) participeront activement à ce colloque. Ces acteurs en devenir bénéficieront de l'expérience confirmée de près de septante chercheurs et académiques issus de quatre continents.

Enfin, ces trois jours de rencontres et d'échanges sont organisés en hommage au Professeur et ami Gheorghe Romanescu qui nous a quittés de manière impromptue peu après le Colloque de l'AFGP à Coimbra en 2018 et qui s'était proposé pour organiser ce Colloque à l'université de Iasi, en Roumanie.

Table des matières

ACHIBAN H. <i>et al.</i> La contribution de la lithologie et la tectonique dans la variation de la forme des profils longitudinaux des cours d'eau du Bassin versant de l'oued Bouhellou (moyen Atlas septentrional Maroc)	1
ACHIBAN H. <i>et al.</i> Quantification du transport solide par charriage dans la bordure occidentale du moyen Atlas central, Maroc	2
AIT ALLA J. <i>et al.</i> Situation urbanistique actuelle et future de la frange côtière des villes du nord du Maroc : cartographie et analyse	3
AMIAR S. <i>et al.</i> Etude de l'évolution et de la régionalisation de la sécheresse dans le bassin versant du Haut et Moyen Cheliff	4
AYENON SEKA F. & KOULAI-DJEDJE E. Suintements de puits pétroliers abandonnés et risque de contamination des produits de pêche en aval du système lagunaire Aby dans le sud-est ivoirien	5
AYRAL P.-A. <i>et al.</i> Appréhender la gestion de crise d'un risque émergent au travers d'une simulation – Application à la sécheresse dans les Cévennes	6
AYRAL P.-A. <i>et al.</i> Un simulateur de gestion de crise inondation pour le grand public, de 7 à 77 ans 7	
BARDADI A. <i>et al.</i> Analyse et suivi cartographique des changements d'occupation du sol dans la région de Tlemcen (Algérie) : classification des zones fragilisées	8
BELARBI H. <i>et al.</i> Analyse de tendance hydrologique de quatre bassins versants dans le nord-ouest de l'Algérie	9
BEN DRISS ALAMI S. & EL BOUZIDI A. Gestion du risque d'inondation du bassin versant de l'oued Martil au niveau des villes de Tétouan et de Martil (extrême nord du Maroc)	10
BENBAKKAR H. A. & SOUIDI Z. Bilan des feux de forêt en Algérie : évolution spatio-temporelle des zones vulnérables. Cas de la région ouest algérienne	11
BENDOUINA K. <i>et al.</i> Expansion urbaine de la ville d'Ain Temouchent au lendemain du séisme de 1999	12
BIEMBE YENE J. <i>et al.</i> Risques sanitaires liés à la potabilisation domestique de l'eau dans les quartiers à habitat spontané de Yaoundé : cas du bassin versant de l'Abiergué	13
BOUFEKANE A. & SAIGHI O. Le risque de pollution par l'invasion des eaux marines. Cas des plaines côtières de la région de Jijel (Nord-Est algérien)	14
BOUGHALEM M. <i>et al.</i> Étude du risque d'érosion hydrique des sols dans la région de Tlemcen, Algérie	15
BOUSTIL F. <i>et al.</i> Vulnérabilité et défaillances urbaines aux portes d'Alger. Pour quel apaisement ?	16
BRUCKMANN L. Évolution spatio-temporelle récente de la pluviométrie dans l'Ouest du Cameroun	17

CHARBEL L. & EL HAGE HASSAN H. Modélisation de l'aléa « écoulement boueux » par le logiciel « Flow-R » : cas du bassin versant de Ras Baalbek, Békaa nord, Liban	19
CUNHA L. & DIMUCCIO L. Climat, dépeuplement et risques naturels. Inégalités territoriales sur le Portugal continental	20
DAMNATI B. & REDDAD H. Les changements climatiques au cours des derniers 13000 cal BP en se basant sur les données du Lac Ifrah (Moyen Atlas, Maroc)	21
DJELLOULI Y. <i>et al.</i> Les écosystèmes forestiers du Sétifois (Algérie) face au risque du changement climatique	22
DJOUKANG NGUIMFACK V. & BRUCKMANN L. Perception et gestion de la variabilité climatique dans l'Ouest du Cameroun : Exemple de Santchou	23
DOURNEL S. & SANTASUSAGNA A. Se faire surprendre par la crue, réagir, prévenir ou oublier. De la diversité de formes de traitement des risques d'inondation dans les aménagements urbains d'Orléans (France) et de Terrassa (Espagne) du début du XIXe siècle à aujourd'hui	24
EL ABDELLAOUI J. E. <i>et al.</i> Caractérisation et gouvernance des risques urbains dans la ville de Tanger	25
EL AROUI O. Risques géomorphologiques et aménagement dans la partie orientale du golfe de Tunis : le cas des versants côtiers des jbel Korbous et El Haouaria (Tunisie nord-orientale)	26
EL GOR A. <i>et al.</i> Le risque d'épuisement des ressources en eau souterraines. Cas de la plaine des Angad (Oujda, Maroc)	27
EL KILALI E. H. La station sismique éducative Princesse Lalla Aicha d'Agadir au service de la sensibilisation et de l'information des citoyens au risque sismique	28
FAREH H. La lutte contre les crues et les inondations et leur gestion dans les villes et les campagnes romano-africaines	29
GARÇON J. & SCHIFFINO N. Vulnérabilité socio-spatiale de la ville du Cap-Haïtien face aux risques d'inondation, cas de la section communale de Petite-Anse	30
GHERISSI R. <i>et al.</i> Modélisation et quantification de l'impact de la variabilité climatique sur la ressource en eau du bassin versant de l'oued Lakhdar (Tafna, Algérie)	31
HAMDOUNI ALAMI Y. & ZOUHRI D. Etude diachronique de la sebkha d'Oran à l'aide des images radar SAR (1992-2011)	32
GEMENNE F. Atlas de l'Anthropocène : Inventer une nouvelle géographie de la Terre	33
HACHEMI K. <i>et al.</i> Carrières, urbanisation et environnement : Le cas de Séfrou (Maroc)	34
HANCHANE M. <i>et al.</i> Bassin de l'oued Ouergha : sécheresse climatique, impact sur le plan d'eau du barrage Al Wahda et perspectives de gestion des ressources hydriques	35
IATU C. Gestion des risques naturels et aménagement du territoire dans la Roumanie communiste et post-communiste	36

JACQUEMIN I. <i>et al.</i> Utilisation du modèle dynamique de végétation CARAIB pour simuler les rendements en Belgique : validation et projections à l'horizon 2035	37
KACI M. Evaluation de l'occupation du sol et quantification de l'érosion et du ruissellement à partir du modèle MUSLE entre 1985 et 2014. Application au sous-bassin versant de l'oued Rhiou, Algérie	38
KARROUK M. S. Gestion des inondations de 2010 au Maroc : Exceptionnalité de l'événement et difficultés de l'accompagnement humain	39
KONAN K. E. & ALLA D. A. Evolution et exposition d'une ville de montagne aux risques naturels. L'exemple de Man, Côte d'Ivoire	40
KONAN K. E. <i>et al.</i> Fonctionnement de l'embouchure du fleuve Bandama : enjeux environnementaux, sociaux et risques côtiers à Grand-Lahou	41
LAKHDARI F. T. <i>et al.</i> Risque de dessèchement et de pollution de la zone humide des marais de la Macta face aux changements climatiques (région Ouest algérienne)	42
LAOUINA A. <i>et al.</i> L'atténuation des risques d'inondation catastrophique, de pénurie d'eau et d'envasement des retenues, analyse à travers deux exemples dans le Maroc oriental et la région de Rabat	43
LEKANE TSOBGOU D. & BRUCKMANN L. Savoir-faire paysan et adaptation aux changements socio-environnementaux dans les Hautes Terres de l'Ouest du Cameroun	45
LUTETE E. <i>et al.</i> Comprendre l'efficacité des mesures de stabilisation des ravins à Kinshasa	46
MACHOURI N. Les forêts de chêne liège marocaines : un patrimoine naturel menacé	48
MALEVAL V. L'approvisionnement en eau potable au XXI ^e siècle, entre pénurie et pollution. L'exemple du lac de Saint-Germain-de-Confolens (Charente, France)	49
MARIAN M. <i>et al.</i> La pression sur le fonds forestier et l'augmentation des risques environnementaux dans le groupe central des Carpates roumaines	50
MARTIN P. Analyse parétienne et multiscalaire de débits à haute résolution et de phases de montée de crue d'épisodes cévenols en France méridionale. Exemple du Gardon, affluent de rive droite du Rhône	51
MAYIMA B. A. Cartographie des inondations dans la ville de Pointe-Noire au sud du Congo Brazzaville : approche par SIG et télédétection	52
MBADINGA IGALY E. & MALOBA MAKANGA J.-D. Gestion du risque d'inondation dans le bassin versant de l'Ogooué à Lambaréné	53
MBEVO FENDOUNG P. & HUBERT-FERRARI A. Entre pressions anthropiques et marines, l'érosion côtière autour de la ville de Kribi, Cameroun	54
MIDOT D. <i>et al.</i> Caractérisation d'un affaissement d'extension kilométrique au droit d'un quartier du village de Hilsprich (Moselle) dû à la dissolution d'halite en profondeur	55

MOHAMED SALLAH A.-H. <i>et al.</i> Open data et AquaCrop : contribution de l'estimation des rendements du sorgho à la sécurité alimentaire au Niger	56
MURHULA MUSHAYUMA C. <i>et al.</i> Evolution spatio-temporelle des ravines dans la zone urbaine de Kikwit (RD Congo)	57
N'CHO-YAYO A. J. & KOULAI-DJEDJE E. Catastrophe halieutique en lagune Aby (Adiake) : le désastre d'un phénomène épisodique	58
N'GUESSAN F. K. <i>et al.</i> Résilience et adaptation des populations face à la sécheresse climatique à Nassian (nord-est de la Côte d'Ivoire)	59
NOUDOMESSI B. A. F. <i>et al.</i> Analyse sectorielle des risques pour la production agricole et la sécurité alimentaire dans un contexte de changement climatique dans la Commune de Djidja, Bénin	61
ORTONNOVI S. <i>et al.</i> Caractérisation de l'aléa glissement de terrain en Champagne : cas du glissement des Rosières (Marne, France)	62
PACYNA D. <i>et al.</i> La prévention des risques de mouvement de terrain en Wallonie. De la cartographie des objets à la cartographie des niveaux d'aléa et de contraintes administratives	63
PLANCHON O. & CANTAT O. Températures extrêmes minimales de printemps et types de circulation atmosphérique sur l'Europe moyenne	65
REDJEM A. <i>et al.</i> Dynamique urbaine et gestion des risques naturels dans les petites et moyennes villes algériennes : Cas de la ville de M'sila, Algérie	66
RIAHI O. La sensibilité potentielle à la dégradation des ressources naturelles d'un milieu naturel aride : la région d'Hadej-Bou Hedma (Tunisie centro-méridionale)	67
SAADI A. & FERREIRA CAMPOS J. C. Barrages de rétention de rejets de mines de fer : débat sur les risques et conséquences des ruptures dans l'État du Minas Gerais (Brésil)	68
SALMON M. & FUNCKEN L. Mise au point d'une procédure automatisée d'inventaire et de classement des parois rocheuses soumises à l'aléa d'éboulement le long des routes de Wallonie	69
SCHMITZ S. & OCAMPO L. A. Quand savoirs locaux et globaux se rencontrent à propos des risques socio-naturels aux Philippines	70
SCHROEDER J. Les « tensions essentielles » traversant le travail de l'expert-géographe	71
SEGO A. <i>et al.</i> Problématique de l'érosion côtière à Agoué au Bénin : Etude de l'évolution temporelle du trait de côte et analyse de la vulnérabilité des populations	72
SOME W. <i>et al.</i> Fluctuation de biomasse disponible pour le bétail à partir d'image FAPAR dans un contexte de sécheresse agropastorale au Burkina Faso	73
THENARD L. Eléments de réflexion sur l'opportunité d'une gestion "durable" du risque torrentiel : l'exemple du torrent proglaciaire du Grand Tabuc (Hautes-Alpes, PACA, France)	74
TOURE A. O. Changements climatiques et aménagement urbain : Analyse de la vulnérabilité de la commune urbaine de Mopti aux événements pluviométriques et hydriques extrêmes	78

VOICULESCU M. Les avalanches de neige dans les Carpates méridionales - Carpates roumaines.
Etude de cas : le massif de Făgăraș. Histoire, analyse statistique et gestion du risque. 79

YAGWA YAKA C. *et al.* Inondations dans les espaces fragiles : cas des quartiers littoraux de la ville
de Douala (Cameroun) 80

La contribution de la lithologie et la tectonique dans la variation de la forme des profils longitudinaux des cours d'eau du Bassin versant de l'oued Bouhellou (moyen Atlas septentrional Maroc)

Hamid ACHIBAN, Ali TAOUS, Hassan ACHIBAN

Département de Géographie, Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, Fès, Maroc.
hamid.achiban@usmba.ac.ma

Le bassin versant de l'oued Bouhellou se situe dans le moyen Atlas septentrional sur des formations géologiques très hétérogènes. Il est à cheval entre les formations carbonatées du moyen Atlas (causses de Chaâra et Tahla, couverture mésozoïque du moyen Atlas plissé), et les formations schisteuses du Paléozoïque (boutonnière de Tazeka). Dans cette zone de montagne relativement pentue, le fonctionnement hydrodynamique du cours d'eau principal et de ces affluents est largement influencé par la nature du faciès lithologique traversé et par les réseaux de failles hérités des orogénèses hercyniennes, tardi hercynienne et alpine. En effet, la capacité d'incision de chaque cours d'eau est variable selon la pente et les caractéristiques physiques du matériel traversé. Ce qui est à l'origine des grandes variations de concavités que montrent les profils en long. En outre, la tectonique cassante gouverne largement la dynamique fluviale par les jeux de failles, soit longitudinalement en forçant le cheminement des cours d'eau ou transversalement par l'apparition de ruptures de pente.

La présente étude nous a permis de déterminer la relation liant la forme des profils en long de l'oued Bouhellou et de ses affluents, avec la lithologie du bassin d'une part et la tectonique cassante d'autre part, en se basant sur la caractérisation morphologique du système fluvial et sur l'analyse de la variation des indices des profils en long en fonction de la lithologie, en se basant sur les cartes géologiques au 1/50000 de Taza, Tahla et Ribat El Kheir. Les paramètres étudiés sont, l'indice de concavité de W.B Langbein (1964) IC, l'indice de concavité SCI de A. Demoulin (1998), l'indice de pente SL et l'indice du gradient de pente K sur un profil semi logarithmique.

Mots-clefs : profils en long, lithologie, tectonique, ruptures de pente, dynamique fluviale

Quantification du transport solide par charriage dans la bordure occidentale du moyen Atlas central, Maroc

Hassan ACHIBAN, Ali TAOUS, Ismail El-KHANTOURY, Hamid ACHIBAN

Laboratoire d'Analyses Géo-Environnementales, A.D.D., Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, Fès, Maroc. hassan.achiban@usmba.ac.ma

La variation géologique de la bordure occidentale du moyen Atlas central engendre un ensemble de conditions lithologiques qui influence largement le processus de transport solide. La présente étude présente les résultats de trois années de suivi (2016-2018), du transport événementiel de la charge de fond de quatre cours d'eau des deux principaux domaines lithologiques de la bordure occidentale du moyen Atlas central : (a) la Skhirate et la Yert qui appartiennent à la meseta occidentale et (b) le Ras Elma et la Toufsalte qui font partie simultanément des deux causses d'Azrou et de Ain Leuh. Les deux bassins de la meseta se distinguent par la présence des bancs alluvionnaires et nappes caillouteuses continues à proximité des exutoires et par l'abondance de la fourniture sédimentaire des versants, tandis que ceux du causse se caractérisent par un régime torrentiel influencé par les digues antiérosives qui font obstacle à la migration de la charge sédimentaire de fond. Le suivi du transport solide nous a permis d'une part de déterminer et de comparer les volumes charriés de matériaux grossiers provenant des deux grands domaines structuraux de la bordure occidentale du moyen Atlas central et de déterminer d'autre part les seuils et les contraintes de cisaillement critiques de mise en mouvement des différents percentiles pour chaque station de suivi. Le contexte morphologique caillouteux et graveleux des affluents de la meseta offre des conditions de mesure favorables à la mise en œuvre de la technique de suivi colorimétrique. Cette technique combine l'enregistrement des processus d'érosion et de remblaiement le long d'un profil en travers et la mesure des distances parcourues par les sédiments grossiers. Cette démarche entre dans la catégorie des approches morphologiques qui consistent à déterminer les volumes de sédiments mobilisés à partir des modifications topographiques qui affectent les formes fluviales pendant les crues. Sur le causse, la quantification de transport solide de la charge grossière s'est basée sur le suivi de l'évolution annuelle de l'accumulation des sédiments bloqués derrière les digues antiérosives réparties sur les bassins, en se basant sur la mesure des modifications des profils après chaque épisode de crue mobilisatrice. Les résultats obtenus sont fondamentaux pour la compréhension des processus de transferts sédimentaires entre les versants de la meseta d'une part et du causse moyen atlasique d'autre part, vers les oueds Tigrigra et Ifrane.

Les distances parcourues annuellement par la charge de fond, fondées sur le cumul des distances événementielles, sont comprises entre 813 et 1253 m/an sur la Yert, et entre 714 et 883 m/an sur la Skhirate. Le charriage spécifique est de $32 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{an}^{-1}$ pour la Yert et $30 \text{ m}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{an}^{-1}$ pour la Skhirate.

Mots-clefs : charriage, seuil de mise en mouvement, lithologie, moyen Atlas central, Maroc

Situation urbanistique actuelle et future de la frange côtière des villes du nord du Maroc : cartographie et analyse

Jihan AIT ALLA, Rabab BOUARFA, Jamal Eddine EL ABDELLAOUI

Géoinformation et Aménagement de Territoire. Faculté des Sciences et Techniques. Université Abdelmalek Essaadi. Tanger. Maroc.
jihan.aitalla@gmail.com ; bouarfarababb@gmail.com ; j.elabdellaoui@fstt.ac.ma

Les zones côtières constituent des espaces complexes soumis à des pressions démographiques, écologiques et économiques de plus en plus accrues, ce qui les rendent plus vulnérables. C'est le cas du littoral du nord du Maroc qui abrite un patrimoine naturel riche en biodiversité, néanmoins, cette région, à l'image d'une bonne partie du littoral marocain, subit des pressions anthropiques de plus en plus intenses : une urbanisation mal contrôlée, une installation accélérée d'infrastructures industrielles et touristique accompagnée de diverses formes d'utilisation et de surexploitation des ressources naturelles. Les impacts de ces pressions sont clairement visibles : pollution, érosion côtières, dégradation des zones sensibles, ce qui provoque des déséquilibres écologiques accentués, avec de grands risques pour les agglomérations urbaines.

En 2015, le Maroc a adopté la loi 81-12 relative au littoral. Celle-ci prévoit des mesures de protection, de conservation et de mise en valeur des paysages côtiers. Elle institue une bande de 100 mètres comme zone non constructible, ainsi qu'une zone de retrait des infrastructures de transport d'une largeur de 2 kilomètres.

Dans l'objectif d'évaluer l'impact des pressions anthropiques que subit le littoral des villes de Tanger et de Tétouan, et de fournir des outils pour une intégration efficaces de ces zones dans des programmes de développement durable en général et de Gestion intégrée des zones côtières (GIZC) en particulier, nous avons réalisé un diagnostic de l'état actuel de l'urbanisation de la bande côtière en prenant en compte la zone non aedificandi définie par la loi 81.12. L'analyse diachronique basée sur des données de télédétection et des plans urbanistiques a permis l'élaboration d'une cartographie de l'évolution des surfaces artificialisées avant et après la publication de ladite loi.

L'analyse des résultats obtenus invite à s'interroger sur l'adéquation des documents d'urbanismes aux dispositions réglementaires de la loi du littoral. Elle montre qu'il y a une ambiguïté dans la définition et la délimitation de la bande côtière non constructible ce qui nécessite une cartographie précise qui tient compte du type de côtes et de la dynamique du système côtier. Elle appelle, d'autre part, à prendre des mesures d'aménagement en intégrant les limites des zones non aedificandi dans les plans d'urbanisme.

Mots-clefs : loi du littoral, urbanisation, étude diachronique, cartographie, plan d'aménagement

Etude de l'évolution et de la régionalisation de la sécheresse dans le bassin versant du Haut et Moyen Cheliff

Sekina AMIAR^{1,2}, Abderrazak BOUANANI^{1,2},
Kamila BABA-HAMED^{1,2}, Halima BELARBI^{1,3,4}

¹ Faculté de Technologie, Université Abou-Bakr Belkaïd, Tlemcen, Algérie

² Laboratoire n°25, Université Abou-Bakr Belkaïd, Tlemcen, Algérie

³ Centre Universitaire Belhadj Bouchaïb, Ain Temouchent, Algérie

⁴ LR-MVRE, Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique, Blida, Algérie

sasaamiar@yahoo.fr, a_bouananidz@yahoo.fr, kambabahamed@yahoo.fr, halimabelarbi@yahoo.fr

La sécheresse est l'une des catastrophes naturelles les plus coûteuses au monde qui affecte plus de personnes que d'autres formes de catastrophes. C'est un phénomène naturel lié de près au changement climatique qui résulte d'un déficit pluviométrique aux impacts multiples. L'Algérie, pays aride à semi-aride, est très vulnérable au changement climatique, notamment aux phénomènes extrêmes et aux sécheresses périodiques parfois sévères et persistantes, contrainte majeure pour son développement économique et social. Dans ce contexte, l'objectif de ce travail est l'étude de l'évolution et la régionalisation de la sécheresse dans le bassin versant du Haut et Moyen Cheliff. En se basant sur les données de précipitations de dix neuf stations pluviométriques couvrant la période 1972/1973 à 2012/2013. Ces séries chronologiques sont soumises à deux tests statistiques non paramétriques de détection de tendance ou de rupture (Pettitt et Mann Kendall). Une alternance de périodes humides (1972/1973 à 1980/81) et sèches (1981/1982 à 2006/2007) est commune au niveau de quinze stations. Le point de rupture décelé pour la majorité des séries non stationnaires se situe entre les années 1979 et 1986. Douze stations sur dix-neuf enregistrent un déficit pluviométrique qui oscille entre 16% et 29%. En revanche, aucune rupture n'a été détectée selon le test de Mann-Kendall. Pour mieux identifier et analyser les caractéristiques de la sécheresse, l'indice de précipitations standardisé SPI nous a amené à détecter différentes séquences humides, normales et sèches. Les sécheresses les plus sévères sont celles enregistrées durant les années 1992, 1993, 1996 et 1999. Afin d'étudier la régionalisation de la sécheresse, l'analyse en composante principale ACP nous a permis d'extraire des relations fonctionnelles pouvant exister entre les stations, ainsi que de visualiser le comportement de la sécheresse sur une période excédentaire allant 1972/73 à 1980/81, puis une période déficitaire de 1981/82 à 2006/2007.

Mots-clefs : sécheresse, ruptures, SPI, ACP, bassin versant du Haut et Moyen Cheliff

Suintements de puits pétroliers abandonnés et risque de contamination des produits de pêche en aval du système lagunaire Aby dans le sud-est ivoirien

Fernand AYENON SEKA, Edith KOULAI-DJEDJE

Institut de Géographie Tropicale, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire.
ayesek77@gmail.com, koulaidjedje@gmail.com

L'évolution de l'activité pétrolière à partir de l'Indépendance a marqué plusieurs étapes en Côte d'Ivoire. En effet, de nombreuses recherches ont été effectuées dans la région du Sud-Est car – selon les experts – c'est dans les roches sédimentaires que se forme le pétrole, et ces roches sont justement situées sur le littoral, précisément dans le bassin sédimentaire ivoirien. Cependant, les forages successifs de la Société Africaine de Pétrole en 1963 à Eboinda dans la région d'Aboisso n'ont pas eu de résultats probants parce que ceux-ci ont été traités de « puits secs » car le pétrole trouvé n'est pas économiquement rentable par rapport aux investissements prévus. Cette situation reste inquiétante dans la mesure où ces puits forés et abandonnés n'ont pas fait l'objet de réhabilitation. Toutefois, l'apparition d'un phénomène naturel de « suintement », c'est-à-dire un écoulement naturel provoqué par la pression dans le sous-sol, entraîne le pétrole hors des forages et des puits. Cette remontée naturelle de brut constatée depuis l'abandon des puits peut constituer un risque de pollution des environs et par conséquent de la lagune Aby située en aval du gîte. D'où le risque de contamination de celle-ci et de ses ressources.

Cette étude vise à analyser les risques de contamination des produits de la pêche par le suintement des puits pétroliers abandonnés. La méthode de travail utilisée repose sur une étude bibliographique suivie d'une enquête de terrain à Eboinda au travers des observations et de prélèvement d'échantillons de brut pour analyse. Aussi, des entretiens individuels et de groupes sont réalisés auprès de la population. Une attention particulière a été accordée aux phénomènes naturels de pollution qu'a déjà subi la lagune et à leurs causes. Les résultats obtenus montrent que des mortalités de produits halieutiques ont été constatées, provoquées par la survenue de phénomène de pollution naturelle.

Mots-clefs : suintement de puits pétroliers, risque de contamination, produits de la pêche, lagune Aby, Sud-Est ivoirien

Appréhender la gestion de crise d'un risque émergent au travers d'une simulation – Application à la sécheresse dans les Cévennes

Pierre-Alain AYRAL¹, Sarah HASSINI¹, Sophie SAUVAGNARGUES¹, Florian TENA-CHOLLET¹, Jean-François DIDON-LESCOT², Nathalie DUBUS³ & Philippe MARTIN⁴

¹ IMT Mines Alès, centre de recherche LGEI/ISR, Université de Montpellier, France.
 pierre-alain.ayral@mines-ales.fr, sarahhassini@gmail.com,
 sophie.sauvagnargues@mines-ales.fr, florian.tena-chollet@mines-ales.fr

² Université Grenoble Alpes, UMR 7 300 CNRS ESPACE. Nathalie.Dubus@univ-grenoble-alpes.fr

³ Université de Nice Sophia-Antipolis, UMR 7 300 CNRS ESPACE, France.
 Jean-Francois.Didon-Lescot@unice.fr

⁴ Université d'Avignon, UMR 7 300 CNRS ESPACE, France. philippe.martin@univ-avignon.fr

Former et exercer les acteurs institutionnels et communaux à la gestion de crise est un levier puissant pour diminuer les conséquences des catastrophes naturelles. Parmi les nombreuses modalités de formations, les jeux sérieux, et tout particulièrement la simulation présente l'intérêt de placer les apprenants, organisés dans une cellule de crise, dans des conditions très réalistes, de les entraîner et de leur permettre de tester les plans à leur disposition (Plans Communaux de Sauvegarde en France par exemple). Ces simulations peuvent être déployées pour de très nombreux risques naturels et technologiques.

Dans le cadre des risques émergents, de situations de crise nouvelles, il est bien plus difficile d'entraîner des apprenants ou des organisations. A ce titre, le risque sécheresse en zone méditerranéenne paraît être un cas intéressant dans la mesure où il a déjà et récemment provoqué des situations particulièrement complexes à gérer, sachant qu'il n'existe pas ou peu de documents règlementaires pour assurer sa gestion à l'échelle communale et/ou régionale, et où de nombreuses études montrent sa criticité potentielle notamment dans les Cévennes (région du sud de la France).

Cette communication présente la méthodologie mise en œuvre pour construire un scénario de gestion de crise « sécheresse » sur une commune cévenole fictive et le résultat des 2 simulations organisées à IMT Mines Alès. Pour développer ce scénario, une analyse systémique des crises sécheresses passées a été réalisée et traduite sous la forme de frises chrono-systémiques à différentes échelles de temps (sur une période estivale, sur une ou plusieurs années) et de lieu (régional et local), puis synthétisées sous la forme d'une frise-type sur laquelle le scénario s'est basé.

Dans le cas du risque sécheresse, l'élément essentiel à intégrer est bien la temporalité de la crise car il s'agit davantage d'une lente montée vers une situation critique que de l'arrivée soudaine d'une situation de crise. Les objectifs pédagogiques, les temps et les modes de jeu ont donc été adaptés pour permettre de simuler en une journée cette montée vers une situation critique. Les deux premiers tests réalisés dépassent les objectifs traditionnels des simulations de crise en étant de vrais laboratoires pour élaborer des plans de gestion de crise « sécheresse » et les mettre à l'épreuve.

Mots-clefs : Sécheresse, risque émergent, gestion de crise, jeu sérieux, Cévennes

Un simulateur de gestion de crise inondation pour le grand public, de 7 à 77 ans

Pierre-Alain AYRAL¹, Eric PIATYSZEK E.², Christine BERTON³, Aurélia BONY¹,
Philippe BOUILLET¹, Flora CHARNY⁴, Patrice COLENSON⁴, Julie FORTIN³,
Noémie FREALLE¹, Sophie SAUVAGNARGUES¹, Rosario SPINELLI¹,
Alicja TARDY⁴, Florian TENA-CHOLLET¹, Jérôme TIXIER¹

¹IMT Mines Alès, Université de Montpellier, 6 avenue de Clavières, 30319 Alès cedex,
pierre-alain.ayral@mines-ales.fr

²Mines Saint-Etienne, Univ Lyon, Univ Jean Moulin, Univ Lumière, Univ Jean Monnet, ENTPE,
INSA Lyon, ENS Lyon, CNRS, UMR 5600 EVS, Institut Henri Fayol, F- 42023 Saint-Etienne France

³Mines Saint-Etienne, CSTI La Rotonde, 158 cours Fauriel, 42023 Saint-Etienne cedex 2

⁴Les Petits Débrouillards, antenne Gard, 7 boulevard Gambetta, 30000 Nîmes

Le rôle du citoyen dans la gestion de crise pose de très nombreuses questions et tout particulièrement sur la place qu'il occupe dans la planification de la crise. En effet, le plus souvent on va attendre de lui de suivre des consignes (évacuation, confinement, ...), d'adopter des comportements spécifiques en fonction des risques (ne pas récupérer ses enfants à l'école, ne pas entraver l'action des secours...), de comprendre les messages d'alerte et de vigilance mais il n'est que rarement consulté pour l'élaboration des Plans de gestion de crise et ces plans ne lui sont généralement pas accessibles. Pourtant, de sa réaction, de son comportement dépendent bien souvent la réussite ou l'échec des mesures de gestion de crise adoptées lors d'une crise d'origine naturelle ou anthropique.

En parallèle, la formation à la gestion de crise, notamment au travers des jeux sérieux et de la simulation se développent à destination des étudiants, des élus, des praticiens tant au niveau local que régional, l'idée générale étant de s'entraîner à la gestion de crise pour performer lors d'une situation réelle. Là encore, force est de constater que le citoyen est oublié de ce type de formation. L'objectif de cet article est donc de présenter le simulateur de gestion de crise CIT'IN CRISE qui a été développé dans le cadre du programme de recherche PRECISION (2017-2019, Plan Rhône), à destination des citoyens au travers de deux versions adaptées à un public adulte et enfant.

La communication présentera la méthodologie mise en œuvre pour faire vivre une heure de gestion de crise au grand public et les différents leviers qui ont permis ce travail de vulgarisation. Les résultats seront présentés aux travers de l'analyse des simulations réalisées auprès de plus de 100 personnes et d'autant d'élèves en fin de cycle de primaire.

Le réalisme de la simulation a été souligné tant par les joueurs que par des élus ou des professionnels de la gestion de crise qui ont pu jouer ce qui valide la forme du jeu. Si la grande majorité des participants a eu plaisir à jouer, a ressenti la « pression » de la gestion de crise, il est encore difficile de bien mesurer quels sont les enseignements tirés par les joueurs. Enfin, l'axe principal d'amélioration reste sur la communication à réaliser en amont du jeu pour attirer des joueurs en précisant qu'ils seront des acteurs, c'est un jeu de rôle, sans effrayer et limiter le nombre de participants.

Mots-clefs : gestion de crise, inondation, jeu sérieux, citoyens, scolaires

Analyse et suivi cartographique des changements d'occupation du sol dans la région de Tlemcen (Algérie) : classification des zones fragilisées

Abdelkader BARDADI^{1,2}, Zahira SOUIDI³, Marianne COHEN⁴

¹ Département d'Ecologie et Environnement, Université Aboubekr Belkaïd, Tlemcen, Algérie

² Département des sciences de la nature et de la vie, Centre universitaire Belhadj Bouchaïb, Ain Témouchent, Algérie. aekenv@gmail.com

³ Université de Mascara, Algérie. souidi.z@univ-mascara.dz

⁴ Université de Paris Diderot, Paris, France. marianne.cohen@sorbonne-universite.fr

Les territoires escarpés présentent certaines caractéristiques propres en matière d'aménagement et d'exposition aux risques naturels. Le territoire de montagne est exposé aux aléas gravitaires, en particulier dans les zones de haute et de moyenne montagne. Comme d'autres territoires, il est également exposé aux risques d'inondation, d'incendie, sismiques et de vents forts. Dans ce contexte, le principal objectif de cette étude est de pouvoir participer à la production d'une cartographie des risques naturels en rapport avec le changement de couverture du sol, la géologie, la pluviométrie et la topographie, afin de proposer des stratégies pour limiter les risques naturels liés à la diminution du couvert végétal. La présente étude a pour objectif de cartographier à travers les données multisources, l'occupation du sol et de quantifier son évolution de 1987 à 2017. Une classification orientée objet des images Landsat, utilisant la méthode des k plus proches voisins est réalisée pour la cartographie des grands types d'occupation du sol à l'échelle du parc national de Tlemcen. Les résultats ont permis de montrer que l'occupation du sol est en mutation. Le paysage, constitué en 1987 à 24 % par les forêts de chêne (chêne-liège, chêne vert et chêne zéen) et de pin d'Alep, s'est dégradé suite aux incendies de forêt répétés entre 1966 et 2005 (principalement en 1995 (29,1 %) et en 2005 (19,1 %)) pour ne conserver que moins de 14 % en 1995, 17 % en 2005 et 19 % en 2017. Ces mutations sont principalement dues à l'action anthropique et aux changements climatiques. Malgré cette situation, l'espace boisé actuel représente un patrimoine forestier non négligeable qui devrait être préservé pour que le parc puisse remplir les fonctions de protection paysagère et physique.

Mots-clefs : changement d'occupation du sol, données multisources, parc national de Tlemcen, Algérie occidentale

Analyse de tendance hydrologique de quatre bassins versants dans le nord-ouest de l'Algérie

Halima BELARBI^{1,4}, Bénina TOUAIBIA², Nadir BOUMECHRA^{3,4}, Sakima AMIAR³,
Chérifa ABDELBAKI^{3,4}

¹ Département d'Hydraulique, Centre Universitaire de Maghnia, Tlemcen, Algérie.
halimabelarbi@yahoo.fr

² Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique, Blida, Algérie

³ Faculté de Technologie, Université Abou-Bakr Belkaïd, Tlemcen, Algérie

⁴ LR- EOLE, Université Abou-Bakr Belkaïd, Tlemcen, Algérie

Le but de ce travail est d'étudier l'évolution temporelle de la relation pluie-débit de quatre bassins versants dans le nord-ouest de l'Algérie, à savoir : Tafna maritime, Isser Sikkak, Mouilah Aval et la Haute Tafna. L'approche adoptée consiste à analyser la variable hydro-pluviométrique à l'aide des méthodes statistiques et à tester la non stationnarité de la relation pluie-débit par la méthode des simulations croisées à partir du modèle GR2M. Les résultats des différentes méthodes statistiques appliquées aux séries de variables pluviométriques et hydrométriques montrent une diminution due à une rupture de stationnarité décelée entre le milieu des années 1970 et le début des années 1980. Le déficit pluviométrique annuel a atteint des valeurs moyennes de 38,1 % durant la période 1941-2006 et 29,4 % durant la période allant de 1970 à 2010. Les débits moyens annuels des oueds quant à eux présentent des déficits moyens de 61,1 % entre 1912 et 2000 et 53,1 % entre 1973 et 2009. L'application de la méthode des simulations croisées a mis en évidence l'existence d'une non-stationnarité de la relation pluie-débit au niveau de trois bassins sur quatre, ce qui indique une tendance à la baisse des lames d'eau mensuelles.

Mots-clefs : pluie-débit, rupture, sécheresse, modèle GR2M, méthode de simulations croisées

Gestion du risque d'inondation du bassin versant de l'oued Martil au niveau des villes de Tétouan et de Martil (extrême nord du Maroc)

Samira BEN DRISS ALAMI, Aissa EL BOUZIDI

Laboratoire Environnement, Développement et Gestion de l'Espace, Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, Université Ibn Tofail-Kénitra, Maroc.
smr.bda@gmail.com, elbouzidiaissa@yahoo.fr

Le phénomène des inondations au Maroc est ressenti depuis longtemps, mais de façon plus accrue depuis les deux dernières décennies : surtout après le dernier décollage de l'essor économique du Maroc et l'installation des grands chantiers d'infrastructures au niveau de plusieurs régions, notamment Tanger-Tétouan-Al Hoceima. A cet égard, l'objectif de cette recherche est de traiter la problématique liée à la gestion du risque d'inondation du sous bassin versant de l'oued Martil au niveau des villes de Tétouan et de Martil à l'extrême nord du Maroc. Cette zone vulnérable par l'aggravation des phénomènes extrêmes (sécheresse et pluies abondantes), est constamment soumise aux pressions anthropiques. Pour étudier ce sujet, nous allons utiliser l'outil SIG, les images satellitaires et les différentes données disponibles. Il y a lieu d'aborder donc, les sous-thèmes suivants :

- Caractéristiques physiques.
- Evaluation des aléas, des enjeux et des vulnérabilités du risque d'inondation.
- Analyse critique de la gestion effective du risque d'inondation dans le cadre du développement durable.

Les résultats escomptés sont les suivants:

- Une grande richesse en potentialités naturelles en l'occurrence les ressources hydriques, sources d'aléa et d'impacts socio-économiques et environnementaux.
- Le bassin versant de l'oued Martil est très vulnérable à l'action érosive, essentiellement par ruissellement, d'où les pertes de sol (accentuées par la déforestation) et qui se répercutent sur l'envasement des barrages, conçu souvent comme source du risque d'inondation.
- Les solutions actuelles basées sur la construction d'un nouveau barrage, l'aménagement de la vallée de l'oued Martil et la réhabilitation de la plaine pour un pôle urbain, vont réexposer certainement cet espace aux différents risques, à savoir : l'envasement du nouveau barrage, le risque de raz de marée, les risques sociaux suite à la transaction des terres des agriculteurs pour la spéculation foncière.

Le constat final nous permet de conclure que les aménagements actuels ne répondent pas d'une manière efficace aux exigences du développement durable. Les secteurs concernés n'adoptent pas dans leurs plans, les solutions écologiques et économiques adéquates, dans le sens de la durabilité, de la prévention, et de la rentabilité (reboisement adéquat, réhabilitation des écosystèmes, et urbanisme vert).

Mots-clefs : bassin versant, risque, aléa naturel, vulnérabilité, gestion durable, Tétouan, Martil

Bilan des feux de forêt en Algérie : évolution spatio-temporelle des zones vulnérables. Cas de la région ouest algérienne

Hadj Ali BENBAKKAR¹, Zahira SOUIDI²

¹ Département de Biologie, Université de Mascara, Algérie. fraxinusforet29@gmail.com

² Département de Biologie, Faculté SNV, Université Mustapha Stambouli de Mascara, Algérie.
souidi.z@univ-mascara.dz

Les feux de forêt constituent un aléa majeur en Algérie. Ils sont engendrés par la combinaison de plusieurs facteurs notamment climatiques et anthropiques, souvent amplifiés par la composition de la végétation qui reste très inflammable pendant la saison sèche. La priorité des interventions pour faire face à ce phénomène va vers des actions de renforcement des moyens de lutte et une sylviculture de prévention pour atténuer les départs de feu.

A cet effet, une classification des zones à risques est indispensable pour mieux organiser les interventions et la prévention sur le terrain. L'examen des différents bilans d'incendies de la Direction générale des forêts sur deux décennies (1998 à 2017), a permis de déterminer l'évolution spatio-temporelle du risque d'incendie dans la région ouest algérienne. L'analyse des facteurs du milieu et des conditions dans lesquelles les incendies se sont déclenchés a mis en exergue les facteurs déclenchant et aggravant les feux de forêts. L'approche statistique appliquée dans cette étude nous a permis de détecter les périodes les plus vulnérables aux feux de forêt et de programmer un plan d'action pour une meilleure gestion de ce risque.

Mots-clefs : feux de forêt, climat, gestion des risques, Algérie

Expansion urbaine de la ville d'Ain Temouchent au lendemain du séisme de 1999

Khadidja BENDOUINA¹, El Djounid HADJIDJ², Hamid KHELAFI³

¹ Département de Génie civil, Université de Ain Temouchent, Algérie. bendouina.khadidja@yahoo.fr

² Département de sociologie, Université d'Oran, Algérie. djhadjidj@yahoo.fr

³ Département de Génie civil, Université d'Adrar, Algérie. khelafi@yahoo.fr

Le mercredi 22 décembre 1999, à 18h 36 mn 55s, un séisme d'une magnitude de 5.8 sur l'échelle de Richter a frappé la ville d'Ain Temouchent et les villages limitrophes de Sidi Ben Adda, Ain Tolba et Ain Lâalem, faisant 24 morts et 150 blessés dont 50 dans un état grave ainsi que d'importants dégâts matériels : plus de 600 édifices ont été détruits et plus de 1200 autres ont été sérieusement endommagés. Suite à cette catastrophe naturelle, un programme de reconstruction a été mis en œuvre en septembre 2000, pour prendre en charge la construction de la nouvelle ville « Akid Othmane » afin de palier à l'impact du sinistre sur la ville d'Ain Temouchent. Situé au niveau du Plan d'occupation des sols (POS) au nord de la ville d'Ain Temouchent, le programme de la nouvelle ville comprend 3400 logements, des espaces verts et des équipements publics réalisés en plusieurs tranches durant trois années. La reconstruction de cette nouvelle ville était suivie par les experts de la Banque mondiale, qui ont exigé la présence d'aménagements paysagers dans le cadre du programme d'amélioration du cadre de vie des citoyens. La superficie totale réservée à la nouvelle ville est de 58 hectares, dont 21,4 hectares ont été affectés au cadre bâti.

Suite à la saturation de la nouvelle ville Akid Othmane les autorités algériennes ont décidé de créer une nouvelle ville au sein du POS sud est II afin de résorber les fortes demandes de la population, de réduire la tension exercée sur le centre-ville colonial et de créer un nouveau centre suivant les normes antisismiques en vigueur.

Beaucoup plus que les aspects statistiques, démographiques et économiques qui seront développés dans le texte que nous proposons, notre intérêt portera sur un questionnement nécessitant une réflexion en vue d'entraîner une série d'idées pour l'émergence d'un aménagement raisonnable de l'espace urbain de la ville d'Ain Temouchent. En premier lieu nous dresserons un bilan étayant l'impact du séisme de 1999 sur la ville d'Ain Temouchent ainsi qu'un état des lieux de l'armature urbaine. Nous la décrirons et donnerons des explications relatives à sa structuration actuelle en incluant les anciens tissus urbains ; ce qui pourrait clarifier les fonctionnements, les contraintes et les dysfonctionnements perceptibles actuellement au niveau de l'aménagement des espaces périphériques de la ville. Ainsi, nous tenterons d'analyser les différentes composantes urbaines de la ville et la hiérarchie urbaine entre le centre colonial endommagé par le séisme et les nouvelles périphéries.

Mots-clefs : séisme, dommages, reconstruction, impact, armature urbaine

Risques sanitaires liés à la potabilisation domestique de l'eau dans les quartiers à habitat spontané de Yaoundé : cas du bassin versant de l'Abiergué

Jules BIEMBE YENE, Khadija SOSSEY, Stephane LAKO

Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, UR SPHERES, Université de Liège, Arlon, Belgique. biembe0jules@gmail.com ; ksossey@uliege.be

Pour améliorer de manière considérable la qualité de l'eau de boisson et réduire les maladies hydriques liées aux eaux de boissons, plusieurs ménages utilisent les options de traitement d'eau à domicile. Malgré ces efforts dans le traitement et le stockage de l'eau, une recrudescence des maladies hydriques est toujours présente dans la région. Face à ce problème, ce travail se propose de contribuer à la réduction des risques sanitaires liés à la potabilisation domestique de l'eau de boisson à travers une amélioration des méthodes de stockage et de traitement de l'eau de boisson dans le bassin versant de l'Abiergué. A cet effet, une enquête auprès des ménages et auprès des centres de santé ainsi que des analyses microbiologiques des eaux de boisson ont été effectuées.

De cette étude, il ressort que, sur les 370 ménages enquêtés de manière aléatoire, seuls 29 % traitent leur eau de boisson. Parmi ces derniers, plusieurs options de traitement sont utilisées, à savoir les filtres multi-étages, les filtres sur coton ou sur bougie céramique, la décantation, la chloration, la désinfection solaire, l'ébullition. Il ressort également que plusieurs ménages sont conscients de la qualité douteuse de l'eau qu'ils boivent mais peu d'entre eux traitent leurs eaux de boisson une fois à domicile. Après analyse microbiologique d'échantillons d'eau de boisson prélevés dans les ménages et effectuée au laboratoire, il ressort que l'eau traitée respecte les normes de l'eau de boisson recommandées par l'OMS et que les risques sanitaires qui sont observés sont dus aux mauvaises pratiques de potabilisation, au manque d'utilisation des options de traitement d'eau de boisson, au manque de moyens financiers et enfin aux manques cognitifs des options de traitement d'eau et de stockage comme la chloration.

Mots-clefs : risques sanitaires, potabilisation domestique de l'eau, eau de boisson, habitats spontanés, Yaoundé

Le risque de pollution par l'invasion des eaux marines. Cas des plaines côtières de la région de Jijel (Nord-Est algérien)

Abdelmadjid BOUFEKANE¹ & Omar SAIGHI²

¹ LGEE, Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique, Blida, Algérie.
a.boufekane@ensh.dz ; boufekane_ab@yahoo.fr

² Département de Géologie, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Alger, Algérie. osaighi@hotmail.com

Le phénomène d'invasion marine qui peut s'étendre sur plusieurs kilomètres à l'intérieur des terres est d'un grand risque pour les régions côtières tributaires des eaux souterraines pour leur approvisionnement en eau. Dans la région de Jijel (Nord-Est algérien), le développement des activités agricoles et la croissance démographique ont conduit à une surexploitation des aquifères peu développés, hétérogènes et en contact direct avec la mer Méditerranée. Elle est exposée à un sérieux problème de pollution qui se manifeste par l'intrusion du biseau salé sur le front marin de ces nappes. Dans cette étude, la combinaison des outils géologique, hydrogéologique (piézométrie) et hydrochimique a permis de caractériser la salinité et de circonscrire les zones à haut risque de contamination (très vulnérable) afin de pouvoir agir de façon préventive contre ce problème.

Les résultats de l'étude montrent l'existence d'une avancée vers les terres du biseau d'eau salée provoquant dans certains endroits un inversement du sens d'écoulement souterrain dû à une surexploitation des nappes avec un rabattement qui dépasse, dans certains endroits, les 12 m, ce que nous avons constaté dans l'étude hydrogéologique du secteur d'étude (évolution de la piézométrie des années 1992, 2002 et 2012). Aussitôt, l'aspect hydrochimique souligne l'impact du "surpompage" dans la bande côtière des aquifères sur l'avancée du biseau salé. Des valeurs très élevées de la conductivité électrique (> 3 200 μ .mho/cm) avec des teneurs importantes en chlorures (> 300 mg/l) et en sodium (> 150 mg/l) ont été enregistrées dans les puits et forages de la partie aval des plaines confirmant la dégradation de la qualité des eaux de ces aquifères qui constitue l'une des ressources en eau pour l'irrigation et pour l'alimentation en eau potable dans cette région.

Pour remédier à ce problème et pour une meilleure gestion de ces nappes, rappelons quelques recommandations indispensables, comme la surveillance hydrochimique régulière, la mise en place d'une politique de protection des zones vulnérables notamment autour des champs de captages, proscrire l'implantation de forages côtiers et – enfin – la recharge des nappes par les lâchers de barrages de la région (barrages d'El Agrem et de Tablout), qui devraient être obligatoires.

Mots-clefs : Nappe côtière, pollution, invasion marine, eaux souterraines, surexploitation

Étude du risque d'érosion hydrique des sols dans la région de Tlemcen, Algérie

Mostafia BOUGHALEM¹, Anișoara Aurelia LENCIU², Zakaria OUZARBANE³

¹ Faculté des Sciences, Centre universitaire d'Ain Temouchent, Algérie. boughalem_2000@yahoo.fr

² Faculté d'Agriculture, Université du Banat, Roumanie. lenciuani@yahoo.com

³ Faculté des Sciences, Université de Meknes, Maroc. ouzurbanegephy@gmail.com

Le bassin versant de l'Isser, espace fragilisé par les épisodes de sécheresse et caractérisé par des affleurements de marnes et d'argiles très fragiles, présente une forte sensibilité à l'érosion hydrique.

En plus de la détérioration de la qualité de l'eau qu'il entraîne, le phénomène érosif dans cette région constitue l'accusé principal de la dégradation du patrimoine sol. Il résulte de la conjonction de plusieurs facteurs : agressivité des pluies, érodibilité des sols, dissection du relief, faiblesse du couvert végétal...

L'objectif de cette étude est de fournir des éléments essentiels pour cartographier la vulnérabilité des sols à l'érosion hydrique. L'approche passe par une analyse de cinq facteurs contrôlant l'érosion : la lithologie, la topographie, les précipitations, l'exposition des versants et le couvert végétal. Les cartes thématiques relatives à ces facteurs sont intégrées dans un système d'information géographique (SIG) à l'aide d'une combinaison additive pour établir une carte de vulnérabilité à l'érosion hydrique. Cette carte, validée par des observations de terrain, permet de mettre en évidence trois grandes régions de vulnérabilités respectives : (a) forte à moyenne principalement localisée au nord du bassin ; (b) faible, essentiellement sur une partie du sud du bassin et (c) très faible ou nulle principalement au centre et au sud du bassin versant. Cette carte est un guide pour les décideurs dans l'attribution des zones de cultures et des sites d'implantation d'infrastructures socio-économiques dans la région.

Mots-clefs : érosion, vulnérabilité des sols, cartographie, Algérie

Vulnérabilité et défaillances urbaines aux portes d'Alger. Pour quel apaisement ?

Fériel BOUSTIL¹, Moussadek BENABBAS², Monique POULOT³

¹ Laboratoire Lavue-Mosaïques, Université Paris Nanterre.
Institut d'architecture, Université Saad Dahleb, Blida, Algérie. bfferiel2012@gmail.com

² Département d'architecture, Université Mohamed Khider, Biskra, Algérie.
benabbas.moussadek@gmail.com

³ Département de Géographie, Université Paris Nanterre, France.
monique.poulotmoreau@parisnanterre.fr

L'intégration des villages agricoles dans la métropole d'Alger s'est effectuée selon des modalités variables depuis l'Indépendance en 1962 à ce jour en fonction de la nature de la politique d'aménagement de l'Etat et le modèle d'urbanisme sur lequel il s'appuyait.

Le phénomène de la périurbanisation correspond à la conjonction de phénomènes de concentration démographique et de desserrement urbain « tout territoire urbanisé contigu à la ville est l'objet potentiel d'une annexion par la ville ». En effet, l'espace périphérique est pour la ville un espace en attente à occuper au rythme de ses besoins d'extension.

La zone étudiée se caractérise par une forte urbanisation aux conséquences environnementales et sociales souvent désastreuses et difficiles à gérer. Cet ancien bras de mer, en arrière des collines du Sahel, a été progressivement remblayé par les alluvions des cours d'eau en provenance de l'Atlas blidéen.

Le développement spatial de cette zone marécageuse se caractérise par l'occupation de terrains parfois *non aedificandi*, ce qui accentue la vulnérabilité *physique* des secteurs périurbains face au risque d'inondation. Des mesures devraient infléchir la tendance actuelle de prolifération de l'urbanisation anarchique, de réhabiliter et « mettre à niveau » ces quartiers, et de concevoir des outils d'aménagement urbain, aussi bien dans leur volet technique que réglementaire, capables de préserver les berges d'oueds ou les zones d'épandage naturel des crues de toute urbanisation sans protection préalable. L'évolution spatio-temporelle des vulnérabilités invite à une réflexion sur une meilleure articulation entre risque d'inondation et territoire dans le sens « d'une meilleure prise en compte de ce risque dans les documents d'urbanisme et d'aménagement du territoire ».

Cette contribution se propose d'aborder trois aspects fondamentaux : les moteurs de la périurbanisation, les mutations spatiales et la vulnérabilité du site.

Mots-clefs : périurbanisation, vulnérabilité, inondations, plan ORSEC, gestion territoriale

Évolution spatio-temporelle récente de la pluviométrie dans l'Ouest du Cameroun

Laurent BRUCKMANN^{1,2}

¹ LAPLEC, Département de Géographie, UR SPHERES, Université de Liège, Liège, Belgique.
laurent.bruckmann@uliege.be

² UMR 8586 PRODIG, Paris, France

En Afrique centrale, la variabilité pluviométrique est moins importante que dans d'autres régions, comme le Sahel. Le régime pluviométrique de la zone des Hautes-Terres est de type tropical humide à influence de mousson dans sa partie sud et tropical humide de montagne dans sa partie nord. Cette transition est liée à l'importance du relief dans cette zone, située entre 500 et 1500 m d'altitude, mais également par sa position d'abri face aux flux d'air par la présence du Mont Cameroun (Tsalefac *et al.*, 2003). Ceci influence fortement la structuration spatio-temporelle des précipitations. Des travaux récents ont observé une augmentation de la variabilité des pluies annuelles et des fréquences des épisodes d'inondations et de « flash-floods » (Saha & Tschindjang, 2017), tandis que d'autres travaux, menés actuellement à l'université de Liège dans le cadre du projet PERSONAZ ont montré que les communautés locales perçoivent une évolution de la structure de la saison pluvieuse depuis plusieurs années (Djoukang Nguimfack & Bruckmann, 2019 ; Tchokouagueu *et al.*, 2019). Cette évolution climatique vient se superposer aux risques socio-naturels déjà observés depuis plusieurs décennies dans la région : inondations, glissements de terrain, aléas pluviométriques, déforestation ou conflits fonciers. De fait, changements pluviométriques, risques naturels et risques sociaux sont fortement interconnectés. Des pluies précoces ou intenses peuvent accroître l'occurrence des glissements de terrains, éléments dont le risque s'accroît à mesure que la pression foncière augmente sous l'effet de l'augmentation démographique et des migrations.

L'objectif de la communication est de présenter une analyse de l'évolution de la structure des précipitations dans la région. Les précipitations sont analysées à partir de données variées issues de pluviomètres, de satellites (GPM, TRMM) et des sorties du modèle MAR élaboré à l'université de Liège, afin d'appréhender au mieux la réalité des variations pluviométriques. Des indices descripteurs de la structure de la saison pluvieuse seront utilisés (dates de démarrage/fin, indices d'intensité) afin de détecter les éventuels changements passés et à venir. Les résultats de l'évolution hydro-climatiques sont également mis en relation avec les principales cultures de la région (maïs, cacao, café) et sont comparés aux données recueillies depuis deux ans sur la perception des populations.

Mots-clefs : pluviométrie, variabilité climatique, risque, vulnérabilité, Cameroun

Références bibliographiques :

Djoukang Nguimfack, V., Bruckmann, L. (2019) Perception et gestion de la variabilité climatique dans l'Ouest du Cameroun : Exemple de Santchou. In Ozer, P. (Ed.) VIème Colloque de l'Association francophone de Géographie physique (Arlon, Belgique, 19-21 septembre 2019): "Géographie physique et gestion des risques et des catastrophes". Livre des résumés. p. 23.

Saha, F., Tschindjang, M. (2017) Rainfall variability and floods occurrence in the city of Bamenda (Northwest of Cameroon). *Present Environment and Sustainable Development* 11(1): 65–82.

Tchokouagueu, F.A., Bruckmann, L., Ozer, P. (2019) Interactions entre changements environnementaux et migrations dans l'Ouest du Cameroun : exemple de la commune rurale de Kékem. *Geo-Eco-Trop* 43: in press.

Tsalefac, M., Ngoufo, R., Nkwambi, W., Djoumessi Tatsangue, E., Lengue Fobissie, B. (2003) Fréquences et quantités des précipitations journalières sur le territoire camerounais. *Publ AIC* 15: 359–367.

Modélisation de l'aléa « écoulement boueux » par le logiciel « Flow-R » : cas du bassin versant de Ras Baalbek, Békaa nord, Liban

Laurence CHARBEL¹, Hussein EL HAGE HASSAN²

¹ Département de Géographie, Université Libanaise, Liban. laurence.charbel@gmail.com

² Laboratoire de recherche CEDETE (EA 1210) ; Département de Géographie, Université Libanaise, Liban. hussein.1978@hotmail.fr ; hussein.el-hage-hassan@univ-orleans.fr

L'écoulement boueux représente un risque de dégradation largement répandu dans les régions montagneuses, arides et semi-arides. Le bassin versant de Ras Baalbek a subi au cours des dernières décennies plusieurs écoulements boueux qui se sont produits particulièrement au printemps ou en automne. Les conditions climatiques spécifiques (présence d'une goutte d'air froid, pluies intenses), les paramètres géomorphologiques favorables (pente forte, sol peu épais et friable, un cours d'eau à régime torrentiel...) et le mode particulier d'occupation et d'usage du sol (rareté du couvert végétal, ...) sont, en fait, à l'origine de ce phénomène. Ces écoulements sont composés de 30 % d'eau et de 50 % de limons au minimum, ainsi que de vases et d'autres matériaux argileux. Ce phénomène a des conséquences néfastes vu qu'il menace l'environnement et l'économie des villages touchés par cet aléa.

Notre étude vise à simuler l'aléa de l'écoulement boueux dans le bassin versant de Ras Baalbek. La méthode suivie repose, en premier lieu, sur la détermination et l'intégration des facteurs les plus représentatifs de l'écoulement boueux (le modèle numérique de terrain, la pente, la courbure, l'accumulation du flux, la géologie, et l'occupation du sol) dans un Système d'information géographique (SIG). Les cartes thématiques seront ensuite traitées par le logiciel « Flow-R ». Le résultat est une carte d'aléa de coulée de boue qui tend à déterminer les zones à risque par le biais du logiciel « Flow-R ». Il est nécessaire dans ce sens, d'envisager des mesures d'atténuation pour réduire l'impact d'un tel événement. En effet, de nombreux travaux scientifiques soulignent le rôle important du terrassement, du reboisement des pentes raides ainsi que de l'aménagement du canal d'écoulement pour lutter contre ce risque.

Mots-clefs : écoulement boueux, Flow-R, SIG, Ras Baalbek

Climat, dépeuplement et risques naturels Inégalités territoriales sur le Portugal continental

Lúcio CUNHA, Luca DIMUCCIO

CEGOT, Université de Coimbra, Portugal. luciogeo@ci.uc.pt, luca@uc.pt

Malgré sa petite dimension (environ 89 000 km²), le territoire du Portugal continental est extrêmement diversifié, tant par sa nature que par ses caractéristiques socio-économiques et culturelles.

En raison de sa localisation géographique (37° - 42°N ; 6°15' - 9°30'W) et de son relief accidenté (0 à 1993 m), les caractéristiques climatiques varient fortement et, avec elles, la végétation, de même que les moyens de subsistance agricoles, sylvicoles et pastoraux. L'histoire, la dynamique économique et les processus d'urbanisation ont permis de bâtir un pays caractérisé par une forte différenciation entre le Nord et le Sud, la frange côtière (*Littoral*) et la partie continentale (*Intérieur*), ainsi qu'entre les régions métropolitaines de Lisbonne et de Porto et le reste du pays. Récemment, on a également parlé d'un 'pays archipel', séparant les régions métropolitaines et les principales zones urbaines réparties dans tout le pays, les plus riches, avec plus d'emplois, plus d'activités culturelles, plus d'opportunités et, par conséquent, avec une concentration de population beaucoup plus grande et croissante, et les petites agglomérations urbaines et zones rurales, parfois appelées zones à faible densité, généralement situées à l'intérieur du pays, où l'économie est bien moins dense, les opportunités plus restreintes et la population très réduite, dans un processus progressif d'affaiblissement territorial.

Sur le plan régional, la dichotomie *Littoral-Intérieur* est peut-être celle qui marque le plus le pays et est bien exprimée dans le réseau routier, l'économie et les opportunités d'emploi, mais aussi dans la démographie et dans sa dynamique récente. L'*Intérieur* montre la perte d'une population traditionnelle, en termes de culture et d'occupation, peu instruite et très âgée. Cette image, présentée de manière extrêmement simplifiée, est une conséquence des différentes dynamiques territoriales apparues au moins depuis le milieu du siècle dernier, mais elle a également une forte influence sur les dynamiques actuelles, à la fois environnementales et sociales, et elle est reflétée dans des risques naturels qui affectent différemment les diverses régions du pays.

Ainsi, dans le cadre général du changement climatique, le climat est généralement cité comme la cause directe ou indirecte de nombreux risques naturels qui affectent le pays (vagues de chaleur, tempêtes, inondations, incendies de forêt, pour ne nommer que les plus fréquents). Cependant, lorsque nous examinons les risques naturels plus en profondeur, lorsque nous voulons les comprendre leurs principales composantes (aléas et vulnérabilité), nous comprenons l'importance du facteur humain sur le territoire.

Cette présentation a pour objectif de montrer la relation entre la dynamique démographique de l'intérieur du pays, en particulier son dépeuplement progressif, les changements dans l'utilisation des terres et les incendies de forêt.

Mots-clefs : territoire, risques naturels, climat, dépeuplement, Portugal

Les changements climatiques au cours des derniers 13000 cal BP en se basant sur les données du Lac Ifrah (Moyen Atlas, Maroc)

Brahim DAMNATI¹, Hanane REDDAD²

¹ Département des Sciences de la Terre, Equipe Environnement Marin et Risques Naturels, Faculté des Sciences et Techniques, Tanger, Maroc. bdamnati@uae.ac.ma

² FLSH, Département de Géographie, Faculté des Lettres et des Sciences Humaines Sultan Moulay Slimane, Beni Mellal, Maroc. h.reddad@usms.ma

L'activité des incendies de forêts dans la région ouest-méditerranéenne, en particulier le nord-ouest de l'Afrique, et ses liens avec les changements climatiques du passé restent encore peu documentés. Une nouvelle analyse des données de la minéralogie, de la géochimie et des micro-charbons des sédiments provenant du lac Ifrah (Moyen Atlas, Maroc) fournit de nouvelles informations permettant de mieux comprendre la fréquence des incendies au cours des 13 000 derniers cal BP.

Avant 13 000 cal BP, la concentration en micro-charbons était très faible en relation avec une faible activité du feu et un climat probablement froid. Entre 13 000 et 12 300 ans cal BP, il y a augmentation de la concentration en micro-charbons en relation avec l'augmentation de l'aridité. Cette période correspond probablement à la période de Bölling-Alleröd dans l'Hémisphère Nord. Entre 12 300 et 10 800 ans cal BP, il y a une nouvelle diminution de cette concentration en micro-charbons correspondant probablement à la période du Dryas récent dans les hautes latitudes. Entre 10 800 et 4 500 ans cal BP, une forte augmentation en micro-charbons de bois est observée, ce qui témoigne probablement des émissions régionales dues aux incendies de forêt. Ces épisodes de combustion de la biomasse étaient associés à des périodes de sécheresse prolongées. Le maximum de sécheresse a été observé environ 8 400 ans cal BP. Tous les autres indicateurs minéralogiques et géochimiques suivent la même évolution climatique.

Mots-clefs : micro-charbons, minéralogie, géochimie, changement climatique, Lac Ifrah, Moyen Atlas, Maroc

Les écosystèmes forestiers du Sétifois (Algérie) face au risque du changement climatique

Yamna DJELLOULI¹, Amal LOUAIL^{1,2}, François MESSNER¹,
Khaled MISSAOUI², Rachid GHARZOULI²

¹ ESO-UMR6590, Université du Mans, France. yamna.djellouli@univ-lemans.fr ; francois.messner@univ-lemans.fr

² Université Ferhat Abbas Sétif 1, Algérie. louailamel.2013@gmail.com ; missaouikhale90@yahoo.com ; gharzoulir2002@yahoo.fr

Plusieurs écosystèmes forestiers colonisent les massifs montagneux de la région de Sétif sous un climat méditerranéen, allant de l'humide au semi-aride. Une étude phytoécologique complétée par un traitement d'images satellitales montre une grande diversité des formations forestières. On y retrouve des formations à :

- *Abies numidica* (sapin de Numidie), *Quercus canariensis* (chêne zeen) et *Cedrus atlantica* (cèdre de l'Atlas), soumises à un climat humide.
- Dominance de *Quercus ilex* (chêne vert) dans le subhumide et le semi-aride.
- *Pinus halepensis* (pin d'Alep) dans le semi-aride.

Les formations de cèdre dans l'Atlas Tellien (Babors) ont un comportement différent de celui des cédraies du Hodna (Ouled Harnache et Boutaleb). Ces dernières risquent, avec le changement climatique et les pressions anthropiques, de se dégrader rapidement, voire de disparaître. Les yeuseraies qui jouent un rôle important dans la région, bien que rustiques, risquent également de subir des perturbations importantes (pressions, incendies, ...). Ce sont les pinèdes qui seront les plus touchées, car les plus vulnérables.

Du point de vue méthodologique, nous avons réalisé une étude climatologique (sur des séries anciennes, actuelles et futures) qui montre l'évolution potentielle de la répartition des bioclimats sur ce territoire, avec parfois le décalage d'un étage bioclimatique. Les résultats semblent indiquer une aridification prononcée, surtout dans la partie méridionale, qui diminuera les aires favorables à ces écosystèmes forestiers. Conjointement, la méthode BFAST (*Breaks For Additive Seasonal and Trend*), appliquée sur des séries temporelles du NDVI d'images MODIS, permet de détecter de grands changements phénologiques. Sur une période récente (2000 à 2018), les changements repérés reflètent les lieux ayant subi les plus grandes perturbations. Ils révèlent la répartition géographique des sites les plus vulnérables dont l'écosystème a été dégradé. Globalement, la prise en compte des indicateurs (évolution bioclimatique et perturbations phénologiques) fournit une spatialisation des sites affectés, qui devront faire l'objet d'une gestion et d'un aménagement prioritaires.

Mots-clés : forêts, risques, changement climatique, Algérie

Perception et gestion de la variabilité climatique dans l'Ouest du Cameroun : Exemple de Santchou

Vidal DJOUKANG NGUIMFACK¹, Laurent BRUCKMANN^{2,3}

¹ Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, UR SPHERES, Université de Liège, Arlon, Belgique. vidaldjoukang@gmail.com

² LAPLEC, Département de Géographie, UR SPHERES, Université de Liège, Liège, Belgique

³ UMR 8586 PRODIG, Paris, France

Les effets des changements climatiques sont observés sur l'ensemble de la planète. Ces effets ne sont pas ressentis de manière homogène entre les principaux pays émetteurs (Pays de l'annexe 1 de la CCNUC) et peu émetteurs de gaz à effet de serre – GES (Pays non annexe 1 de la CCNUC). En Afrique, les pays comme le Cameroun ont une économie basée majoritairement sur l'agriculture familiale, peu émettrice en GES, qui est l'activité la plus vulnérable aux effets des changements climatiques (augmentation des températures, variabilité pluviométrique, événements météorologiques extrêmes et destructeurs). Face à ce constat, il apparaît important d'évaluer la perception des ménages ruraux face à la variabilité climatique qu'ils observent. En effet, la perception est le premier élément qui conduit les ménages à mettre en place des stratégies d'adaptation (Bruckmann, 2019 ; Tchokouagueu *et al.*, 2019).

La présente communication interroge la perception des ménages de l'Ouest du Cameroun sur les changements climatiques à partir d'enquêtes menées sur le terrain en avril 2019. Dans cette région montagneuse tropicale, les activités agricoles sont impactées par les effets du changement climatique. Nous avons ainsi cherché à savoir si ces ménages perçoivent des changements dans le climat et en quoi ces perceptions peuvent influencer leurs pratiques agricoles et leurs modes d'habiter. De plus, nous avons cherché à savoir si ces perceptions et adaptations sont influencées par un quelconque discours politique ou scientifique.

Les résultats du travail montrent que les ménages perçoivent des changements dans la pluviométrie de la région, mais que cette perception n'est pas uniforme et varie selon la nature du ménage et de l'enquête. L'influence des facteurs socio-culturels apparaît ainsi comme non-négligeable et doit être intégrée dans toute action de gestion des risques climatiques dans la région.

Mots-clefs : changements climatiques, risques climatiques, perception, adaptation, Cameroun

Références bibliographiques :

Bruckmann, L. (2019) Évolution spatio-temporelle récente de la pluviométrie dans l'Ouest du Cameroun. In Ozer, P. (Ed.) VIème Colloque de l'Association francophone de Géographie physique (Arlon, Belgique, 19-21 septembre 2019): "Géographie physique et gestion des risques et des catastrophes". Livre des résumés. pp. 17-18.

Tchokouagueu, F.A., Bruckmann, L., Ozer, P. (2019) Interactions entre changements environnementaux et migrations dans l'Ouest du Cameroun : exemple de la commune rurale de Kékem. *Geo-Eco-Trop* 43: in press.

**Se faire surprendre par la crue, réagir, prévenir ou oublier.
De la diversité de formes de traitement des risques d'inondation dans les
aménagement urbains d'Orléans (France) et de Terrassa (Espagne) du
début du XIX^e siècle à aujourd'hui**

Sylvain DOURNEL¹, Albert SANTASUSAGNA²

¹ Département de Géographie, Université d'Orléans, France. sylvain.dournel@univ-orleans.fr

² Département de Géographie, Université de Barcelone, Espagne. asantasusagna@ub.edu

Les agglomérations européennes se sont majoritairement constituées à partir des rives des cours d'eau pour tirer parti de leurs potentiels alimentaire, commercial, défensif ou stratégique mais ont conjointement entretenu des rapports ambivalents avec ces entités, en lien avec les questions de santé et de sécurité publique. Sur ce dernier point, la chronologie des crues marque profondément l'histoire urbaine, conduisant les édiles à prendre des dispositions spécifiques aux cours d'eau et à leurs zones inondables et à penser le dessin général de la ville plus ou moins en conséquence.

La communication, centrée sur les politiques dévolues aux risques d'inondation du début du XIX^e s. à aujourd'hui, vise à souligner le caractère évolutif des systèmes de représentation des cours d'eau et de leurs annexes hydrauliques ainsi que des dispositifs de prévention et de gestion. Dans cette perspective, notre démonstration s'appuie sur la comparaison des agglomérations d'Orléans (France) et de Terrassa (Espagne) qui, abritant respectivement 280 000 et 218 000 habitants, ont pour commune mesure d'être historiquement exposées aux risques d'inondation. La cité française est à la fois concernée par les crues lentes de la Loire (1856, 1907, 2003) et par les crues spontanées de ses petits affluents (1983, 2002, 2016) tandis que la cité catalane est marquée par des crues torrentielles (1893, 1930, 1943, 1962) associées à un réseau hydrographique dense, les « ramblas ». Ces événements hydrauliques variés, suivant les cours d'eau, les lieux urbains et les années, sont riches en retours d'expérience en matière de perception, de compréhension et d'atténuation des risques.

Sur cette base comparative, pour chaque épisode majeur recensé, la communication vise à dresser une typologie des configurations en place et des actions conduites sur l'instant ainsi que des réactions post-crues, notamment en termes de planification urbaine. Notre démarche qui sollicite les savoir-faire de la géohistoire, de l'analyse spatiale et de l'aménagement, cherche à souligner la diversité des formes de traitement des risques à différentes périodes données, insistant sur les paradigmes dominants ainsi que sur les mécanismes responsables de leur permanence et de leur changement.

Le recours au temps long permet ainsi d'apprécier l'évolution de la vulnérabilité des agglomérations d'Orléans et de Terrassa et les conditions nécessaires pour tendre vers des systèmes urbains résilients.

Mots-clés : risques d'inondation, systèmes de représentation, politiques publiques, géohistoire, analyse spatiale

Caractérisation et gouvernance des risques urbains dans la ville de Tanger

Jamal Eddine EL ABDELLAOUI, Rabab BOUARFA, Jihan AIT ALLA

Géoinformation et Aménagement de Territoire. Faculté des Sciences et Techniques. Université Abdelmalek Essaadi. Tanger. Maroc.

j.elabdellaoui@fstt.ac.ma ; bouarfarababb@gmail.com ; jihan.aitalla@gmail.com

La bonne gestion des risques en milieux urbains et périurbains consiste dans un premier lieu à la réalisation d'une typologie des différents risques, en second lieu à une cartographie précise des zones les plus vulnérables et enfin à une maîtrise de l'urbanisation de ces zones.

Dans ce travail, on abordera les risques urbains dans la ville de Tanger en étudiant trois exemples. Le premier est relatif aux risques d'inondation liés à l'étalement urbain non contrôlé et à la gestion des ouvrages hydrauliques destinés à la protection contre les inondations des cours d'eau. Le deuxième analyse les risques de glissements liés aux travaux de construction d'un côté et à l'aménagement de la décharge publique de l'autre. Enfin, le risque d'inondation marine lié à l'anthropisation successive de la bande côtière de la baie de Tanger.

On a adopté une approche semi-qualitative basée sur une analyse diachronique des images aérospatiales à très haute résolution, sur l'analyse des documents d'urbanisme et sur des observations de terrain et des mesures topographiques *in situ*. Une analyse du processus de prise de décision au niveau local et des dispositifs de gouvernance des risques urbains a été réalisée.

Les résultats de cette étude montrent que l'anthropisation mal contrôlée du territoire, le manque de mesures et de collecte de données de manière régulière et leur traitement structuré ainsi que la multiplicité des intervenants territoriaux, nécessitent la mise en place d'un dispositif de gestion intégrée et de gouvernance territoriale des risques urbains et périurbains. Une conception de cette solution est proposée.

Mots-clefs : risques urbains, inondations, glissements, gestion intégrée, gouvernance

Risques géomorphologiques et aménagement dans la partie orientale du golfe de Tunis : le cas des versants côtiers des jbel Korbous et El Haouaria (Tunisie nord-orientale)

Ouadii EL AROUI

Laboratoire CGMED, Faculté des Sciences Humaines et Sociales, Université de Tunis, Tunisie.
ouadiielaroui@gmail.com

Ce travail porte sur les parties bordées par une topographie accidentée de la côte orientale du golfe de Tunis qui correspond en même temps à la façade occidentale de la péninsule du Cap Bon. Le paysage se caractérise, en différents points, par une morphologie de falaises souvent relayées vers le haut par des versants très pentus notamment au niveau du monoclin de Jbel Korbous et de celui de Jbel El Haouaria.

Ces deux secteurs sont le siège d'une activité géomorphologique importante qui s'accélère pendant les phénomènes météorologiques exceptionnels ; tel fut le cas lors de pluies diluviennes enregistrées en septembre 2018. Les observations directes de terrain et l'analyse des documents cartographiques et photographiques de différentes dates ont permis de dégager deux familles de dynamiques. La première, est en rapport avec les écoulements torrentiels alors que la deuxième est liée aux mouvements de terrain avec une place particulière aux déplacements brusques à instantanés (chute de pierres, éboulements).

De telles dynamiques sont favorisées, déjà, par différents facteurs naturels dont notamment les pentes raides et les nombreuses faiblesses tectoniques ainsi qu'une lithologie contrastée et un important travail d'affouillement par les vagues. A tout cela se sont ajoutées des interventions humaines imprévoyantes. Nous en citons à titre d'exemples, les habitations barrant les chenaux d'écoulement, les routes entravant l'évacuation des eaux pluviales vers la mer et les carences dans le dimensionnement des ouvrages et la définition de différents aménagements.

Les effets d'une telle évolution ont déjà conduit à des situations délicates. Tel fut le cas, en particulier, au niveau des voies d'accès à la côte de Korbous, aujourd'hui classée comme zone touristique grâce à la qualité des paysages mais aussi à l'existence de multiples sources thermales. La route venant du côté méridional et aménagée sur le front du versant marin a été fermée à la circulation, sur 6 km de long, suite à l'écroulement et l'éboulement progressif de la roche en place qui ont commencé à être significatifs à partir des années 80 du siècle précédent. Elle a été finalement abandonnée depuis 2000. Pourtant, d'autres travaux d'aménagement ont été entrepris ou sont en cours dans des situations peu rassurantes. C'est aussi ce que nous tenterons de le montrer par l'analyse de situations comme à Ain Oktor où un grand hôtel et une marina viennent d'être créés.

Mots-clés : dynamique des versants, risques, aménagement, Jbel Korbous, Jbel El Haouaria, golfe de Tunis, Tunisie

Le risque d'épuisement des ressources en eau souterraines. Cas de la plaine des Angad (Oujda, Maroc)

Amal EL GOR, Soufian ACHALHI, Abdelkader SBAI

Département de Géographie, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Université Mohammed Ier, Oujda, Maroc. amaleelgor@gmail.com ; soufian.achalhi@gmail.com ; sbaiabdelkader59@gmail.com

Au cours de la dernière décennie, la ville d'Oujda a connu un développement remarquable de sa population, passant de 400738 habitants en 2004 à 494252 en 2014, soit une augmentation de 23,3 %. L'évolution de la ville a accru la demande en ressources en eau potable, ce qui a nécessité une augmentation de l'exploitation pour répondre à la demande.

La ville d'Oujda dépend principalement de l'approvisionnement en eau de son aquifère pour les ressources en eau souterraines (Jbel Hamra, Sidi Yahya...) et d'une partie de l'eau du barrage Machraa Hammadi. Toutefois, ces dernières années, les eaux souterraines ont fait l'objet d'un déficit et une analyse des effets du pompage sur les eaux souterraines indique que plus de la moitié de la quantité d'eau souterraine est affectée à divers degrés de surutilisation. Les eaux souterraines du Jbel Hamra sont menacées d'épuisement et les zones qui fournissent de l'eau potable à la population sont sujettes aux conditions climatiques et à l'envasement des barrages. Ceci aura des répercussions sur l'approvisionnement en eau potable de plusieurs quartiers de la ville d'Oujda.

Les sécheresses des dernières années ont affecté d'une manière grave l'agriculture, l'élevage, l'alimentation en eau potable et la production hydroélectrique. Leur impact ne peut qu'être important dans l'avenir en raison de la forte croissance de la demande et à la forte dépendance de l'économie au secteur agricole. L'accroissement de la population se traduit par une pression accentuée sur des ressources en eau limitées et caractérisées par une importante irrégularité spatio-temporelle des précipitations. Le ratio ressource en eau par habitant qui traduit la richesse ou la rareté relative de l'eau d'un pays est de l'ordre de 1000 m³/hab/an. En 2025, les ressources en eau au Maroc devraient être réduites à 500 m³/hab/an, ce qui signifie que le Maroc devra faire face à une situation permanente de manque d'eau.

Mots-clés : danger, drainage, eaux souterraines, pompage, ville d'Oujda

La station sismique éducative Princesse Lalla Aicha d'Agadir au service de la sensibilisation et de l'information des citoyens au risque sismique

El Hassan EL KILALI

Association ASVTS, Station Princesse Lalla Aicha, Agadir, Maroc. Kilali666@gmail.com

Après la tragédie du séisme dévastateur de la ville d'Agadir (Maroc) la nuit du 29 février 1960, considérée comme la plus grande catastrophe du Maroc après son Indépendance, avec un bilan de plus de 15000 victimes et de 25000 blessés et une ville presque complètement détruite dans ses principaux quartiers, le défi de la reconstruction de la ville a été relevé grâce aux efforts de l'Etat marocain et à la solidarité nationale et internationale. La ville s'est ensuite développée et occupe actuellement une position avancée au niveau national, dans les domaines du tourisme, des loisirs, de la pêche et de l'agriculture.

Mais le danger sismique n'est pas derrière nous. La ville et ses environs connaissent de temps en temps des tremblements de terre qui rappellent cette réalité aux citoyens. Parfois on a de grands mouvements de panique avec des comportements individuels et collectifs incohérents et disproportionnés, eux-mêmes source de danger.

De notre côté, en tant qu'association, nous pensons que la logique de gestion d'une catastrophe naturelle, nécessite bien sûr l'élaboration de plans d'urgence intégrant tous les départements concernés (protection civile, santé, ministère de l'Intérieur, police, etc.), mais doivent surtout intégrer les citoyens. Comment ?

En 2013, après trois ans de préparatifs, et avec l'appui de nombreux partenaires, notre association (ASVTS) a démarré la première station sismique éducative d'Afrique à Agadir : la Station Sismique Educative Princesse Lalla Aicha. Son objectif principal est la sensibilisation et l'information du grand public sur le risque sismique (et tsunami), surtout sur les comportements acceptables, individuels et collectifs en temps de crise sismique.

Un sismomètre numérique est installé, des animatrices et animateurs de la station ont été formés et des outils de sensibilisation variés et adaptés sont élaborés. La station accueille dans son local ses bénéficiaires ou elle va les rencontrer pour certaines catégories sociales.

Le temps de ce colloque est, pour nous, l'occasion de dresser un premier bilan quantitatif et méthodologique de la Station Sismique Educative Princesse Lalla Aicha d'Agadir sur le travail de renforcement de la résilience de nos citoyens vis-à-vis du risque sismique, dans l'optique essentielle des améliorations potentielles que peuvent proposer les participants au colloque.

Mots-clefs : séisme d'Agadir, station sismique éducative, comportements, résilience des citoyens

La lutte contre les crues et les inondations et leur gestion dans les villes et les campagnes romano-africaines

Hédi FAREH

Département d'Histoire, Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, Université de Sousse, Tunisie.
fareh_tn@yahoo.fr

Le risque de crues et d'inondations, la vulnérabilité des milieux urbains et ruraux et la dégradation du réseau routier et des infrastructures ont nécessité le recours à plusieurs techniques de lutte et à diverses formes de gestion. La littérature antique, pour le contexte nord-africain, évoque – même si c'est d'une façon allusive et évasive – des stratégies de lutte et des réactions aux dangers de l'eau. L'épigraphie et l'archéologie demeurent – elles aussi – nos principales sources. Il s'agit, pour l'essentiel, de quelques renseignements sur la protection des voies, sur celle des villes – ou des bourgs – et sur celle des sols. Dans une région, qui est la nôtre, où les inondations étaient souvent dues à des pluies exceptionnelles, sous forme d'averses et de trombes d'eau rapides et violentes, la protection des villes et de leurs campagnes est une œuvre grandiose qui devrait se faire par le biais d'un savoir-faire technique et hydraulique souvent propre à l'Afrique du Nord, depuis la Tripolitaine jusqu'à l'Atlantique.

Mots-clefs : Afrique du Nord, inondations, crues, formes de gestion, moyens de lutte

Vulnérabilité socio-spatiale de la ville du Cap-Haïtien face aux risques d'inondation, cas de la section communale de Petite-Anse

Jeff GARÇON¹, Nathalie SCHIFFINO²

¹ Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, UR SPHERES, Université de Liège, Belgique. cfishaiti@gmail.com

² Faculté des sciences économiques, sociales, politiques et de communication, UCLouvain, Mons, Belgique. nathalie.schiffino@uclouvain.be

La section communale de Petite-Anse, troisième section communale de la ville du Cap-Haïtien, connaît depuis le début des années 1980 une extension spatiale de plus en plus rapide. Cette extension engendre progressivement des processus de concentration spatio-temporelle dans des zones à haut risque et entraîne la vulnérabilité socio-spatiale du territoire. L'enquête menée dans les quartiers de la section communale de Petite-Anse fait apparaître une vulnérabilité socio-spatiale moyennement forte (indice : 0.56) et cette vulnérabilité aura tendance à s'accroître dans les prochaines années s'il n'y a pas une intervention efficace et autoritaire des pouvoirs publics. Cette recherche a permis d'évaluer la vulnérabilité socio-spatiale de Petite-Anse afin de comprendre l'influence de l'espace sur les représentations cognitives de la population.

A partir des données de l'enquête par questionnaire, nous avons évalué la vulnérabilité à l'échelle quartier pour comprendre les différences qui existent entre les quartiers. Les résultats de cette évaluation, ajoutés aux données de différents focus-groupes réalisés, ont permis d'appréhender en quoi la vulnérabilité socio-spatiale influence les représentations du risque d'inondation à Petite-Anse. Ce travail de recherche a été réalisé dans l'objectif d'étudier en quoi la vulnérabilité socio-spatiale modifie la perception des risques d'inondation afin de mieux saisir l'appréhension socio-psychologique qu'ont les individus des risques d'inondation.

Pour ce faire, la démarche méthodologique suivie dans le cadre de ce travail de recherche est double. Elle mobilise à la fois des données qualitatives et des données quantitatives. Les focus-groupes et l'enquête par questionnaire ont abordé globalement deux grands thèmes : les représentations du risque d'inondation à Petite-Anse et la vulnérabilité socio spatiale du territoire. Les résultats des focus-groupes permettent d'explorer la connaissance de l'aléa inondation, des risques et les modes de connaissances auxquels se réfèrent les résidents qui font face aux risques d'inondation à Petite-Anse. Selon ces résultats, les résidents habitant un quartier à haut risque d'inondation surestiment le risque d'inondation ainsi que les personnes ayant vécu le phénomène notamment les femmes. Donc, parmi les gens expérimentés, la perception du risque d'inondation est nettement plus forte chez les femmes que les hommes.

Mots-clefs : vulnérabilité socio-spatiale, inondation, perception, Cap-Haïtien, Haïti

Modélisation et quantification de l'impact de la variabilité climatique sur la ressource en eau du bassin versant de l'oued Lakhdar (Tafna, Algérie)

Radia GHERISSI¹, Kamila BABA-HAMED², Abderazzak BOUANANI²

¹ Laboratoire n°25, Département des Sciences et de la Technologie, Centre Universitaire Maghnia, Tlemcen, Algérie. hydro_rad@yahoo.fr

² Laboratoire n°25, Département d'Hydraulique, Faculté de Technologie, Université de Tlemcen, Algérie. kambabahamed@yahoo.fr ; a_bouananidz@yahoo.fr

Le bassin versant de l'oued Lakhdar est situé dans une région hydroclimatique où la sécheresse joue un rôle important sur les précipitations et les écoulements de surface. Ce travail s'est focalisé sur l'étude de cette dernière afin d'évaluer sa sévérité et de caractériser son impact sur la ressource en eau par utilisation des modèles hydrologiques.

L'analyse des données hydro-pluviométriques sur une période de 44 ans nous a permis de constater que la tendance chronologique de la pluviométrie et de l'écoulement dans notre bassin versant a été généralement déficitaire. Par ailleurs, l'application des tests d'homogénéité (Pettitt, Hubert, Lee et Heghinian) a permis d'identifier des ruptures entre 1970 et 1980, qui marquent une modification des régimes pluviométrique et hydrologique. Ces ruptures s'accompagnent d'une diminution de la pluviométrie et de l'écoulement. Des fréquences d'humidité et de sécheresse ainsi que des fréquences d'écoulement déficitaires et excédentaires ont été détectées. Les décennies 1980, 1990 et 2000 apparaissent comme déficitaires avec une tendance au retour des précipitations remarquée pour la période (2008 à 2014). Aussi, les résultats du bilan hydrique obtenus par le modèle pluie-débit nous ont permis de déceler l'impact de cette variabilité sur la ressource en eau.

En effet, les manifestations de cette variabilité climatique se sont répercutées sur les ressources en eau du bassin, qui a ainsi connu une réduction de la pluviométrie de 24%, de l'écoulement de 57% et une augmentation des températures sur la période allant de 1982-1983 à 2007-2008.

Mots-clefs : oued Lakhdar, variabilité climatique, sécheresse, SPI, SSFI, rupture, modèle hydrologique

Etude diachronique de la sebkha d'Oran à l'aide des images radar SAR (1992-2011)

Kamel HACHEMI¹, Yasmina AMROUNI², Mille Zineb NOUGRARA³, Mohamed DAOUDI⁴, Abdullah O. BAMOUSA⁵, André OZER⁶, Catherine KUZUCUOGLU¹

¹ Laboratoire de Géographie Physique (LGP), UMR 8591 du CNRS, Université Paris-1 et Université Paris-Est. kamel.hachemi@u-pec.fr, kuzucuog@cncs-bellevue.fr

² Laboratory of Agro-Biotechnology and Nutrition in Semi-Arid Areas, University of Ibn Khaldoun Tiaret, Algérie. yasminaamrouni@gmail.com

³ Mathematics Department, University of Sciences and Technology of Oran (U.S.T.O) Mohamed Boudiaf, Algérie. imagereelle@yahoo.fr

⁴ Department of Geography & GIS, Faculty of Arts and Humanities, King Abdulaziz University, Jeddah, Arabie Saoudite. mdaoudi@kau.edu.sa

⁵ Department of Geology, Faculty of Sciences, Taibah University, Madinah Mounawarah, Arabie Saoudite. abamoussa@taibahu.edu.sa

⁶ Département de Géographie, Université de Liège, Liège, Belgique. aoz@uliege.be

La sebkha d'Oran, par sa grande taille, est considérée comme l'une des caractéristiques de la région oranaise de l'Ouest algérien. L'étude de son évolution s'est avérée essentielle, suite à de nombreuses questions surtout sur son extension et sur son rôle dans l'équilibre écologique de la région. Le but de ce travail est d'étudier les changements de cette sebkha durant les 20 dernières années. Pour cela, nous avons utilisé l'imagerie radar SAR (Synthetic Aperture Radar) des satellites ERS-1, ERS-2 et ENVISAT, ce qui a permis un suivi spatial et temporel, régulier et fin des surfaces, compte tenu de la sensibilité du signal radar aux types et aux propriétés des terrains. L'évolution temporelle de cette grande sebkha a été effectuée par la comparaison de 78 images radar SAR à différentes dates, réparties entre avril 1992 et février 2011. L'analyse multi-temporelle, conduite par l'emploi d'images d'amplitude, a montré la possibilité de localiser la sebkha d'Oran, de cartographier les changements de surface et d'appréhender son évolution sur ces différentes périodes. Les images radar délimitent parfaitement la sebkha grâce à leur sensibilité à la rugosité du sol. Les premiers résultats montrent l'apport de l'imagerie radar dans la détection et le suivi de la sebkha mais aussi permettent la réalisation de cartes à différentes échelles de l'évolution géomorphologique de cette dernière. La surface de la sebkha subit des changements journaliers et saisonniers résultant des conditions météorologiques. Après des précipitations, sa surface est très lisse, avec de faibles valeurs de radiométrie, ce qui se marque par une couleur sombre (noir). Par contre, pendant la saison sèche, elle est très rugueuse, présente une forte radiométrie et apparaît en couleur très claire (blanc).

Mots-clefs : sebkha, analyse diachronique, radar SAR, ERS1-2, ENVISAT, Oran, Algérie

Atlas de l'Anthropocène : Inventer une nouvelle géographie de la Terre

François GEMENNE

Département de Géographie / Observatoire Hugo, UR SPHERES, Université de Liège, Liège,
Belgique. F.Gemenne@uliege.be

« Atlas, dans la mythologie, représente un géant capable de tenir la Terre sur ses épaules sans en être écrasé. Mais quand Gérard Mercator publie en 1538 ce qu'il décide d'appeler un Atlas, le rapport des forces s'est complètement inversé : un "Atlas" est un ensemble de planches, imprimées sur du papier, quelque chose que l'on feuillette et que le cartographe tient dans sa main ; ce n'est plus la Terre que l'on a sur le dos et qui nous écrase, mais la Terre que l'on domine, que l'on possède et que l'on maîtrise totalement. Près de cinq siècles après, voilà que la situation s'inverse à nouveau : paraît un "Atlas" qui permet aux lecteurs de comprendre pourquoi il est tout à fait vain de prétendre dominer, maîtriser, posséder la Terre, et que le seul résultat de cette idée folle, c'est de risquer de se trouver écrasé par Celle que personne ne peut porter sur ses épaules ».

Carrières, urbanisation et environnement : Le cas de Séfrou (Maroc)

Yazid HAMDOUNI ALAMI, Driss ZOUHRI

Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, Fès, Maroc.
yazalami2010@hotmail.com ; zouhri.driss@yahoo.com

L'extraction des matériaux de construction, qui sont non ou peu renouvelables, dénature, à un point de non-retour, les paysages. L'urbanisation galopante, par ses besoins croissants en ces ressources naturelles, cause des méfaits aussi bien sur les forêts et les cultures qu'au niveau des eaux souterraines et des habitations, somme toute sur la qualité de vie et sur l'environnement.

Cette intervention tentera, à travers le cas de la région de Séfrou, d'évaluer l'impact de l'exploitation anarchique des carrières, dans le but de prospecter les retombées socio-spatiales résultant de l'absence d'une stratégie claire pour la gestion du secteur.

L'accent sera ainsi mis sur le diagnostic des carrières entourant la ville de Séfrou. Il s'agira en fait de faire le suivi des risques environnementaux, de prévoir les défis résultant de l'état des lieux, de la surexploitation irrationnelle, dans l'espoir d'élaborer une vision claire définissant les moyens d'une gestion rationnelle future de cette ressource territoriale selon une approche de durabilité économique.

Mots-clefs : carrières, urbanisation, risques environnementaux, Séfrou

Bassin de l’oued Ouergha : sécheresse climatique, impact sur le plan d’eau du barrage Al Wahda et perspectives de gestion des ressources hydriques

M. HANCHANE¹, B. EL KHAZZAN¹, R. ADDOU², M. SOUAB¹

¹ Laboratoire Etudes Urbaines, FLSH Dhah Mahraz, Fès, Maroc. mhanchane@gmail.com

² Laboratoire LAGEA, FLSH Saïs, Fès, Maroc.

Le bassin de l’Oued Ouergha (Maroc), principal affluent du Sebou, est compris entre les parallèles 34°20' et 35°10' N et les méridiens 3°55' et 5°20' Ouest. Son climat est de type méditerranéen, avec une saison sèche d’une durée inversement proportionnelle à l’altitude. A son aval, le barrage Al Wahda représente un enjeu majeur. En effet, de par sa grande capacité de stockage, la plus élevée du pays, il assure un contrôle quasi-total des apports de l’Ouergha. Son impact sur la région est notable : il assure le développement agricole, la réduction des dégâts causés par les inondations et la valorisation de l’eau mobilisée pour la production d’énergie hydro-électrique.

L’inventaire des ressources hydriques du bassin de l’Ouergha et de sa gestion rationnelle sont étroitement subordonnés à une parfaite connaissance des éléments du climat, parmi lesquels la pluviométrie joue un rôle prépondérant. La sécheresse climatique récurrente menace les ressources hydriques et agricoles de la zone d’étude. De ce fait, son évaluation dans le temps pose la question de l’ampleur de sa répercussion sur les sécheresses agricole et hydrologique. La présente étude s’intéresse à l’analyse de la variabilité spatio-temporelle de la sécheresse au pas de temps mensuel au niveau du bassin versant de l’oued Ouergha et son impact sur le plan d’eau du barrage Al Wahda.

La méthodologie adoptée consiste tout d’abord en un suivi de la sécheresse le long d’une année hydrologique par an et par station durant cinq décennies (1960-2010) en utilisant l’indice pluviométrique standardisé. Ensuite, l’impact des périodes de sécheresse sera déterminé en fonction de l’évolution du plan d’eau du barrage Al Wahda en utilisant l’information satellitaire. Les résultats attendus contribuent à l’aide à la décision en matière de gestion des crises de sécheresse et de résilience face au risque potentiel de changement climatique.

Mots-clefs : risque de sécheresse, changement climatique, ressources en eau, gestion, résilience, Oued Ouergha, barrage Al Wahda

Gestion des risques naturels et aménagement du territoire dans la Roumanie communiste et post-communiste

Corneliu IATU

Département de Géographie, Université Alexandru Ioan Cuza de Iasi, Roumanie. ciatu@uaic.ro

Le passage d'un système communiste centralisé où la systématisation du territoire se faisait facilement par le manque de démocratie à un autre système, néolibéral, caractérisé dans une première étape par une transition sauvage où l'aménagement du territoire de la manière occidentale reste seulement un désidérata, a produit des bouleversements au niveau de la société et de l'économie roumaine. Les deux systèmes antagonistes sont arrivés à représenter des extrêmes où la réussite apparente est assez relative. Une chose est claire : la facilité de faire de la systématisation du territoire dans la période communiste contraste avec la difficulté grandissante d'implémenter un aménagement du territoire dans la période postcommuniste.

Entre les deux, demeure la question de la gestion des risques naturels, risques de plus en plus présents après 1990 et la difficulté de les maîtriser. Au milieu, il s'agit des allocations budgétaires, malheureusement pas au même niveau que dans la période communiste. Le phénomène avec un lourd impact a été la loi foncière de 1991 de restitution des terres aux anciens propriétaires. Les risques ont commencé à augmenter par les effets de la loi et le manque de cohérence au niveau des mesures prises par les particuliers, l'État ayant des difficultés à imposer ces réglementations. Plusieurs phénomènes se sont manifestés assez souvent (glissements de terrain, inondations, sécheresses, etc.) sans réussir, par l'intermédiaire de divers aménagements, à les stopper.

Depuis 1996, suivant l'exemple des pays occidentaux, la Roumanie a élaboré un Plan National d'Aménagement du Territoire qui a pris en compte aussi la gestion des risques naturels. Des cartes et des analyses ont été réalisées pour évaluer le problème. Même des mesures ont été envisagées mais le succès reste encore relatif. La solution pour éviter tout problème est un aménagement cohérent du territoire et surtout durable.

Mots-clés : inondations, glissements de terrain, tornades, aménagement du territoire, Roumanie

Utilisation du modèle dynamique de végétation CARAIB pour simuler les rendements en Belgique : validation et projections à l'horizon 2035

Ingrid JACQUEMIN^{1,2}, Julie BERCKMANS^{3,4}, Alexandra-Jane HENROT², Marie DURY², Bernard TYCHON¹, Alain HAMBUCKERS⁵, Rafiq HAMDI³, Louis FRANÇOIS²

¹ Eau-Environnement-Développement, UR Sphères, Université de Liège, Belgique.
ingrid.jacquemin@uliege.be

² Unité de Modélisation du Climat et Cycles Biogéochimiques, UR Sphères, Université de Liège, Belgique. Louis.Francois@uliege.be

³ Institut Royal de Météorologie, Bruxelles, Belgique.

⁴ R&D Unit RMA - Environmental Modelling, VITO, Mol, Belgique

⁵ Unité de Biologie du Comportement, Département de Biologie, Ecologie et Evolution, Université de Liège, Belgique

Le modèle CARAIB (CARbon Assimilation In the Biosphere) est un modèle de végétation initialement développé pour étudier la dynamique de la végétation naturelle, son rôle dans le cycle global du carbone et sa réponse aux changements de climat. Afin de pouvoir répondre à de nouveaux défis (comme l'étude des rétroactions climat-végétation ou encore l'évaluation des services écosystémiques), le modèle a été doté d'un nouveau module lui permettant de couvrir l'ensemble de la végétation, naturelle et celle dite « managée » comme les cultures.

Par conséquent, CARAIB devient un outil intéressant pour l'analyse du risque encouru par la végétation, et tout particulièrement pour les cultures agricoles, dans un contexte de changement climatique.

Mais avant toute chose, il convient de procéder à la validation du module culture. Afin d'évaluer la variation temporelle, nous avons confronté les sorties du modèle avec des données de terrain venant des sites de mesure des flux du réseau Fluxnet, par la méthode de la covariance des turbulences. Nous avons notamment comparé les flux de carbone (la GPP pour « Gross Primary Production » et la NEE pour « Net Ecosystem Exchange ») et l'évapotranspiration simulés par le modèle, avec les observations venant de plusieurs sites, dont celui de Lonzée en Belgique et de Grignon en France. A eux seuls, ces deux sites permettent de couvrir les 6 cultures proposées par CARAIB, à savoir le froment et l'orge d'hiver, le maïs, les pommes de terre, les betteraves sucrières et le colza. Pour l'évaluation de la variabilité spatiale, nous avons procédé à des simulations sur l'ensemble de la Belgique, où le modèle a été forcé, pour le passé récent, par les sorties à 4 km de résolution du modèle régional ALARO de l'Institut Royal Météorologique de Belgique.

Finalement, nous avons forcé le modèle CARAIB, toujours avec les sorties du modèle ALARO à 4 km, mais cette fois pour les scénarios futurs RCP4.5 et 8.5, à l'horizon 2035. Au-delà de l'effet fertilisant du CO₂ atmosphérique croissant qui impacte positivement les rendements, nous pouvons d'ores et déjà mettre en évidence une variabilité interannuelle plus importante pour l'ensemble des cultures, à l'exception du maïs.

Mots-clefs : modèle dynamique de végétation, cultures agricoles, changement climatique, CARAIB

Evaluation de l'occupation du sol et quantification de l'érosion et du ruissellement à partir du modèle MUSLE entre 1985 et 2014. Application au sous-bassin versant de l'oued Rhiou, Algérie

Malik KACI

Département des Sciences Agronomiques et Biotechnologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Hassiba Benbouali de Chlef, Algérie. m.kaci@univhb-chlef.dz

L'érosion hydrique est un phénomène complexe et largement accéléré au nord-ouest algérien en climat semi-aride à cause de la nature torrentielle des pluies, leur variabilité spatiale, l'hétérogénéité des sols ainsi que l'impact défavorable des activités humaines. Devant l'aggravation de l'érosion et l'envasement du barrage Gargar (bassin versant de l'oued Rhiou), celui-ci se trouve amputé d'un volume de 92 millions de m³ en 15 ans d'exploitation suite à un envasement accéléré. Le barrage de Gargar sera abandonné vers 2060 si des dispositions de dévasement ne sont pas prises à court et à moyen terme. A cet effet, ces dernières années, plusieurs modèles d'érosion ont été appliqués, mais la nécessité de décrire l'hétérogénéité et l'évolution dans le temps des systèmes naturels et l'échelle du bassin rend leur application difficile (USLE). L'objectif de ce travail vise étudier le modèle d'érosion hydrique MUSLE, un modèle à base physique développé à l'USDA - Agricultural Research Service, sous interface ARC SWAT 2012, sur le bassin versant de l'oued Rhiou (barrage Gargar), localisé au nord-ouest algérien et couvrant une superficie de 663,25 km². L'application de ce modèle nécessite la préparation d'une banque de données spatiales renfermant le modèle numérique de terrain, les couches pédologiques, l'occupation du sol et des données météorologiques journalières. Les simulations effectuées par le modèle se basent sur une discrétisation du bassin versant en unités de réponse hydrologique homogène (URH) obtenues par la combinaison des couches cartographiques de sol, d'occupation du sol et de la topographie provenant d'informations ponctuelles et spatialisées. L'estimation de l'érosion par le modèle MUSLE couplée au modèle SWAT donne une valeur moyenne de 12,16 t/ha/an en 2014, alors qu'en 1985 elle n'est que de 7 t/ha/an soit une augmentation de 71 % de 1985 et 2014. Ainsi, on s'intéresse dans cet article à évaluer l'impact du changement de l'occupation du sol sur l'érosion (pertes en sols) et le ruissellement. Il s'agit d'étudier l'évolution de l'occupation du sol en comparant deux images du même mois de deux années différentes (évolution annuelle) entre 1985 et 2014. Les scènes sont prises durant le mois de juillet de l'année 1985 et 2014. L'algorithme pour la détermination des changements entre deux images prises durant deux périodes différentes qui a été utilisé consiste à faire une simple différence entre les deux scènes pour faire ressortir l'excès ou le surplus d'un élément sur la surface de la terre en utilisant l'outil de traitement des images satellitaires à l'aide de l'option « change détection » du logiciel ENVI 4.7.

Mots-clefs : évaluation-quantification, érosion-ruissellement, MUSLE, SWAT, bassin versant de l'oued Rhiou

Gestion des inondations de 2010 au Maroc : Exceptionnalité de l'événement et difficultés de l'accompagnement humain

Mohammed Said KARROUK

Département de Géographie, FLSH Ben M'Sick, Université Hassan II de Casablanca, Casablanca,
Maroc. ClimDev.Maroc@gmail.com

En 2010, le Maroc a connu un retour « exceptionnel » de la pluviométrie qui a causé des inondations généralisées au niveau national, avec des dégâts humains et matériels considérables, principalement dans la région du Gharb.

Cette région a connu la submersion de 135.000 hectares, le déplacement de 22 000 habitants, ainsi que la coupure de plusieurs routes et voies ferroviaires.

Les dommages par km de route ont été évalués à 500 000 MDH, ceux subis par entité d'occupation du sol (agriculture, bâtis, réseaux de voiries) à 668 million de MDH de janvier à mars 2010.

Les conditions atmosphériques étaient caractérisées par une vallée froide très profonde et intense dans un milieu chaud, ce qui a causé une pluie abondante et continue pendant plusieurs jours. Combinés avec des lâchés de barrages menaçant de déborder, le Gharb s'est transformé en une mer fermée vu le débordement et l'immersion globale.

L'analyse de la gestion de ces événements a montré des lacunes au niveau de la prise en compte des risques d'inondations dans les plans d'aménagement, au niveau de la cartographie des zones à haut risque et au niveau de la définition d'une stratégie globale et coordonnée de prévention et de lutte contre les risques d'inondations.

Ce plan de gestion devrait passer par deux étapes fondamentales :

- Plans de l'avant catastrophe : Prévention
 - Systèmes d'alerte précoce
 - Plans de mitigation des risques
 - Politiques de gestion communautaire
 - Politiques de sensibilisation et dissémination de la culture de « gestion des risques » parmi la population et les institutions
- Plans de gestion de l'après catastrophe
 - Plans d'intervention et d'évacuation
 - Action pour minimiser les dégâts
 - Mécanismes de transfert des risques : assurances
 - Plans de reconstruction / redémarrage de l'économie

En raison de ces lacunes, le plan de gestion n'a pas pu être exécuté convenablement, ce qui a causé plusieurs dysfonctionnements à plusieurs niveaux.

Mots-clefs : inondation, gestion, risque, Gharb, Maroc

Evolution et exposition d'une ville de montagne aux risques naturels L'exemple de Man, Côte d'Ivoire

Kouadio Eugène KONAN, Dela André ALLA

Institut de Géographie Tropicale, Université Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire
enzokkeugene@yahoo.fr ; gnalladella@gmail.com

À travers l'exemple de la ville de Man (Côte d'Ivoire), cet article met en évidence la vulnérabilité croissante des villes ivoiriennes face aux risques naturels. Il montre comment dans un contexte où le développement urbain est loin d'être maîtrisé du point de vue de la croissance spatiale, l'occupation sans distinction de tous les sites topographiques soumet une partie de la population à des risques naturels. Dans cette étude, les sites à risques sont déterminés en suivant une démarche axée sur les SIG qui impose l'intégration de facteurs d'aléa (pente, résistance des sols, protection du sol) et de critères d'enjeux (densité de population, densité du bâti, qualité du bâti) dans une combinaison spatiale dont le résultat final est l'établissement des cartes des zones à risque. Il s'agit de risques d'érosion, de mouvements de masse (éboulement, effondrement, glissement de terrain) et d'inondations dont la variation spatiale est fonction des caractéristiques du relief. Une analyse détaillée des manifestations de ces risques naturels indique qu'elles résultent de la topographie (zone de montagne) du site de la ville de Man mais également des comportements imprudents des populations et qui aggravent les impacts des risques naturels et parfois les engendrent. Les pertes en vies humaines et les dommages socio-économiques, voire environnementaux qui en résultent montrent que les réponses techniques et réglementaires des pouvoirs publics ne parviennent pas, pour le moment, à prévenir et à protéger des risques, encore moins les mesures structurelles ou non des populations exposées. Dans ces conditions, la recherche de solutions plus adaptées et durables impose qu'on repense l'urbanisation de la ville de Man en mettant l'accent sur la gestion préventive des risques naturels.

Mots-clefs : exposition, ville de montagne, aléa, enjeu, risques naturels, SIG, vulnérabilité, zones à risque, Man, Côte d'Ivoire

Fonctionnement de l'embouchure du fleuve Bandama : enjeux environnementaux, sociaux et risques côtiers à Grand-Lahou

Konan Ernest KONAN¹, Eric DIAGONE¹, Jean Michel GBANGBOT KOUADIO¹,
André OZER²

¹ Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire. conand_ernest@yahoo.fr

² Département de Géographie, UR SPHERES, Université de Liège, Liège, Belgique. aozer@uliege.be

Bâtie sur une mince bande de terre entre océan et lagune, la vieille ville de Grand-Lahou a quasiment disparu sous les eaux. Délocalisée à 18 km à l'intérieur des terres en 1973, la ville historique de Grand Lahou n'existe plus, effacée de la carte par l'érosion côtière. Cette ville côtière ivoirienne est confrontée au déplacement de l'embouchure du fleuve Sassandra (déplacement latéral de l'est vers l'ouest) qui a entraîné le déplacement des populations et à la destruction de nombreuses infrastructures.

L'érosion du front de mer et celle de la migration de l'embouchure à travers des profils de plage indiquent une vitesse d'évolution du trait de côte entre 1985 et 2007 à 1,5 m/an et entre 2008 et 2017 à 2,5 m/an. La vitesse de migration de l'embouchure est estimée à 42 m/an entre 1993 et 2007.

Actuellement, le village de Lahou-Kpanda qui vit essentiellement des activités de pêche, situé sur une mince bande de terre entre l'océan Atlantique et la lagune Tadjou, est menacé par l'érosion. Cette situation préoccupante a engendré la destruction partielle du cimetière en avril 2019 et une partie des infrastructures. Malgré l'état de dégradation des infrastructures et la menace de l'érosion, les populations riveraines refusent d'abandonner les côtes pour de nombreuses raisons (leurs activités de pêche, les sites culturels et traditionnels, les activités balnéaires). A l'instar des pays côtiers du monde, la dégradation des aires côtières est un problème environnemental qui ne cesse de prendre de l'ampleur en Côte d'Ivoire. Elle nécessite l'adoption de mesures hardies pour préserver le littoral. Il ne s'agit pas d'un phénomène passager mais bien plutôt de processus naturels qui tendent à s'aggraver avec la construction du barrage de Kossou sur le fleuve Bandama dans les années 1970 et le réchauffement climatique.

Mots-clefs : érosion, littoral, embouchure, déplacement de population, Grand-Lahou

Risque de dessèchement et de pollution de la zone humide des marais de la Macta face aux changements climatiques (région Ouest algérienne)

Fakhreddine Tahar LAKHDARI¹, Zahira SOUIDI², Khatir BENHANIFIA³,
Souad MOUASSA⁴

¹ Département d'Ecologie et l'Environnement, Laboratoire LRSBG de Mascara, Université Abou Bekar Belkaid de Tlemcen, Algérie. fakhro06@yahoo.fr

² Département de Biologie, Laboratoire LRSBG, Faculté SNV, Université Mustapha Stambouli de Mascara, Algérie. souidi.z@univ-mascara.dz

³ Centre des Techniques Spatiales, Arzew, Algérie. khatir@dr.com

⁴ Département d'Agronomie, Laboratoire LRSBG, Faculté SNV, Université Mustapha Stambouli de Mascara, Algérie. souad.mouassa75@gmail.com

Comptant parmi les écosystèmes les plus riches de la terre, les zones humides présentent un intérêt inestimable. Elles hébergent une diversité exceptionnelle d'espèces animales et végétales, dont de nombreuses espèces endémiques parmi lesquels divers oiseaux, et poissons. Les zones humides forment de grands réservoirs de la biodiversité, elles sont aussi des milieux qui assurent de nombreuses fonctions biologiques, hydrologiques et biogéochimiques. En outre, l'alimentation en eau, l'épuration de l'eau, la maîtrise de l'érosion, le captage des matières nutritives, des sédiments et des polluants, ou encore la séquestration et le stockage de carbone y jouent un rôle essentiel dans le contexte actuel des changements climatiques.

La Macta est un complexe de marais littoraux alimenté par un réseau hydrographique temporaire et dense. Cette zone humide abrite des biotopes et des biocénoses très riches, elle représente un hotspot de biodiversité à l'échelle de l'Algérie et du bassin méditerranéen.

Le réchauffement climatique actuel a des impacts négatifs sur les marais de la Macta. On observe une baisse des précipitations, une augmentation de l'évapotranspiration, et une fréquence plus élevée des sécheresses. Aussi, en l'absence de mesures de protection, les effets des activités humaines croissantes (pompage, drainage, pollution, industrie, mise en culture et pâturage, etc.) risquent d'entraîner la dégradation irréversible de cet écosystème.

Notre travail de recherche a pour objectif principal de faire une analyse de la situation actuelle des marais de la Macta. La méthodologie adoptée repose sur des analyses physico-chimiques et biologiques des sols et des eaux stagnantes. Les résultats obtenus démontrent une concentration importante de nitrates et de phosphates ainsi que des teneurs supérieures d'oxygène dissous qui favorisent le phénomène d'eutrophisation (étouffement de la vie aquatique). Ces substances sont normalement générées par la minéralisation de la matière organique. Un suivi et une analyse spatio-temporelle des zones inondables à l'aide d'images satellitaires permettront de démontrer l'évolution des superficies sèches et humides des marais de la Macta.

Mots-clefs : zone humide, pollution, changement climatique, télédétection, Algérie

L'atténuation des risques d'inondation catastrophique, de pénurie d'eau et d'envasement des retenues, analyse à travers deux exemples dans le Maroc oriental et la région de Rabat

Abdellah LAOUINA, Miloud CHAKER, Nadia MACHOURI

Département de Géographie, Université Mohammed V, Rabat, Maroc.
laouina.abdellah@gmail.com

Dans certaines parties des régions semi-arides et arides du Maroc, la dynamique actuelle de dégradation de la biomasse, par recul de la forêt, éclaircissement des parcours ou gestion inadaptée des terres de culture, agit pour réduire l'infiltration et relever la part des ruissellements sauvages, notamment lors des événements extrêmes. Les eaux de ruissellement direct causent ainsi des dégâts aux infrastructures, à l'habitat, au cheptel et des pertes en vies humaines ; en plus, sur leur parcours, ces eaux subissent de gros prélèvements par évaporation physique et n'alimentent plus les nappes phréatiques des plaines d'aval. Par contre, lorsqu'elles atteignent un réservoir de barrage, ces eaux très chargées amplifient l'envasement et réduisent ainsi les chances de faire profiter l'aval d'une partie des eaux d'amont.

Au Maroc nord oriental, les quantifications contredisent l'aspect trompeur de calme géomorphologique. En fait le milieu est très fragile, pour des raisons climatiques d'abord (irrégularité des pluies et violence des chutes) et écologiques (état avancé de dégradation du couvert végétal). Le ruissellement est destructeur, lors des crues sur les piémonts de la Chaîne des Horsts et des Bni Snassen, malgré la faiblesse de la tranche ruisselée (16 mm environ) pour une précipitation moyenne de 300 mm, soit un coefficient d'écoulement moyen de 5%. Le taux d'envasement de la retenue Mohammed V, sur la Moulouya, est élevé (turbidité moyenne de 12 g/l et baisse de la capacité de la retenue de plus d' 1/3 en trente ans). La steppe a enregistré un recul d'environ 50% en moins de 50 ans. Cela s'explique d'abord par le besoin en terre car les populations se sont sédentarisées et ont mis en culture les terres défrichées. Par ailleurs, le couvert végétal a été longtemps utilisé pour des besoins énergétiques (alfa, racines du jujubier). Dans l'alfa, le surpâturage élimine les graines, ce qui empêche la reprise. Ce surpâturage des parcours résiduels s'observe (mise en saillie des racines et dessèchement des plantes) ; un comptage récent a estimé à 30% les touffes d'alfa mortes récemment et à 10% les touffes desséchées.

Le barrage Sidi Mohamed Ben Abdellah, à proximité de Rabat, considéré parmi les cinq grands barrages du pays, produit 31,5% de l'eau potable à l'échelle nationale et assure l'alimentation en eau potable de toute la région de Rabat, Salé et Casablanca soit 8 millions d'habitants ; mais l'érosion hydrique nuit au fonctionnement de ce dispositif hydraulique en limitant son pouvoir de stockage et en accélérant le processus de son envasement. Les résultats bathymétriques ont montré que l'envasement total depuis la mise en service est de l'ordre de 38 Mm^3 , alors que le taux d'envasement est de $1,08 \text{ Mm}^3 / \text{an}$.

Avec le changement climatique, cette situation risque de se compliquer, avec notamment l'accentuation de magnitude de certains aléas. Tous les modèles prédisent une baisse des débits d'écoulement modéré, lors des pluies frontales durables de saison humide et au contraire une hausse des apports de pointe en saison sèche, liés à des orages de forte

magnitude, sur sol dénudé et donc responsables d'érosion intense et d'apports solides en masse.

Pour s'adapter, il faudrait couvrir au maximum les versants servant de parcours et les gérer de façon à permettre la restauration des plus dégradés. Il faut aussi prêter plus d'attention aux terrains cultivés, en y réalisant le maximum de dispositifs de piégeage de l'eau ou de réduction de l'intensité d'écoulement.

Pour réussir cet objectif hydrique, il est important d'avoir recours aux résultats de la recherche-expérimentation, car la réaction des divers aménagements sur le bilan de l'eau est très diverse en fonction de l'échelle du bassin versant et des étages climatiques.

Pour les pouvoirs publics, sur le long terme, le plus important est sans doute d'éviter l'envasement excessif, généré par les écoulements très chargés car il agit sur la durabilité des infrastructures coûteuses et vitales pour l'irrigation en plaine et l'alimentation en eau potable. Mais, éviter l'envasement excessif, agissant sur la durée de vie des infrastructures de retenue exige la mise en place d'aménagements coûteux ainsi que la disponibilité d'une expertise technique. Jusqu'ici on n'a obtenu que très peu de résultats, vu l'immensité des terrains concernés et le nombre de hot spots. Par contre, réduire le départ du ruissellement direct dans les champs et les parcours, en relevant la part de l'infiltration, ce que permet la réhabilitation de la biomasse, relève plus de l'action des modestes acteurs du terrain; cela va générer, certes, plus d'ETP et peut être moins d'écoulement ; mais aussi moins de charge en matériaux solides et plus d'eau de drainage. Les étiages seront relevés, mais les pointes de crues atténuées. Globalement le débit sera plus régulier et pas forcément amoindri.

Les espaces analysés, dans le couloir des plaines et piémonts de la Moulouya et dans les bas plateaux de la meseta atlantique de la région de Rabat, sont utilisés par de petits exploitants agro-pasteurs. Les cultures ne fournissent qu'une partie de leurs revenus, le reste venant de l'utilisation – pratiquement privative – des parcours collectifs et de la forêt domaniale. Ces petits exploitants, jugés responsables de l'accentuation des risques du fait de la dégradation de la biomasse, par la surexploitation de bois d'énergie et le surpâturage en forêt comme dans les parcours steppiques, seront les seuls acteurs potentiels de l'atténuation des risques et les restaurateurs possibles de ces écosystèmes, si on les implique dans le processus de gestion et si on arrive à les mobiliser dans ce but. Sinon, toute autre opération lancée en dehors de leur participation, ne pourra être que vaine.

Mots-clefs : risque d'inondation, envasement des barrages, alimentation en eau potable, changement climatique, Maroc

Savoir-faire paysan et adaptation aux changements socio-environnementaux dans les Hautes Terres de l'Ouest du Cameroun

Dieudonné LEKANE TSOBGOU¹, Laurent BRUCKMANN^{2,3}

¹ Département de Géographie, Université de Dschang, Dschang, Cameroun,
lekanedieudonne1@gmail.com

² LAPLEC, Département de Géographie, UR SPHERES, Université de Liège, Liège, Belgique

³ UMR 8586 PRODIG, Paris, France

Le Cameroun est soumis à une lente et profonde évolution climatique : une augmentation des températures de + 0,7°C entre 1960 et 2007, et une diminution des précipitations depuis 1960 (-2,2% par décennie). La dégradation pluviométrique concerne deux zones agro-écologiques : la zone agro-écologique des hauts plateaux et surtout la zone agro-écologique soudano-sahélienne. Les événements extrêmes (inondations), les mouvements de terrain (coulée de boue, glissement de terrain), l'érosion des terres et l'augmentation des activités humaines sont aussi préoccupants en raison de leurs impacts négatifs sur les écosystèmes et les sociétés. Face aux dérèglements climatiques, l'Ouest du Cameroun – et particulièrement la région de Dschang – est vulnérable aux mouvements de terrain et à l'érosion du fait de son relief de montagne (max. 1793 m) et d'une pluviométrie abondante (moyenne annuelle 1936 mm). Sur le plan de l'occupation du sol, la forte densité des populations (451 hab./km²) des villages en périphérie de Dschang (Santchou, Fonakeukeu et Ndziih-Bafou) engendre une colonisation des versants de montagnes et des talwegs pour y développer des activités agricoles et pastorales, tandis que les sommets des plateaux servent au développement de l'habitat. Le paysage est de type bocager. Pour une gestion durable des ressources naturelles et des terroirs (eau, sol, forêt de raphia, haie vive patrimoniale), les populations villageoises ne cessent de développer des savoir-faire locaux et des techniques ancestrales de mise en valeur et de protection des écosystèmes qui s'imbriquent aujourd'hui dans les recommandations du plan national d'adaptation aux changements climatiques du Cameroun. Face aux enjeux des changements socio-environnementaux, comment les populations des villages de Dschang adaptent-elles leur savoir-faire et techniques ancestraux afin de transformer les contraintes physiques, socio-culturelles et économiques en opportunités ?

L'objectif de ce travail est d'identifier auprès des populations de Dschang, des initiatives et/ou des savoir-faire d'adaptation face aux changements qu'elles perçoivent. Les enquêtes de terrain menées auprès de 150 agriculteurs et éleveurs dans les villages en périphérie de Dschang (Santchou, Fonakeukeu et Ndziih-Bafou) ont permis d'identifier et de reconnaître des adaptations récentes basées sur des savoir-faire endogènes comme les techniques du night paddock, de construction des sillons/billons en fonction des courbes de niveau, d'embocagement et de mise en place de haies vives.

Mots-clefs : changements climatiques, phénomènes extrêmes, savoir-faire, adaptation, Cameroun

Comprendre l'efficacité des mesures de stabilisation des ravins à Kinshasa

Eric LUTETE^{1,3}, Matthias VANMAERCCKE², Charles BIELDERS³,
Fils MAKANZU IMWANGANA⁴, Olivier DEWITTE⁵,

¹ Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, UR SPHERES, Université de Liège, Arlon, Belgique. elutete@student.uliege.be

² Département de Géographie, UR SPHERES, Université de Liège, Liège, Belgique. matthias.vanmaercke@uliege.be

³ Environmental Sciences, Earth and Life Institute, UCLouvain, Louvain-la-Neuve, Belgique. charles.biielders@uclouvain.be

⁴ Département de Géoscience, Université de Kinshasa, Kinshasa, RD Congo. filmakanzu@yahoo.fr

⁵ Musée royal de l'Afrique centrale, Tervuren, Belgique. olivier.dewitte@africamuseum.be

La ville de Kinshasa, avec 12 millions d'habitants, est fortement affectée par des ravins causant une multitude des dégâts. L'ampleur du phénomène est telle que près de 308 mégaravins, d'une longueur cumulée de 94,7 km, ont été inventoriés en 2007. Plusieurs de ces ravins continuent de s'étendre, entraînant d'importants dommages matériels et des pertes en vies humaines. Toutefois, nous disposons de peu de connaissances sur les facteurs qui contrôlent l'expansion des ravins en milieu urbain. Cela tient entre autre au fait que ce phénomène d'érosion est très épisodique, avec de longues périodes de faible activité, suivies d'épisodes d'expansion rapide. En conséquence, la connaissance de leur dynamique nécessite des observations sur de longues périodes. Par ailleurs, un large éventail d'efforts a été mis en œuvre pour stabiliser ces ravins mais peu de connaissances sont disponibles concernant l'efficacité de telles mesures. Ce travail vise à comprendre les taux et facteurs contrôlant l'expansion des ravins en milieu urbain, et en particulier le rôle des mesures de stabilisation. La démarche méthodologique suivie a consisté en une mise à jour de l'inventaire des ravins réalisés par Makanzu Imwangana *et al.* (2014, 2015). Grâce à des images à très haute résolution dont les Pléiades, le suivi cartographique de l'évolution d'un échantillon de 121 ravins a été possible pour une période comprise entre 2010 et 2018. La couverture végétale de chacun de ces ravins a été caractérisée. Enfin, une campagne de collecte de données de terrains sur un échantillon plus réduit est en cours pour une validation et identification des mesures prises pour leur stabilisation. Les résultats préliminaires de nos analyses font état de 17 ravins actifs et 104 stables en 2018, avec un taux de retrait linéaire moyen de 4,9 m/an et de 142,3 m²/an de retrait surfacique avec un écart type de 14,4 m et 351,8 m² respectivement. La couverture végétale quant à elle est en moyenne de 88 % dans les ravins stables contrairement aux ravins actifs où elle est de 76 %. On y note aussi que 60 % des ravins stables ont vu leur longueur diminuer au cours de cette période.

Mots-clefs : ravinement urbain, inventaire spatio-temporel, seuils topographiques, RD Congo

Références bibliographiques :

Makanzu Imwangana, F. M., Dewitte, O., Ntombi, M., & Moeyersons, J. (2014). Topographic and road control of mega-gullies in Kinshasa (DR Congo). *Geomorphology*, 217, 131-139.

Makanzu Imwangana, F. M., Vandecasteele, I., Trefois, P., Ozer, P., & Moeyersons, J. (2015). The origin and control of mega-gullies in Kinshasa (DR Congo). *Catena*, 125, 38-49.

Les forêts de chêne liège marocaines : un patrimoine naturel menacé

Nadia MACHOURI

Département de Géographie. Université Mohammed V, Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, Rabat, Maroc. nadiamachouri@gmail.com

Parmi les essences nobles du Maroc, le chêne liège occupe une place et joue un rôle de première importance. C'est une essence endémique du domaine atlantique du bassin méditerranéen. Les subéraies marocaines représentent 16% de la superficie totale des subéraies mondiales et elles s'étendent dans la partie nord-occidentale depuis les plaines du littoral jusqu'au Rif central et Moyen Atlas.

Les subéraies actuelles se présentent comme les survivants des époques humides de l'ère quaternaire ou même du Tertiaire, les stations disséminées un peu partout au Maroc et très éloignées du centre de son aire actuelle, notamment les petits massifs et îlots de chêne liège, qui se situent dans les chaînes montagneuses du Rif oriental, du Moyen Atlas et du Haut Atlas, sont les témoins d'une aire du chêne liège beaucoup plus vaste qu'aujourd'hui.

Ces subéraies forment des écosystèmes avec une importance écologique fondamentale pour la conservation des ressources génétiques et la protection de l'environnement aussi bien à l'échelle nationale qu'à l'échelle mondiale. Elles présentent de nombreux atouts en rapport avec leur grande diversité biologique et leur impact sur l'équilibre environnemental et socio-économique.

Actuellement, ces subéraies connaissent une dégradation sévère, accentuée durant ces deux dernières décennies par les effets des changements climatiques, et une pression humaine importante qui s'est accentuée suite à la croissance démographique, à la sédentarisation accélérée des populations dans les enclaves et en lisière de la forêt et la transformation des modes d'exploitation de l'espace. Ces causes sont aggravées et accélérées par des phénomènes naturels persistants (l'aridité du climat, médiocrité du sol, rareté de l'eau) et des facteurs socio-économiques. Ce qui aboutit à une baisse de la production agricole, forestière et pastorale et ensuite à un abaissement du niveau de vie de la population usagère.

Cette situation conduira, certes, à une dégradation irréversible de ces subéraies voir à une désertification du milieu.

Mots-clefs : subéraies, dégradation, risque de désertification, Maroc

**L’approvisionnement en eau potable au XXI^e siècle,
entre pénurie et pollution.
L’exemple du lac de Saint-Germain-de-Confolens (Charente, France)**

Véronique MALEVAL

Département de Géographie, Université de Limoges, France. veronique.maleval@unilim.fr

Dans le cadre des modifications environnementales liées au dérèglement climatique, les scientifiques prévoient, pour la plupart des régions du monde, que l'accès des populations à l'eau potable constituera un des principaux enjeux du XXI^e siècle, en raison des menaces pesant sur la ressource (notamment la pénurie et la pollution avec, dans le même temps, une demande croissante). Si la pénurie n'est plus un risque mais une réalité, même en France où par exemple, au printemps 2019, le préfet du Nord a signé un arrêté d'alerte sécheresse, la question de la pollution, et donc de l'approvisionnement en eau, représente un sacré défi pour les gestionnaires des retenues d'eau, du fait d'importants rejets dans le milieu naturel. C'est le cas, depuis plus de 40 ans, pour le réservoir charentais de Saint-Germain-de-Confolens, tant certains dysfonctionnements (goût désagréable de vase, traces de fer et manganèse, présence d'insecticides, herbicides puis pesticides et teneurs en MO à la limite de potabilisation), ont été observés par le syndicat intercommunal d'alimentation en eau potable du Confolentais (SIAEP) et par la population, alors même que celle-ci augmente. Ainsi, pour écarter le risque sanitaire, une étude environnementale a été menée durant plus de deux ans pour connaître les paramètres environnementaux responsables de cette situation. Les résultats des études (instrumentation in situ, mesures et analyses) menées sur la qualité de l'eau, les sédiments (perte de 42 % de la capacité utile du réservoir depuis 1972), et les activités humaines favorisant les apports de nutriments, apportent à la compréhension du milieu lacustre et du territoire (eutrophisation de la masse d'eau initiée par les apports ainsi que par le sous-dimensionnement du déstratificateur installé dans le lac de barrage en 1996 ; simplification du bocage par regroupement parcellaire et disparition des haies favorables à la rétention des particules et polluants), pour tenter de résoudre les problèmes de pollutions et d'envasement. Les mesures et actions préconisées (sensibilisation, travaux, gestion participative) tendent à la résilience de ce milieu aquatique pour, in fine, pérenniser la fonction exclusive du lac de barrage : l'alimentation en eau potable du Confolentais.

Mots-clefs : lac de barrage, alimentation en eau potable, qualité, risque, gestion

La pression sur le fonds forestier et l'augmentation des risques environnementaux dans le groupe central des Carpates roumaines

Marin MARIAN¹, Radu-Daniel PINTILII¹, Ion ANDRONACHE¹, Daniel PEPTENATU¹, Cristian-Constantin DRAGHICI¹, Donatella CARBONI²

¹ Research Center for Integrated Analysis and Territorial Management, Universitatea din București, Romania. marian.marin@geo.unibuc.ro ; pinty_ro@yahoo.com ; andronacheion@email.su ; peptenatu@yahoo.fr ; cristian.draghici@geo.unibuc.ro

² Dipartimento di Scienze Umanistiche e Sociali, Università di Sassari, Italia. carbonid@uniss.it

La forêt, en tant que ressource naturelle, a toujours joué un rôle très important, allant de l'alimentation et de l'abri à l'aspect social ou esthétique, et a contribué jusqu'à présent parfois de manière décisive à l'évolution de la société. Les activités humaines de plus en plus diversifiées exercent une pression croissante sur les composantes environnementales. Dans cette catégorie, à noter l'importance de la déforestation (légale et illégale) qui s'est produite avec l'augmentation du besoin en bois, en particulier à des fins industrielles.

Le but de cette étude est de montrer la pression humaine sur les ressources forestières et son incidence (plus particulièrement négative) sur les communautés humaines dans la zone géographique des Carpates orientales, en particulier celles qui chevauchent le groupe central. Les auteurs ont choisi cette zone géographique parce qu'elle est l'une de celles où la déforestation est la mieux connue.

La méthodologie utilisée est basée sur l'identification et la quantification des zones occupées par des forêts, des terres boisées, principalement pâturées, pour le groupe de montagnes, et reposera sur l'utilisation de la base de données Global Forest Change fournie par l'Université du Maryland. Celles-ci ont été obtenues par traitement d'images satellitaires pour la période 2000-2017, pour la zone d'étude. Afin de produire les résultats, des transformations et des corrections sont nécessaires pour leur validation, puis corrélées à d'autres indicateurs, afin d'observer l'étendue des risques pour l'environnement.

Les résultats obtenus consisteront en l'élaboration de modèles graphiques et cartographiques, de relations et de corrélations entre les paramètres analysés à interpréter afin d'établir des solutions possibles pour atténuer ou mettre fin aux effets négatifs que les communautés locales doivent combattre.

Les solutions trouvées constitueront des outils utiles pour les décideurs au niveau local, voire régional, et constitueront des modèles de bonnes pratiques et des domaines caractérisés par une similitude du point de vue des problèmes auxquels ils sont confrontés.

Mots-clefs : ressources forestières, déforestation, images satellitaires, risques, modèles graphiques

Analyse parétienne et multiscalaire de débits à haute résolution et de phases de montée de crue d'épisodes cévenols en France méridionale. Exemple du Gardon, affluent de rive droite du Rhône

Philippe MARTIN

Avignon Université, UMR ESPACE 7300 du CNRS, Avignon, France.
philippe.martin@univ-avignon.fr

Le Gardon, affluent de rive droite de la basse vallée du Rhône, est une rivière qui connaît des crues particulièrement fortes (6700 m³/s à Remoulins en septembre 2002 ; 3050 m³/s en septembre 1976) liées à des épisodes dits cévenols d'automne qui se produisent lors de la remontée vers le nord-ouest de masses d'air humide qui s'élèvent le long du relief des Cévennes et parfois se bloquent au-dessus du piémont, comme en 2002 (ou en 1988 au-dessus de Nîmes). Les débits de ces rivières sont donc très spécifiques, extrêmes à l'automne, indigents en été.

Dans cet article, nous proposons une analyse parétienne des débits enregistrés à haute résolution depuis près de 20 ans dans un sous bassin (dit de Valescure) du bassin versant du Gardon. Cette approche permet de montrer le caractère non gaussien des débits à haute résolution en climat sub méditerranéen cévenol et ainsi que de souligner l'intensité des débits mesurés.

Les crues en région méditerranéenne débutent par une phase de montée de crue très rapide qui n'est que très rarement analysée. Elles correspondent à des taux d'accroissement des débits tout à fait remarquables. Ces taux peuvent être calculés de jour en jour, voire d'un pas de temps plus court à un autre. Il est dès lors possible d'en faire la statistique. Celle-ci s'avère aussi parétienne.

Les paramètres des modélisations statistiques peuvent ensuite être comparés pour chaque station disponible d'amont en aval et calculés pour des accroissements déterminés à pas de temps croissant (5 mn, 15 mn, 30 mn, 1 h...). Il est alors possible de mettre en évidence non seulement la variation des distributions statistiques le long du talweg, mais aussi en fonction des résolutions de mesure (des échelles de temps).

L'article proposé explicite cette nouvelle approche qui est appliquée sur les données disponibles (globalement trentenaires) aux stations limnigraphiques du réseau d'État et sur celles acquises (depuis 2000) à haute résolution, dans le cadre de la plateforme expérimentale de l'UMR ESPACE (PlaTex-ESPACE), en Cévennes. Différentes corrélations sont ensuite établies avec certaines des caractéristiques physiques du bassin versant.

Mots-clés : hydrologie, crue cévenole, Pareto, montée de crue, haute résolution

Cartographie des inondations dans la ville de Pointe-Noire au sud du Congo Brazzaville : approche par SIG et télédétection

Brice Anicet MAYIMA

Centre de Recherches sur les tropiques Humides (CRTH), Département de Géographie, Université
Marien Ngouabi, Congo Brazzaville. mayimabrice@gmail.com

En République du Congo, le dérèglement climatique provoqué par le réchauffement de la planète indique une tendance à l'augmentation de la pluviométrie dans la plaine côtière (dont la ville de Pointe-Noire). Située au sud du Congo Brazzaville entre 4°47' de latitude Sud et 11°20' de longitude Est, la ville de Pointe-Noire est bâtie dans une plaine côtière de 20 mètres d'altitude. Elle connaît depuis ces dernières années une forte croissance démographique et spatiale qui l'expose de plus en plus aux phénomènes d'inondation provoqués par les débordements de plusieurs cours d'eau qui parsèment la ville. La présente communication vise à cartographier les zones inondables et les zones susceptibles d'être inondées, et d'identifier les facteurs de vulnérabilité de la ville de Pointe-Noire face aux inondations. L'approche méthodologique adoptée est basée sur l'analyse des documents iconographiques (cartes et images satellitales) couplées aux observations et enquêtes de terrain auprès de 10 ménages par arrondissements (soit 400 enquêtés). Les résultats préliminaires de l'enquête et les observations de terrain tendent à montrer que la ville de Pointe-Noire est vulnérable aux inondations. Cette vulnérabilité s'explique vraisemblablement par un type d'habitat non conforme aux normes de construction, une voirie urbaine en piteux état, un réseau électrique susceptible de constituer un danger pour la population et une occupation anarchique de l'espace (fond des vallées, lits des cours d'eau) qui sont là des facteurs qui accroissent la vulnérabilité de la communauté urbaine de Pointe-Noire face aux inondations.

Mots-clefs : vulnérabilité, inondation, habitation, Pointe-Noire, Congo

Gestion du risque d'inondation dans le bassin versant de l'Ogooué à Lambaréné

Emmanuelle MBADINGA IGALY, Jean-Damien MALOBA MAKANGA

¹ Laboratoire d'Analyse Spatiale et des Environnements Tropicaux (LANASPET), Université Omar Bongo, Libreville, Gabon. igalyemmanuelle@gmail.com ; malobamakanga@yahoo.fr

Grâce aux progrès effectués dans la comptabilité des sinistres de diverses origines, en très peu d'années, le poids des risques naturels a été ainsi reconnu par les chercheurs. Celui-ci s'est, d'ailleurs, hissé au rang des priorités pour des responsables politiques de la plupart des pays. Situé à l'ouest du Bassin du Congo, le Gabon est caractérisé par un réseau hydrographique dense dont l'Ogooué est le principal fleuve. Son importance a été soulignée par une étude de Pourtier (1989) dans laquelle le Gabon apparaît comme un don de l'Ogooué. Les villes implantées le long des berges de son bassin versant sont fréquemment affectées par des inondations comme en 1988 où de fortes précipitations ont entraîné une inondation par débordement de cours d'eau, perturbant gravement l'activité socio-économique de sept des neuf provinces administratives du Gabon. Le fait même qu'une catastrophe frappe et produise des dommages devrait être interprété comme l'une des manifestations d'un développement mal géré, et la gestion des risques devenir une pratique de développement durable.

La présente étude porte sur la gestion du risque d'inondation à Lambaréné qui est bâtie dans un environnement physique propice aux submersions, du fait en particulier d'une abondante pluviométrie et d'une topographie contrastée. Celle-ci présente des plateaux relativement élevés qui surplombent une vaste plaine alluviale de pente faible tarudée de nombreux marécages. C'est sur ce site aux conditions naturelles peu propices à l'occupation humaine que se sont installées de manière anarchique les populations ainsi que certaines structures ou réseaux stratégiques.

Cette étude montre qu'à Lambaréné, objet de plusieurs inondations depuis les années 1950, la gestion de ce phénomène demeure embryonnaire. Il ressort, d'ailleurs, de l'exploitation des données sur la perception du risque d'inondation une absence notable de culture de ce phénomène auprès des populations enquêtées. Au-delà de la ville de Lambaréné, on relève une insuffisance d'outils de planification appropriés à la gestion des risques d'inondation au Gabon.

Mots-clefs : précipitations, inondations, gestion, catastrophe, Lambaréné

Entre pressions anthropiques et marines, l'érosion côtière autour de la ville de Kribi, Cameroun

Philippe MBEVO FENDOUNG¹, Aurélie HUBERT-FERRARI²

¹ Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, UR SPHERES, Université de Liège, Arlon, Belgique. philippesmbevo@gmail.com

² Département de Géographie, UR SPHERES, Université de Liège, Liège, Belgique. aurelia.ferrari@uliege.be

Dans sa vision à l'horizon 2035, le gouvernement camerounais entend construire son économie au rang des économies intermédiaires. Pour ce faire, il se concentre sur la construction d'infrastructures majeures et Kribi joue un rôle central dans cette initiative avec notamment l'autoroute Kribi-Edéa et le port en eau profonde de Kribi. Comme pour toute structure de port maritime, la construction du port de Kribi en 2015 a eu un impact important sur le littoral et a entraîné une érosion côtière importante. La digue de protection du port a été construite sur la trajectoire de la dérive côtière, ce qui crée des situations d'aggradation en aval mais d'érosion côtière en amont. En outre, le développement de Kribi a donné lieu à l'extension des plantations agro-industrielles de SOCAPALM et HEVECAM. Tout cela contribue à l'affaiblissement de l'environnement côtier à la fragilité de son écologie.

Une étude antérieure de Tchindjang *et al.* (2019) a déjà montré qu'il y avait des changements côtiers importants au Cameroun. Ils se produisent principalement à l'embouchure des grandes rivières (Lobé, Nyong et Ntem), mais aussi à des endroits où l'amplitude des marées et la vitesse des vagues sont importantes. Globalement, les zones de couverture côtière avancée entre 1973 et 2007 ont une superficie moyenne de 4 081 400 m² représentant 45 % de la dynamique totale. En revanche, il existe une dynamique régressive correspondant au retrait linéaire côtier qui affecte principalement les secteurs concaves de la côte, composés principalement de roches ou de sédiments meubles. Entre 1973 et 2007, il s'agissait d'une surface moyenne de 4 949 550 m² représentant 55 % de la dynamique totale. Le recul des côtes peut être amplifié et accéléré par les activités humaines, tout en constituant une menace pour les investissements et les constructions localisées sur le littoral et pour la biodiversité in situ, en dépit des travaux de protection qui peuvent y être construits.

Le but de cette recherche est d'analyser la dynamique de la côte kribienne entre 2000 et 2019, de mettre en évidence les facteurs amplificateurs et de quantifier les zones d'accumulation et de recul des zones côtières. L'approche méthodologique articule deux approches: (i) une analyse par télédétection visant à étudier la dynamique de l'utilisation des sols et du littoral entre 2000 et 2019, à l'aide d'images satellite de type Landsat et sentinelle. Les images ont une résolution spatiale qui varie de 10 à 15 m. Une analyse statistique de l'évolution de la démographie et des surfaces imperméabilisées. (ii) L'outil Digital Shoreline Analysis System (DSAS) est utilisé pour modéliser la cinématique côtière. Comme prévu, le niveau de régression du littoral sera connu, ainsi que l'état de l'occupation du sol et ses implications sur la dynamique côtière.

Mots-clefs : érosion côtière, pressions anthropiques et marines, Kribi

Caractérisation d'un affaissement d'extension kilométrique au droit d'un quartier du village de Hilsprich (Moselle) dû à la dissolution d'halite en profondeur

Dominique MIDOT¹, Julie LE GOFF¹, Aurélien VALLET²

¹ BRGM Grand Est site de Nancy, France. D.midot@brgm.fr ; J.legoff@brgm.fr

² BRGM Bourgogne-Franche-Comté, France. A.vallet@brgm.fr

Suite aux désordres apparus en 2006 sur une quinzaine de maisons de la commune d'Hilsprich (Moselle) et à trois missions d'expertises réalisées par le BRGM et le CEREMA de l'Est, la direction départementale de la Moselle a mandaté le BRGM en 2010 pour conduire une série d'investigations visant à déterminer la nature du phénomène à l'origine des désordres, son extension et ses causes et ainsi de proposer une carte d'aléa affaissement.

Les investigations conduites ont consisté à réaliser une analyse en interférométrie radar satellitaire conventionnelle et sur réflecteurs persistants, des investigations de géophysique électrique, une reconnaissance par sondages carottés et destructifs et l'installation de piézomètres. Les nivellements topographiques, réalisés depuis 2008 sur la zone de désordres ont également été pris en compte.

La cuvette d'affaissement, mise en évidence par interférométrie radar satellitaire conventionnelle, est d'extension kilométrique et déborde largement de la zone de désordres qui affecte les bâtis (450 m). L'interférométrie radar satellitaire et le nivellement indiquent un affaissement d'une amplitude verticale comprise entre 0,6 et 0,9 m sur une période de 6 ans (2006-2012) initié en mai 2006.

Les mesures géophysiques et les sondages carottés ont permis d'identifier une couche de sel située à moins de 100 m de profondeur. L'étude géophysique montre que la cuvette d'affaissement est contrôlée structuralement par un réseau principal de failles d'orientation NW-SE, conforme au schéma structural régional. La présence d'une nappe salée au toit de la couche de sel a été mise en évidence par les mesures électriques des terrains et confirmée par sondages. Cette nappe salée résulterait de la dissolution du sel par des apports d'eau douce dont l'origine reste à identifier. Pour ce faire, une caractérisation chimique et isotopique des eaux de la nappe salée est en cours.

A l'heure actuelle, de nombreuses incertitudes persistent encore sur (1) la caractérisation des causes de la reprise des dissolutions, (2) les paramètres contrôlant le mécanisme des dissolutions, (3) le fonctionnement hydrogéologique et (4) l'extension future des dissolutions.

Mots-clefs : affaissement, halite, dissolution, interférométrie radar, géophysique

Open data et AquaCrop : contribution de l'estimation des rendements du sorgho à la sécurité alimentaire au Niger

Abdoul-Hamid MOHAMED SALLAH¹, Bernard TYCHON¹, Issa GARBA²,
Bakary DJABY³, Joost WELLENS¹

¹ Département de Sciences et Gestion de l'Environnement, Université de Liège, Arlon, Belgique.
ahsallah@doct.uliege.be ; bernard.tychon@uliege.be ; joost.wellens@uliege.be

² Centre Régional AGRHYMET, BP 11011, Niamey, Niger. is.garba@gmail.com

³ Programme d'Appui au Développement Durable du Secteur Agricole, Cotonou, Benin.
bakary.djaby@gmail.com

La disponibilité alimentaire est l'une des quatre dimensions principales de la sécurité alimentaire selon la définition de la FAO. Une bonne estimation du rendement, des résidus de culture et de la production agricole permet une meilleure gestion des risques de crise alimentaire. Cependant, l'accès aux données dans certains pays tel que le Niger constitue une contrainte dans le développement et l'application des outils d'aide à la décision. L'objectif de cette étude est de proposer un outil d'estimation et de prévision des rendements et des résidus de culture du sorgho à l'échelle de la parcelle agricole et du département. Il utilise un modèle de productivité de l'eau – AquaCrop – auquel sont assimilées des données satellitaires (Sentinel-2) et d'autres données (open data) dont l'accès et l'usage sont libres (pluviométrie, données de sol, données culturelles). Cet outil a préalablement été calibré et validé en utilisant des données de terrain afin d'évaluer ses performances à travers des métriques statistiques (R^2 , RRMSE, MAE, d-index), puis une série d'open data a été utilisée afin de tester les différents niveaux de précision selon les sources de données. Un tel outil permet de prévoir les rendements bien avant les premiers résultats du dispositif d'Enquête de Prévision d'Estimation des Récoltes (EPER) qui demeure l'outil officiel des statistiques agricoles, et cela avec peu de contraintes financières et/ou d'accessibilité aux données de terrain.

Mots-clefs : AquaCrop, Sentinel-2, rendement, open data, Niger

Evolution spatio-temporelle des ravines dans la zone urbaine de Kikwit (RD Congo)

Christian MURHULA MUSHAYUMA^{1,2}, Guy ILOMBE MAWE³,
Eric LUTETE LANDU^{1,4}, Fils MAKANZU IMWANGANA⁴,
Olivier DEWITTE⁵, Matthias VANMAERCKE¹

¹ Université de Liège, Liège, Belgique. chris123mush@gmail.com

² Université Catholique de Bukavu, Bukavu, RD Congo

³ Université Officielle de Bukavu, Bukavu, RD Congo

⁴ Université de Kinshasa, Kinshasa, RD Congo

⁵ Musée royal de l'Afrique centrale, Tervuren, Belgique

Le ravinement urbain a progressé au cours des dernières décennies pour devenir un problème important dans les régions tropicales, notamment en Afrique centrale comme indiqué pour Kinshasa en RD Congo (Makanzu Imwangana *et al.*, 2015). Afin de pouvoir prédire les impacts liés au ravinement, plusieurs études se sont focalisées sur la quantification du retrait de la tête des ravines dans différents environnements. Cela dit, de nombreuses questions par rapport à la compréhension de ces processus et aux facteurs qui contrôlent leur occurrence restent en suspens (Vanmaercke *et al.*, 2016). Une de ces questions est liée notamment au rôle de la croissance urbaine sur le développement de ce processus d'érosion (par. ex. Makanzu Imwangana *et al.*, 2015).

Le but de ce travail est d'étudier l'évolution spatio-temporelle du ravinement en relation avec le développement de la ville de Kikwit (RD Congo). Dans un premier temps, en interprétant l'imagerie Google Earth, 89 ravins ont été inventoriés dans le milieu urbain et deux dans le milieu périurbain de la ville sur la période 8/7/2004 - 24/5/2018. Les taux GHR surfaciques (compris entre 2,1 et 3473 m² a⁻¹ avec une médiane de 355 m² a⁻¹) et les taux linéaires de GHR (-0,86 et 90 m a⁻¹ avec une médiane de 7,2 m a⁻¹) montrent de très grandes disparités.

Dans une deuxième étape, la position des ravines dans le paysage en relation avec le gradient de pente et la superficie de la zone de drainage de leur tête sera analysée en fonction de leurs taux d'activité et des paramètres d'anthropisation (par. ex. route ; Makanzu Imwangana *et al.*, 2014). Il est anticipé que ces résultats permettront d'une part, une meilleure compréhension des enjeux locaux et donc une meilleure gestion du territoire, et d'autre part apporteront une information complémentaire dans l'analyse de cette problématique au niveau global, notamment dans les régions caractérisées par des climats tropicaux.

Mots-clefs : ravinement urbain, inventaire spatio-temporel, seuils topographiques, RD Congo

Références bibliographiques :

- Makanzu Imwangana, F. M., Dewitte, O., Ntombi, M., & Moeyersons, J. (2014). Topographic and road control of mega-gullies in Kinshasa (DR Congo). *Geomorphology*, 217, 131-139.
- Makanzu Imwangana, F. M., Vandecasteele, I., Trefois, P., Ozer, P., & Moeyersons, J. (2015). The origin and control of mega-gullies in Kinshasa (DR Congo). *Catena*, 125, 38-49.
- Vanmaercke, M., Poesen, J., Van Mele, B., Demuzere, M., Bruynseels, A., Golosov, V. *et al.* (2016). How fast do gully headcuts retreat?. *Earth-Science Reviews*, 154, 336-355.

Catastrophe halieutique en lagune Aby (Adiake) : le désastre d'un phénomène épisodique

Amalatchy Jacqueline N'CHO-YAYO¹, Edith KOULAI-DJEDJE²

¹ Centre de Recherches Océanologiques, Géographie des mers et des Océans, Abidjan, Côte d'Ivoire.
amalachyyayo@yahoo.fr

² Institut de Géographie Tropicale, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire.
koulaidjedje@gmail.com

La mortalité massive des ressources halieutiques en lagune Aby (Adiake) est un phénomène préoccupant. Cette situation constitue un désastre pour les ressources halieutiques et la pêche artisanale dans cette lagune. Pourtant les poissons provenant de la pêche artisanale lagunaire sont plus prisés que les poissons d'origine marine par la population ivoirienne. L'objectif assigné à l'étude est d'analyser les causes de cette catastrophe sur les ressources halieutiques de la lagune Aby. La revue bibliographique, la pratique assidue du terrain guidée d'une carte géographique des espaces sinistrés, et le guide d'entretien ont constitué le socle de l'étude. L'anoxie subite est l'une des principales causes de cette catastrophe. La mortalité des ressources halieutiques a atteint onze villages. Les alevins constituent les catégories halieutiques les plus atteintes. En hypothèse, l'on peut avancer que les effets naturels et anthropiques sont des facteurs, fondements de cette catastrophe halieutique en lagune Aby.

Mots-clefs : catastrophe, ressources halieutiques, lagune Aby, Côte d'Ivoire

Résilience et adaptation des populations face à la sécheresse climatique à Nassian (nord-est de la Côte d'Ivoire)

Fulgence Kouassi N'GUESSAN, Augustin TOURE, Raphaël KOBENAN

Université Félix Houphouët-Boigny / Institut de Géographie Tropicale, Abidjan, Côte d'Ivoire.
dr.nkful8@yahoo.fr ; touretiyegbo@gmail.com ; raphael.kobenan@yahoo.fr

Le nouveau contexte climatique et socio-environnemental en Afrique subsaharienne pose la question de stratégies d'adaptation plus efficaces et de la résilience des populations ainsi que des gouvernants face au dérèglement climatique qui bouscule les équilibres naturels en impactant gravement le bien-être humain. Les défis majeurs consistent donc à apporter des solutions innovantes et durables qui permettraient d'anticiper et d'atténuer la vulnérabilité de l'environnement et des populations.

Dans le contexte actuel de changement et variabilité climatiques, marqué par des irrégularités pluviométriques et une hausse des températures, le monde rural est le plus exposé aux crises alimentaires malgré la mise en œuvre des programmes et politiques de développement du secteur agricole en Côte d'Ivoire. Toutefois, la population a toujours su faire face aux différentes perturbations à partir de techniques et savoir-faire qui lui sont propres. Aussi la prise en compte et la vulgarisation du package technique local dans les politiques agricoles est-elle indispensable pour affronter ces dérèglements climatiques. Comment les populations de Nassian réagissent-elles alors face à ce risque ?

L'objectif de cette étude est d'identifier les stratégies d'adaptation et de résilience développées par les paysans de Nassian (nord-est de la Côte d'Ivoire) face à la sécheresse climatique ces dernières années.

La méthodologie est basée sur une approche de recherche quantitative et qualitative intégrée en milieu agricole. Les outils de traitement des données utilisées sont, entre autres, la statistique descriptive et analytique. Il s'est agi des observations sur le terrain, des interviews et des enquêtes par questionnaire effectués auprès des chefs d'exploitation et des personnes ressources.

Les options d'adaptation ont été déterminées en fonction des stratégies et méthodes adoptées ou exprimées par la population enquêtée. Elles passent par l'ensemble des croyances, des valeurs et des perceptions que les populations ont des sécheresses climatiques. Les données collectées sur les fiches d'enquête ont été saisies dans un logiciel. Le traitement de la base de données a permis de dégager des statistiques, de réaliser des tableaux, des figures et d'élaborer des graphiques. Ainsi, les fréquences des mesures d'adaptation répertoriées ont été d'abord calculées pour l'ensemble des exploitations enquêtées puis analysées.

Les résultats indiquent que les paysans ont réagi devant la nouvelle donne climatique pour remodeler leur savoir-faire afin de continuer à tirer de leur milieu l'essentiel de leur subsistance. Ils ont développé diverses stratégies basées sur leurs perceptions du climat dans la pratique agricole et l'élevage des animaux.

Les stratégies d'adaptation ont révélé différentes mesures développées par les agriculteurs pour faire face à la sécheresse climatique dans leur localité.

Le calendrier agricole est établi par les agriculteurs en fonction des contraintes agro-climatiques de la localité. Il est en perpétuel réaménagement pour s'accommoder à la dynamique du dérèglement climatique. La pauvreté et la rareté des terres arables entraînent une mutation des systèmes de production vers l'aménagement des bas-fonds. Par ailleurs, des mesures de restauration des sols et d'amélioration de la fertilité sont adoptées. Dans la pratique agricole, il s'agit de la pratique de semis tardifs et contre saison avec utilisation de variétés de cycle court, l'abandon et l'adoption de certaines variétés culturales, la valorisation des bas-fonds et l'utilisation des intrants. Par ailleurs, les agriculteurs développent des mesures basées sur l'invocation des "dieux" consistant surtout en la provocation de la pluie pendant la sécheresse. La diversification des sources de revenu est également une composante des stratégies que développent les populations locales pour assurer leur survie.

Mots-clefs : adaptation, résilience, sécheresse climatique, Nassian, Côte d'Ivoire

Analyse sectorielle des risques pour la production agricole et la sécurité alimentaire dans un contexte de changement climatique dans la Commune de Djidja, Bénin

Barnard Arthur Fidèle NOUDOMESSI¹, Yvon-Carmen HOUNTONDJI², Pierre OZER¹

¹ Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, UR SPHERES, Université de Liège, Arlon, Belgique. fidele.noudomessi@gmail.com ; pozer@uliege.be

² Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Bénin. yvon.hountondji@gmail.com

La présente étude porte sur une analyse sectorielle des risques pour la production agricole et la sécurité alimentaire dans un contexte de changement climatique. Pour cela, trois images LANDSAT (2000, 2010 et 2018) de résolution spatiale 30 m ont servi à faire une classification via ENVI 5.0 et ArcGIS 10.2 pour étudier la dynamique évolutive de la végétation et détecter les changements d'occupation des sols à partir des matrices de transition. De même, un questionnaire est administré à 60 agriculteurs de deux villages après concertation avec les agents de l'Agence Territoriale de Développement Agricole. Ces agriculteurs choisis de façon aléatoire appartiennent aux ethnies majoritaires de la commune (Fon, Agou, Adja). Des statistiques descriptives et des analyses en composantes principales (ACP) ont été réalisées avec le Logiciel R pour mieux comprendre les perceptions et les stratégies d'adaptations des producteurs. D'une part, avec une précision globale de 95,5%, 97% et 96,2% obtenue respectivement pour les images de 2000, 2010 et 2018, les résultats obtenus ont révélé une augmentation des superficies agricoles et une régression de la savane. D'autre part, il a été constaté que les perceptions des producteurs sont conformes avec les tendances climatiques en provenance des stations météorologiques. Les catégories socioculturelles ont des perceptions variées et développent différentes stratégies d'adaptation selon le sexe, l'âge et les groupes socioculturels dans la commune de Djidja. L'augmentation des emblavures, la modification des pratiques de labour, l'utilisation des bas-fonds, l'utilisation des variétés à cycle court, le changement de spéculation, l'association culturale, et autres adaptations sont les réponses apportées par certains producteurs face aux effets néfastes des changements climatiques. Cependant, 38% des producteurs n'ont pas pu ajuster leurs systèmes cultureux parce que très vulnérables et s'en remettent à la providence ou font des offrandes aux divinités. Les producteurs alphabétisés ou ayant accès aux services de vulgarisation sont plus ouverts aux nouvelles pratiques d'adaptation.

Mots-clefs : climat, télédétection, vulnérabilité, adaptation, Djidja

Caractérisation de l'aléa glissement de terrain en Champagne : cas du glissement des Rosières (Marne, France)

Sarah ORTONOVI, Nicolas BOLLOT, Guillaume PIERRE,
Robin PERARNAU, Bruno FURLANI

Laboratoire GEGENAA, Université de Reims Champagne-Ardenne, France.
sarah.ortonovi@univreims.fr, nicolas.bollot@univ-reims.fr, guillaume.pierre@univ-reims.fr,
robin.perarnau@univ-reims.fr, bruno.furlani@etudiant.univ-reims.fr

Située à l'est du Bassin parisien, la Montagne de Reims, qui forme l'interfluve entre les vallées de la Vesle et de la Marne, est affectée par de nombreux mouvements de terrain dont l'impact sur le vignoble champenois est par endroit très dévastateur. Plus de 60 glissements de terrain sont actuellement recensés dans ce secteur à forts enjeux économiques. C'est le cas du glissement des Rosières de Champillon, une commune située au sud de la Montagne de Reims, au niveau de la percée cataclinale de la Marne. Ce glissement rotationnel présente un escarpement de tête large de 800 m et un replat principal de 90 m. Il s'engouffre ensuite dans un vallon où une partie de la coulée se réactive régulièrement et affecte les infrastructures viticoles et routières (RD 251 notamment). L'objectif de ce travail est de définir la structure du glissement et de comprendre les modalités des réactivations. Pour cela, une méthode pluridisciplinaire est développée. Elle combine deux approches : l'approche structurale (géophysique) et l'approche surfacique (télé-détection). La lithologie et la structure du glissement sont révélées par la tomographie électrique : si le premier profil longitudinal confirme le caractère rotationnel des blocs des sables de l'Yprésien supérieur, les deux autres, transversaux, révèlent une remobilisation du matériel de coulée en surface d'une profondeur de 5 m (réactivation récente). Cette observation est validée par l'imagerie Lidar, qui met en évidence une cicatrice d'escarpement très récente à cette même altitude, au sein du glissement ancien dans une parcelle de vigne, au milieu de la coulée. L'identification de cette activité très récente confirme le caractère actif du glissement de terrain : les matériaux de coulée, qui s'engouffrent dans le vallon entre les deux replats structuraux de la craie, sont actuellement propices à des remobilisations en surface, qui peuvent avoir un impact plus important à la longue en fonction des épisodes de pluie et du comportement hydrique de l'eau au sein des masses glissées. La photo-interprétation met en évidence de nouvelles fissures et des déformations sur la route à l'aval, dans l'axe de la coulée. Malgré les travaux qui ont été effectués pour retracer la route, la dynamique du mouvement de terrain impacte toujours le vignoble et les aménagements routiers.

Mots-clefs : glissement de terrain, vignoble champenois, géophysique, imagerie lidar

La prévention des risques de mouvement de terrain en Wallonie. De la cartographie des objets à la cartographie des niveaux d'aléa et de contraintes administratives

Daniel PACYNA¹, Marc SALMON¹, Ali KHEFFI², Patricia RUSCART¹

¹ Service public de Wallonie Agriculture, Ressources naturelles et Environnement, Département de l'Environnement et de l'Eau, Direction des Risques industriels, géologiques et miniers, Service géologique de Wallonie, Jambes, Belgique.

daniel.pacyna@spw.wallonie.be, marc.salmon@spw.wallonie.be, patricia.ruscart@spw.wallonie.be

² Institut Scientifique de Service Public, Unité d'Analyse Cartographique et Géosciences, Colfontaine, Belgique. a.kheffi@issep.be

La Wallonie présente une géologie complexe. Les quelques 600 formations et les contextes structuraux ont mis, de tout temps, à disposition des hommes de nombreuses ressources d'importance économique (charbon, fer, minerais métalliques, phosphates, grès et calcaires, craie, sables, terres réfractaires, ...). Leur exploitation intensive a commencé au Néolithique, s'est poursuivie à l'époque celtique pour prendre son essor entre les 10^{ème} et 13^{ème} siècles, jusqu'à son apogée entre 1740 et 1970. L'exploitation souterraine y était intense avant 1925. Par ailleurs, près d'un tiers du territoire est constitué de formations carbonatées (calcaires, craies et marnes). Ces formations sont intensément karstifiées en surface et en profondeur.

Le territoire wallon renferme donc un nombre important d'objets souterrains d'origine naturelle ou anthropique. Ceux-ci peuvent être à l'origine d'un aléa de mouvement de terrain, allant du tassement localisé à l'effondrement généralisé. Cet aléa intègre souvent des interactions entre objets naturels et anthropiques.

La très forte densité d'occupation du sol, la consommation continue d'espace à des fins urbanistiques ou économiques et la densité importante de population en Wallonie exposent les biens et la population à certains risques liés à cet aléa de mouvement de terrain.

La Wallonie a mis en place, depuis 1996-1997 une politique de prévention de ces risques. Hormis la sécurisation active d'ouvrages sous régime minier, cette politique vise principalement à réduire l'exposition aux menaces identifiées. Elle se fonde à cet effet sur la capitalisation des données relatives aux objets incriminés et à leur contexte géologique et géotechnique, ainsi que sur une expertise technique, historique et accidentologique.

Dans un premier temps, cette politique de prévention consistait essentiellement à diffuser une cartographie de « zones de consultation recommandées ». Elle est basée sur la localisation des objets menaçants, leur précision et un rayon d'influence potentielle (3 classes). Il s'agissait déjà d'une proto-carte d'aléa. Elle est diffusée par le Service géologique de Wallonie depuis fin 2010. Elle sert de base aux remises d'avis de l'Administration et à une « Fiche d'Informations Sous-sol » délivrable à la parcelle.

L'aléa karstique a été évalué, à la demande de l'Administration de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme, entre 1998 et 2005, par des universités et la Commission wallonne d'Etude et de Protection des Sites souterrains. Cette administration a également commandé des études sur l'aléa de glissement de terrain dans deux zones de Wallonie et sur l'aléa d'éboulement de parois rocheuses. La révision des zones de contraintes karstiques est

prévue. La couverture complète pour l'aléa de glissement de terrain et de retrait gonflement est envisagée.

Pour les objets d'origine anthropique, l'Institut scientifique de Service public et le Service géologique de Wallonie ont uni leurs compétences, de 2014 à 2018, pour mettre au point une méthodologie d'estimation de l'aléa de mouvement de terrain. Elle s'inspire largement de celle élaborée par la France (INERIS). Elle couvre toutefois l'entièreté du territoire en une fois et intègre la nature des terrains superficiels et le type de gestion en cas d'accident, envisageant ainsi l'accident primaire et l'état final sans intervention. Elle distingue le type de mouvement de terrain (tassement/tassement différentiel, affaissement et effondrement localisé et effondrement généralisé). Elle s'appuie sur une mutualisation des expertises en matière de connaissance des objets, de leur contexte géologique, hydrogéologique et géotechnique et de leurs mécanismes de ruine et d'évolution. Elle est appelée à évoluer pour intégrer plus fortement les interactions entre objets naturels et anthropiques. Elle a été traduite sous forme d'une cartographie en 4 niveaux, précisant le ou les types d'aléa associé à chaque objet.

A partir de 2018, le Service géologique de Wallonie a commencé à préparer la dernière étape de ce long processus, devant conduire à une cartographie unique des niveaux de contraintes liés à l'aléa de mouvement de terrain d'origine naturelle ou anthropique. Cette cartographie comprendra les 3 niveaux prévus par le Code wallon de Développement territorial. Il servira de base à la remise d'avis en matière d'urbanisme et de permis d'environnement ainsi qu'à une information pertinente sur la gestion des risques associés. Dans ce cadre, le Service géologique de Wallonie, avec l'ISSeP pour les puits et galeries de mines, a procédé à une restructuration des bases de données objets, à une amélioration de leur complétude et à une validation des localisations. Une application cartographique spécifique y donnera accès. La gestion des données utiles a été intégrée à l'avant-projet de Code de gestion des Ressources du Sous-sol.

L'objectif premier est de permettre à un auteur de projet de présenter son dossier avec un volet attestant de l'identification de l'aléa de mouvement de terrain et de la maîtrise des risques associés. La cartographie et la méthodologie ne dispensent pas, au besoin, de l'application de la méthodologie – ou d'une autre – à partir de données pertinentes collectées *in situ*.

Mots-clefs : aléas, contraintes administratives, mouvements de terrain, cartographie

Températures extrêmes minimales de printemps et types de circulation atmosphérique sur l'Europe moyenne

Olivier PLANCHON¹, Olivier CANTAT²

¹ Biogéosciences, UMR 6282 CNRS, Université Bourgogne-Franche-Comté, France.
olivier.planchon@u-bourgogne.fr

² LETG-Caen, UMR 6554 CNRS, Université de Caen-Normandie, France.
olivier.cantat@unicaen.fr

L'étude des températures extrêmes constitue un apport important à la climatologie appliquée, du fait des répercussions des événements thermiques extrêmes sur les activités humaines. Certaines activités agricoles y sont particulièrement sensibles, par exemple la viticulture et l'arboriculture fruitière. Ce travail propose de mettre en relation des données de températures extrêmes minimales mensuelles avec les types de circulation atmosphérique observés sur quelques stations d'Europe moyenne durant les journées concernées, afin d'en calculer la fréquence d'apparition. L'étude est effectuée selon les étapes suivantes :

1) Quatre stations météorologiques de référence situées à proximité de régions viticoles et/ou de vergers ont été sélectionnées le long d'un transect Ouest-Est vers 47°30 à 48° de latitude nord, à travers l'Europe moyenne, afin de détecter une influence de la continentalité : Angers, Auxerre, Zurich et Vienne.

2) Les données de températures extrêmes minimales de deux mois de printemps (avril et mai) ont été extraites des séries de données quotidiennes des quatre stations de référence, avec les dates des événements, pour chaque année depuis 1951. Le choix des mois d'avril et de mai est lié au risque de gelées dangereuses pour les cultures délicates pouvant survenir durant cette période de l'année. Le choix de cette période doit permettre une comparaison des deux périodes trentennaires 1951-1980 et 1981-2010, afin d'y rechercher d'éventuels changements d'une période à l'autre.

3) Les données de températures extrêmes minimales sont mises en relation avec les données du catalogue quotidien des Grosswetterlagen (GWL), c'est-à-dire la classification des types de circulation atmosphérique de Hess-Brezowsky, actuellement mise à jour par le Deutscher Wetterdienst (DWD). L'objectif est de calculer l'occurrence des GWL correspondant aux températures extrêmes minimales de chaque mois étudié, afin d'identifier les GWL responsables des événements extrêmes, de certains seuils ($TNN \leq 0^\circ\text{C}$), mais aussi en comparant les résultats obtenus pour les deux sous-périodes trentennaires (1951-1980 et 1981-2010). Une attention particulière sera portée sur les dates des événements gélifs extrêmes, en référence aux « *Regelfälle* » / « *singularities* » déjà citées dans la littérature scientifique.

Mots-clés : températures extrêmes minimales, types de circulation atmosphérique, variabilité climatique, printemps, Europe moyenne

Dynamique urbaine et gestion des risques naturels dans les petites et moyennes villes algériennes : Cas de la ville de M'sila, Algérie

Ali REDJEM, Kahina LOUMI, Brahim NOUIBAT, Mahmoud HASBAIA

Laboratoire: ville, environnement, société et développement durable, Institut de gestion des techniques urbaines, Université de M'sila, Algérie. aredjemdz@yahoo.fr

Le territoire national est soumis aux inondations qui se manifestent de façon catastrophique, constituant ainsi une contrainte majeure pour le développement économique et social du pays. D'après le recensement effectué par les services de la protection civile le phénomène concerne une commune sur trois (485 communes) qui est susceptible d'être inondée en partie ou en totalité.

Dans les territoires du Hodna, les conditions climatiques, la nature endoréique du bassin versant et l'urbanisation des zones inondables présentent des facteurs très importants pour le risque d'inondation. La périurbanisation au sein de la plaine du Hodna aux versants instables pose des problèmes spécifiques auxquels les pouvoirs publics tentent de faire face, d'où l'adoption d'une série de mesures en juillet 2003, qui a conduit à l'institution de la loi 04-20 du 25 décembre 2004 relative à la gestion des catastrophes dans le cadre du développement durable.

M'sila, ville moyenne de l'intérieur du pays, située dans le bassin versant du Hodna est soumise à de nombreuses inondations, qui combine un accroissement urbain très rapide et des versants particulièrement dynamiques est représentative de ce rapprochement entre les aléas naturels et les activités humaines. L'étude diachronique de l'évolution de l'occupation du sol de 1970 à nos jours montre la densification des infrastructures dans cette ville.

Cette étude se propose de mener une réflexion sur la thématique de la maîtrise de l'urbanisation, au regard des risques naturels dits majeurs. Les questions développées ont pour objectifs d'une part d'informer sur le niveau de résilience de la ville par rapport à des scénarios d'inondation et, d'autre part, d'aider les autorités locales et nationales à prendre les décisions adéquates.

Mots-clefs : inondations, croissance urbaine, risque, plaine du Hodna, petites et moyennes villes

La sensibilité potentielle à la dégradation des ressources naturelles d'un milieu naturel aride : la région d'Hadej-Bou Hedma (Tunisie centro-méridionale)

Olfa RIAHI^{1,2}

¹ Département de Géographie, Université de Jendouba, Tunisie

² Laboratoire de Cartographie Géomorphologique des Milieux, des Environnements et des Dynamiques (CGMED) ; Université de Tunis, Tunisie. olfariahi@gmail.com

Faisant partie de la Tunisie centro-méridionale, la région d'Hadej-Bou Hedma représente un exemple typique d'une région enclavée prise entre, au nord et au sud, des chaînes, et à l'est et au sud-est par la large sebkhet d'En Noual.

L'effet cumulé de l'enclavement et des ressources très limitées (hydrique, pédologique, végétale et zoologique) est aggravé par l'exploitation, parfois, excessive d'un milieu aride. Ceci peut dégrader davantage une situation déjà difficile et contraignante n'offrant ainsi que des conditions défavorables à la préservation de l'équilibre du milieu naturel déjà vulnérable. La rupture peut être matérialisée par la dégradation de la végétation et des sols, et par conséquent, par l'accélération du rythme de l'érosion hydrique et éolienne selon les milieux. Ceci conduit à la dégradation potentielle de certains secteurs de la région et finit par menacer le devenir de la population locale.

L'analyse des caractéristiques bio-physiques et anthropiques de la région d'Hadej-Bou Hedma montre qu'elle est menacée par deux types de dégradation potentielle : la dégradation de la qualité des sols et la dégradation par différents processus et mécanismes de l'érosion hydrique. Cette situation, requiert la prise d'un certain nombre de mesures dans l'objectif de sauvegarder la durabilité des potentialités de la région d'Hadej-Bou Hedma. Il s'agit premièrement d'améliorer les conditions de vie de la population en augmentant ses revenus afin de limiter le phénomène d'abandon des terres et d'encourager l'entretien des aménagements hydro-agricoles. Deuxièmement, il est nécessaire d'installer sur les lanières des cônes alluviaux des tabias et des cordons dans l'objectif de lutter contre l'érosion aréolaire.

Mots-clefs : milieu naturel, dégradation potentielle, sensibilité, érosion, Hadej-Bou Hedma

Barrages de rétention de rejets de mines de fer : débat sur les risques et conséquences des ruptures dans l'État du Minas Gerais (Brésil)

Allaoua SAADI¹, Jackson Cleiton FERREIRA CAMPOS²

¹ Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil. allaoua.saadi@gmail.com

² Amplo Engenharia e Gestão de Projetos, Belo Horizonte, Brasil. jacksoncampos964@gmail.com

L'industrie minière est responsable pour 16,8 % du PIB industriel brésilien. La production de 2 milliards de tonnes par an de produits divers a généré, en 2018, une recette de 34 milliards d'US\$, parmi lesquels 29,9 milliards d'US\$ furent le fruit de l'exportation de 400 millions de tonnes de minerais, principalement de fer dans l'État du Minas Gerais où elle répond pour 8 % du PIB.

Mais, protégée par des gouvernements irresponsables et épargnée des contrôles sur les normes environnementales, grâce à une efficacité douteuse des agents officiels, au long de plus de cinq décennies d'activité, l'extraction de minerai de fer a légué à cet État un passif environnemental de récupération difficile. Les barrages de rétention des rejets des mines de fer à ciel ouvert, qu'ils soient encore en usage ou désactivés, construits selon des modèles et procédés éculés, constituent de véritables bombes à retardement. Les deux derniers accidents – ruptures des barrages de Bento Rodrigues dans la commune de Mariana et de Brumadinho – se sont soldés par près de 300 morts au total et des dizaines de disparus (inclus fonctionnaires des mines et habitants locaux), en plus de la destruction de villages entiers et de forêts, ainsi que la pollution de rivières, fleuves et marges littorales.

Ces événements apparaissent au moment où il devient évident que plusieurs autres barrages se trouvent dans des situations analogues de pré-rupture, mais jusqu'à présent sciemment omises autant par les entreprises que par des organismes gouvernementaux.

Ce n'est, malheureusement, qu'à ce moment que la question de l'évaluation de l'aléa et des terribles risques liés à ce contexte minier est posée dans toute sa gravité et que les conséquences économiques, sociales et politiques affleurent clairement et attisent les tensions. On utilisera des données officielles – de gouvernement, d'entreprises minières et de consulting – pour débattre de ce qui a, durant environ 50 années, conduit à l'actuelle géographie du risque minier dans l'État du Minas Gerais : (a) l'inexistence d'évaluation de l'aléa ; (b) l'absence de sérieuse considération des risques ; (c) les risques encourus et ceux prévisibles et (d) les rapports entre géographie physique régionale et déclenchements et répartition des risques.

Mots-clefs : géographie du risque, aléa en zone minière, barrages de rétention, Minas Gerais, Brésil

Mise au point d'une procédure automatisée d'inventaire et de classement des parois rocheuses soumises à l'aléa d'éboulement le long des routes de Wallonie

Marc SALMON¹, Luc FUNCKEN²

¹ Service public de Wallonie Agriculture, Ressources naturelles et Environnement, Département de l'Environnement et de l'Eau, Direction des Risques industriels, géologiques et miniers, Service géologique de Wallonie, Jambes, Belgique. marc.salmon@spw.wallonie.be

² Service public de Wallonie Mobilité et Infrastructures, Département Expertises Structures et Géotechnique, Direction de la Géotechnique, Liège, Belgique. luc.funcken@spw.wallonie.be

Le Service public de Wallonie Mobilité et Infrastructures gère plus de 8.000 kilomètres de voiries régionales. En raison du relief accidenté de la Wallonie et de la présence de parois rocheuses parfois fort abruptes le long des vallées principales, nombre de celles-ci sont soumises à l'aléa de chutes de blocs. Ceci oblige l'administration à procéder à la sécurisation de ces tronçons. Si, jusqu'à présent, les actions étaient menées de manière ponctuelle, il est prévu, à l'avenir, de mener des campagnes annuelles en priorisant les tronçons les plus critiques.

Ainsi, un groupe pluridisciplinaire d'experts internes au Service public de Wallonie Mobilité et Infrastructures (Direction de la Géotechnique), Environnement (Service géologique de Wallonie), Secrétariat général (Direction de la Géométrie) et Territoire (Direction de la Géomatique) ou externes (Société de travaux en hauteur) a été mis sur pied. Il avait pour objectif de mettre au point une procédure automatisée d'inventaire et de classement des parois rocheuses bordant le réseau routier au départ des données disponibles au sein du Service public de Wallonie : tracés linéaires et surfaciques du réseau routier, modèle numérique de terrain de précision (LiDAR), ...

A partir de profils altimétriques extraits perpendiculairement au réseau routier, sont calculés différents critères géométriques (longueur du replat ($<15^\circ$) au pied de la paroi, pente locale maximale et pente moyenne depuis la limite de ce replat, hauteur maximale de la paroi) qui combinés en eux produisent un coefficient de dangerosité.

Le seuillage de ce coefficient permet de faire ressortir les tronçons nécessitant une inspection par les agents des directions territoriales avec le support d'outils de collecte de terrain. La récolte d'informations complémentaires (type de végétation, présence et localisation des blocs décrochés, état de la fracturation de la paroi, présence et type de confortements existants, photos, ...) permettra en définitive de confirmer ou non le classement et de fournir une cartographie objective destinée à planifier les futurs travaux de confortement.

Mots-clefs : éboulement, parois rocheuses, routes, classement automatisé

Quand savoirs locaux et globaux se rencontrent à propos des risques socio-naturels aux Philippines

Serge SCHMITZ¹, Lou Angeli OCAMPO²

¹ LAPLEC, Département de Géographie, UR SPHERES, Université de Liège, Liège, Belgique.
S.Schmitz@uliege.be

² Département de Géographie, Université des Philippines, Diliman, Philippines.
ocampo_louann@yahoo.com

Nombre de projets de mitigation des risques prennent aujourd'hui en compte les savoirs locaux, voire indigènes, reconnaissant une expertise locale basée sur l'expérience et la transmission de ces savoirs de génération en génération. Cette démarche nécessite un changement de posture des experts qui au lieu d'opposer savoirs scientifiques et savoirs vernaculaires ou de tenter de vérifier si ces savoirs locaux peuvent être validés par la Science, prend le parti d'accorder de la valeur à ces connaissances et croyances issues de l'expérience et de la tradition orale. Car, les risques socio-naturels, comme les connaissances, sont ancrés dans un contexte local et régional et doivent être appréhendés à différentes échelles. Cependant, ces savoirs locaux peuvent disparaître suite à l'ouverture sur le monde de l'information, les nouvelles mobilités ou des impérialismes divers.

Dans le but de réfléchir sur ces connaissances territorialisées, la communication revient sur deux études de cas réalisées aux Philippines. Elle met l'accent sur le défi d'intégrer les connaissances indigènes dans le contexte de la réduction des risques en mettant l'accent sur le dynamisme des systèmes de connaissances, des comportements et des attitudes vis-à-vis de risques tels que les tremblements de terre, les glissements de terrain et les typhons. Des travaux de terrain, des interviews et des ateliers avec les habitants ont permis de recueillir l'information sur les savoirs locaux et de faciliter le transfert de ceux-ci vers la nouvelle génération et vers l'extérieur.

Les mineurs d'or Ibaloi et Kankanaey d'Itongon, Benguet (Cordillera, Luzon) et les pêcheurs de Sabtang (Îles Batanes) possèdent un riche savoir et un système de croyances qui facilitent leur descente sous terre malgré les nombreux aléas présents dans leur espace de vie. Basé sur leur compréhension de ces aléas, ils ont développé des stratégies adaptatives que l'on retrouve dans leurs activités quotidiennes, leurs rituels et les mesures de précaution. Ces savoirs et pratiques évoluent au cours de nouvelles expériences, coexistent avec d'autres formes de savoirs, sont défiés par de nouveaux risques environnementaux (liés à l'homme) ou tombent en désuétude suite à l'évolution de la société. Dans les deux régions étudiées, beaucoup de jeunes personnes n'ont pas eu l'occasion d'apprendre des anciens les savoirs oraux et les pratiques pour faire face aux catastrophes naturelles. Or les recommandations internationales et nationales peuvent manquer de finesse face au contexte local afin de limiter les pertes.

Mots-clefs : savoirs locaux, connaissance, risques naturels, mitigation, Philippines

Les « tensions essentielles » traversant le travail de l'expert-géographe

Jacques SCHROEDER

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

Dans le cadre de l'approche géographique de l'environnement, les risques naturels et technologiques par leur nombre et leur intensité constituent aujourd'hui des acteurs incontournables de la dynamique société-nature.

Pour apprécier au mieux l'application de la géographie physique face aux risques en particulier et à l'environnement en général, on propose une approche exprimée en termes de force. En mécanique, la *tension* désigne une force qui agit de manière à écarter les constituants d'un corps. Par définition donc, une tension ne peut s'appliquer qu'à un ensemble structuré avec qui elle forme un champ ainsi dynamisé. Mais si des tensions par leur permanence ou leurs intensités variables, sollicitent les constituants d'un corps au-delà de ce qu'il peut supporter, celui-ci « fatigue » au point de perdre ses caractéristiques ou même se rompre. Développement de la métaphore par des exemples.

Cette métaphore permet d'évaluer l'utilité de la géographie physique face à l'environnement, en questionnant trois « champs » traversés par des tensions variées et variables : (a) les rapports des humains à leurs milieux ; (b) les savoirs avérés en science et les biais cognitifs ; et (c) le travail proprement-dit de l'expert-géographe.

Ce dernier en recourant à la métaphore proposée, positionne ainsi beaucoup mieux sa compréhension du mandat reçu et définit plus précisément les outils et les données scientifiques à mettre en œuvre pour le remplir. Mais il y a plus. En exploitant cette métaphore, l'expert-géographe perçoit mieux, et chez lui et chez ses interlocuteurs, les biais intuitifs ou voulus qui voilent le rapport au réel visé par le mandat. Des exemples sont présentés.

Si ce recours à une métaphore permet à l'expert-géographe d'accroître l'efficacité du travail que la société lui demande, il y trouve aussi à titre personnel l'occasion de remplir une obligation morale que devrait honorer tout scientifique vis-à-vis des prédécesseurs qui ont fait progresser notre compréhension du réel. Pour ce qui concerne cette présentation, il s'agit de Thomas S. Kuhn qui publia *The Essential Tension : Tradition and Innovation in Scientific Research*, il y a exactement 60 ans.

Mots-clefs : géographie physique, environnement, expertise géographique, la tension comme métaphore, importance de l'histoire des idées en science

Problématique de l'érosion côtière à Agoué au Bénin : Etude de l'évolution temporelle du trait de côte et analyse de la vulnérabilité des populations

Alphonse SEGO¹, Yvon-Carmen HOUNTONDJI², Pierre OZER¹

¹ Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, UR SPHERES / Observatoire Hugo, Université de Liège, Arlon, Belgique. assle5@yahoo.fr ; pozer@uliege.be

² Faculté d'Agronomie, Université de Parakou, Bénin. yvon.hountondji@gmail.com

Les écosystèmes côtiers béninois ne sont pas restés en marge des bouleversements induits par les pressions anthropiques et les impacts du réchauffement climatique avec pour conséquence une modification morphologique de la côte. A Agoué, au sud-est du Bénin, l'avancée de la mer a pris une ampleur inquiétante ces dernières années et risque d'engloutir plusieurs quartiers si aucune mesure de protection n'est mise en place.

Cette étude vise à : (i) cartographier l'évolution du trait de côte à Agoué entre 1987, 2012 et 2018 et faire une projection sur 2038 ; (ii) recenser, catégoriser et estimer les dommages induits par le débordement de la mer d'octobre 2018 ; (iii) analyser la vulnérabilité socio-économique des populations, notamment des femmes, face aux risques côtiers.

Les images satellitaires de 1987 et les images Google Earth (2012 et 2018) ont permis l'extraction des traits de côtes dont le traitement a été fait en lien avec une géodatabase. La ligne de pleine mer a servi de ligne de référence. Les cartographies ont été réalisées avec le logiciel ArcGis Desktop 10.5 dont l'extension DSAS a permis de faire les calculs de vitesse/taux d'évolution et faire des projections. Une enquête de terrain dans la zone d'étude a été réalisée avec les ménages riverains du littoral et avec les autorités politico-administratives. Ces enquêtes ont permis d'analyser la perception des populations et leur vulnérabilité face au risque d'érosion côtière et de débordement de la mer.

Il ressort des résultats que la dynamique du trait de côte est marquée par un retrait d'un peu plus de 3 m/an entre 1987 et 2012. Cette dynamique s'est accentuée sur la période de 2012 à 2018 avec un recul de plus de 7 m/an. En considérant le taux d'évolution actuel du trait de côte, les secteurs des quartiers Agoué 1 et Agoué 2 se trouvant du côté de la plage risquent d'être engloutis avec les infrastructures (écoles, cimetière, église, etc.) et la route inter-Etat N°1 (Bénin-Togo) qui est à moins de 250 m de la mer par endroit. Le débordement de la mer d'octobre 2018 est qualifié par la population enquêtée d'exceptionnel vu la force des vagues et le moment (nuit) où cela s'est produit. Il a occasionné des pertes économiques et des déplacements. L'économie locale étant principalement tributaire de la pêche et de la commercialisation des produits halieutiques, la population riveraine – et surtout les femmes – restent vulnérables en prenant le risque de s'installer aux abords de la rive.

Mots-clefs : trait de côte, érosion littorale, DSAS, cartographie, vulnérabilité

Fluctuation de biomasse disponible pour le bétail à partir d'image FAPAR dans un contexte de sécheresse agropastorale au Burkina Faso

Wieme SOME^{1,2}, Abdoul A. DIOUF³, Antoine DENIS², Pierre OZER^{2,4}, André OZER⁵, Bernard TYCHON²

¹ Ministère des Ressources Animales & Halieutiques, Secrétariat Permanent de gestion des crises et vulnérabilités en élevage, Ouagadougou, Burkina Faso. wiemesome@gmail.com

² Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, UR SPHERES, Université de Liège, Arlon, Belgique

³ Centre de Suivi Ecologique de Dakar, Dakar-Fann, Sénégal

⁴ Observatoire Hugo, UR SPHERES, Université de Liège, Liège, Belgique

⁵ Département de Géographie, UR SPHERES, Université de Liège, Liège, Belgique

Au Burkina Faso, la vie des populations rurales repose essentiellement sur l'exploitation des ressources naturelles. Une étude a été menée pour comprendre la fluctuation de la biomasse disponible dans les régions en présence de l'aléa sécheresse agricole. Une région a été choisie dans chaque zone climatique : le Sahel, zone à forte concentration du bétail, l'Est, carrefour commercial du bétail pour le climat Soudan nord et le Sud-Ouest, zone frontalière et d'accueil des transhumants, pour le climat Soudan sud. La sécheresse agropastorale a été simulée par AgroMethsell (AMS) et le disponible potentiel de biomasse par le modèle sahélien utilisant les indices FAPAR. Les résultats issus de la simulation d'AgroMetshell ont mis en évidence des poches de sécheresse qui empêchent le bon développement des pâturages au Sahel sur la période 2004 à 2010. Ce fait a été confirmé par le modèle sahélien utilisant les indices FAPAR, qui révèle une diminution de la productivité de la biomasse de 7% au Sahel sur la période 2004-2009. Il a aussi mis en évidence l'existence de cinq bandes de productivité de biomasse au Burkina Faso dont un des secteurs serait caractérisé par une forte pression anthropique qui touche cinq régions du pays. La productivité de la biomasse fluctue de -29% à +21% dans les régions suivant les années sur la période 2004-2009. Les fortes valeurs de fluctuation de la biomasse ont été enregistrées dans les zones où la couverture herbacée est dominante. En région du climat Soudan sud, la variation annuelle est relativement faible et la biomasse est renouvelée chaque année sans difficulté majeure. On en conclut que l'activité anthropique est très déterminante dans le changement des bandes de végétation et augmente la sensibilité des unités écologiques aux poches de sécheresse.

Mots-clefs : biomasse, fluctuation, sécheresse agricole, indices FAPAR, Burkina Faso

Éléments de réflexion sur l'opportunité d'une gestion "durable" du risque torrentiel : l'exemple du torrent proglaciaire du Grand Tabuc (Hautes-Alpes, PACA, France)

Lucas THENARD

Unité de Recherche des Sciences de l'Homme et de la Société, Faculté des Lettres & Sciences Humaines (FLSH), Université Catholique de Lille (UCL), France.
Lucas.THENARD@univ-catholille.fr

Par leurs spécificités hydro-géomorphologiques et leurs interconnexions, les rivières torrentielles et les torrents sont probablement les organismes les plus sensibles aux interventions anthropiques et plus largement aux évolutions environnementales. D'autre part, les espaces traversés (fonds de vallée, bassins versants) ou édifiés (terrasses, cônes détritiques, etc.) par ces hydrosystèmes étaient et demeurent régulièrement convoités pour le développement des activités humaines. Cette concurrence spatiale a souvent induit une grande proximité entre les torrents et la société, aboutissant aujourd'hui à des situations de risques réelles et/ou potentielles (Lahousse *et al.*, 2003).

Niché au cœur de l'arc alpin dans les Alpes du Sud, le Briançonnais se présente comme l'un des territoires montagnards français ayant une propension particulière au développement d'un aléa torrentiel intense et de forte occurrence. Ainsi avec plus de 70 événements recensés depuis 1850, la vallée de la Guisane est l'une des plus affectées par les débordements torrentiels (Thénard, 2009). Cette prédisposition à l'instabilité des versants a essentiellement pour origine les spécificités des contextes géologiques, géomorphologiques et bioclimatiques du secteur. D'autre part, les vallées du briançonnais –situées à l'amont de l'ensellement durancien– constituent naturellement et depuis toujours des axes naturels de communications transalpines et le siège ancestral de concentrations humaines. Pour ces raisons et dès la fin du XIX^{ème} siècle, la gestion du risque torrentiel s'est imposée comme incontournable pour préserver les hommes et les biens en fond de vallée. En grande partie conduites par le service de la RTM (Restauration des Terrains de Montagne) et sur les torrents les plus menaçants, les actions engagées ont essentiellement consisté à une mitigation de l'aléa torrentiel par le biais d'une « correction » des bassins versants (barrages, seuils, reboisements, etc.).

Par la suite et dès le milieu du XX^{ème} siècle, les communes de la vallée de la Guisane se sont engagées assez brutalement dans une reconversion économique rendue possible par l'avènement du tourisme hivernal. Ainsi ce secteur est devenu le siège du développement d'une imposante station touristique: Serre-Chevalier (capacité d'accueil de 55 000 lits environ en 2016). Ainsi, ce complexe touristique et ses infrastructures se sont étendus à partir des centres villageois historiques, le plus souvent sur les cônes alluviaux. La proximité de ces nouveaux enjeux avec les torrents a eu pour conséquence immédiate de considérablement accroître la vulnérabilité en fond de vallée face aux soubresauts torrentiels. Or, les crues contemporaines et les dommages afférents ont mué l'éventuelle menace torrentielle en un fait avéré sur ces sites récemment urbanisés. Si l'évolution du cadre législatif de la prévention des risques naturels a largement contribué à une régulation plus étroite des nouvelles implantations, l'approche traditionnelle en grande partie axée sur l'aléa demeure

prédominante dans la gestion récente du risque torrentiel. Pour autant, l'atténuation franche de la vulnérabilité en fond de vallée reste, à bien des égards, une problématique actuelle et délicate.

Parmi les 36 torrents actifs recensés en Guisane, le Torrent du Grand Tabuc apparaît comme assez singulier tant par ces caractéristiques hydrologiques que par ses évolutions morphodynamiques contemporaines.

Le Grand Tabuc se situe sur le versant d'ubac, immédiatement à l'amont de la commune Monétier-les-Bains et conflue avec la rivière torrentielle Guisane vers 1480 m d'altitude (rive droite). Avec 21 km de périmètre et 17 km², cet organisme présente l'un des plus vastes bassins torrentiels de la vallée. Ce torrent est également pour particularité d'être l'un des deux torrents proglaciaires de la Guisane. Il est en effet l'émissaire du glacier du Monétier (calotte glaciaire locale) dont il concentre aujourd'hui les eaux de fusion entre 2600 et 2400 d'altitude, puis chemine à travers une vaste zone d'épandages fluvio-glaciaires (sandur).

La singularité de ce torrent tient également au fait qu'il s'agit du seul torrent de la vallée à disposer d'une véritable bande active tant dans le haut bassin versant (marge périglaciaire du glacier du Monétier) que sur son cône de déjection, témoignage morphologique d'une abondante charge de fond et d'un transit sédimentaire régulier. Par ailleurs, son évolution contemporaine (post PAG) et à priori antérieure, semble s'être réalisée indépendamment de toute influence anthropique directe et majeure (ouvrages, défrichements, etc.). Ce qui constitue un cas quasi unique d'évolution « naturelle » en moyenne et basse vallée de la Guisane (Thénard, 2009).

Or, les études menées jusqu'à présent montrent un important processus de rétraction de la bande active accompagnée par une végétalisation spontanée des espaces libérés de l'emprise torrentielle ainsi que d'un recul marqué des fronts glaciaires. Ainsi et pour ne prendre que cet indicateur, la bande active a perdu près de 60% de sa surface dans le haut bassin versant depuis le milieu du XXI^{ème} siècle et environ 70% sur son cône de déjection au cours de la même période. Les différentes méthodologies de datations indiquent une rétraction entamée dès la fin du PAG (\pm 1860-70) sur le cône et dans le dernier quart du XIX^{ème} siècle à l'amont du bassin (Cossart, 2008 ; Thénard, 2009). A l'instar de la rétraction torrentielle, la végétalisation et la stabilisation des sources sédimentaires directes se sont réalisées de manière régressive à mesure que l'élévation des gradients thermiques.

Ces évolutions traduisent donc une perte d'efficacité des processus cryogéniques et donc un tarissement progressif du transit sédimentaire en lien direct avec le réchauffement climatique post-PAG. L'évolution des conditions bioclimatiques contemporaines apparaît notamment sensible sur les marges périglaciaires et s'est fortement accentuée au cours des 15 dernières années.

Les analyses de terrain et les mesures topométriques réalisées attestent également que les deux dernières décennies constituent un seuil morphodynamique important. Malgré la rétraction de sa bande active, ce torrent a maintenu durant toute la période contemporaine un style divagant. Or, il a été mis en évidence une tendance récente à l'incision dans la partie supérieure comprise entre 1,5 à 3 mètres entre 2400 et 2060 m d'altitude. Cette dynamique s'affirme donc en tête de bassin dès la sortie des cordons morainiques proglaciaires. Moins marquée mais néanmoins perceptible et mesurable, cette incision du lit torrentiel s'observe

également sur le cône alluvial (0,5 -2 m) – Cette incision, cette fois progressive, tend actuellement à concentrer les écoulements du Grand Tabuc évoluant ainsi rapidement vers un style chenalisé.

Contrairement à ce qui a pu être observé dans d'autres massifs, le réchauffement climatique actuel se semble pas favoriser un déstockage sédimentaire (ex: fonte du pergélisol, remobilisation des dépôts morainiques) dans l'étage périglaciaire du Grand Tabuc. Ces observations ont également pu être corroborées dans d'autres bassins torrentiels du Briançonnais et questionnent les modèles d'évolution et/ou d'impact géomorphologique du réchauffement climatique en haute montagne.

Malgré cette évolution, le torrent du Grand Tabuc garde néanmoins des prédispositions manifestes en terme d'aléa torrentiel, pour partie en raison des caractéristiques morphométriques de son bassin versant et de l'abondance des sources sédimentaire potentielles. En effet, si la rétraction de la bande active relève d'une dynamique globale, elle n'exclut en rien la survenue d'un événement paroxystique comme, par exemple, celui du 05 août 1997 ($\pm 15\ 000\ m^3$, lave torrentielle & charriage hyperconcentré). Fort heureusement, ce dernier s'est révélé plus morphogène que dommageable mais il a rappelé la dangerosité d'une proximité trop étroite avec les torrents (Ancey, 1997).

Jusque récemment, l'urbanisation du cône est restée limitée à ce qui est aujourd'hui un centre VVF (Villages Vacances Familles), implanté dès les années 1960 à distance respectable de la bande active actuelle. A cette date, le cône du Grand Tabuc était resté vierge de toute infrastructure et uniquement exploité à des fins agricoles. Les divagations incessantes sur le cône déjection et le maintien d'une large bande active renvoyaient sans doute aux habitants de la commune du Monétier-les-Bains, l'image d'un torrent actif dont le voisinage pouvait se révéler particulièrement destructeur.

L'évolution récente de la bande active du Grand Tabuc a probablement renvoyé une image d'apaisement et d'une moindre dangerosité à la société. Avec le développement de Serre-Chevalier, les interventions anthropiques se sont accentuées sur le cône avec une reprise sensible des aménagements au cours des 10 dernières années, et désormais même au cœur de l'ancienne bande active.

Il s'agit surtout d'un exemple actuel et localisé de l'urbanisation qu'a connu la basse vallée dans la période précédente, et par conséquent de la montée de la vulnérabilité. Hier comme aujourd'hui, lorsque les enjeux se font plus pressants, la méfiance légitime qu'inspiraient les torrents se tarit rapidement. La faible occurrence des soubresauts torrentiels majeurs et l'urbanisation actuelle sur le Grand Tabuc procède visiblement de cette logique.

Les investigations menées sur ce site au cours de la dernière décennie serviront de supports pour les réflexions proposées dans le cadre de cette communication. Elles porteront essentiellement sur les réponses morphodynamiques du torrent au réchauffement climatique (post PAG et actuel) ainsi que sur la paradoxale montée de la vulnérabilité sur le cône torrentiel dans un contexte de répit hydrogéomorphologique.

Plus largement, cette étude questionnera l'opportunité d'un glissement de paradigme dans la prévention du risque torrentiel privilégiant l'adaptation à l'intervention, en regard des changements climatiques en cours et des exigences de développement des territoires..

Mots-clefs : réchauffement climatique, dynamiques torrentielles, vulnérabilité, gestion "durable" du risque

Références bibliographiques :

ANCEY C. (1997). La crue du torrent du Grand Tabuc du 05 août 1997 (Vallée de la Guisane). RTM, Rapport inédit. 25 p.

LAHOUSSE P., GARITTE G., THENARD L. (2003). Aléa et risque torrentiel dans le Briançonnais (Hautes-Alpes, France). Mélanges offerts à C. Meyzenq et R. Lhénaff, *Cahiers Savoisiens de Géographie*, 1, 191-201.

COSSART E. (2008). Landform connectivity and waves of negative feedbacks during the paraglacial period, a case study : the Tabuc subcatchment since the end of the Little Ice Age (massif des Écrins, France). *Géomorphologie : Relief, Processus, Environnement*, 4, 249-260.

THENARD L. (2009). Torrents et torrentialité dans la vallée de la Guisane : contribution d'une étude géographique à la gestion durable du risque torrentiel à Serre-Chevalier [France, Hautes-Alpes]. Thèse de doctorat (PhD) réalisée sous la direction de P-G Salvador et de P. Lahousse. Soutenue publiquement le 27/11/2009, Lab. Territoires, Villes, Environnement et Société (TVES), U.F.R de Géographie et d'Aménagement – Université Sciences et Technologies de Lille (Lille 1), 550 p.

Changements climatiques et aménagement urbain : Analyse de la vulnérabilité de la commune urbaine de Mopti aux événements pluviométriques et hydriques extrêmes

Abdoulkadri Oumarou TOURE

Département de Géographie, Faculté d'Histoire et Géographie,
Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Mali. toureabdoulkadri@gmail.com

Les événements climatiques extrêmes sont de nos jours étudiés pour mieux élucider la variabilité climatique et ses impacts sur l'environnement naturel et humain. En Afrique, peu d'études ont été réalisées dans ce sens. C'est dans ce cadre que nous nous sommes intéressés à l'analyse des événements pluviométriques et hydriques extrêmes dans le delta central du Niger au Mali, la plus grande zone humide d'Afrique de l'Ouest avec une superficie de 30 000 km². La commune urbaine de Mopti constitue le centre urbain le plus important du delta intérieur du fleuve Niger. Face aux enjeux d'une urbanisation croissante et la forte vulnérabilité des centres urbains aux aléas climatiques notamment les inondations, il nous a donc paru opportun de porter notre étude sur la commune urbaine de Mopti qui, du fait de son positionnement géographique, est à la confluence du fleuve Niger et son affluent le Bani. A la question de savoir quels sont les facteurs de vulnérabilité de la commune urbaine de Mopti face à la recrudescence des événements pluviométriques extrêmes, nous nous sommes fixé comme objectif d'analyser la vulnérabilité des enjeux économiques, sociaux et de proposer des pistes de solution en vue de prévenir les risques d'inondation.

La démarche méthodologique a consisté pour nous à analyser des données pluviométriques journalières de la station de Mopti de 1971 à 2013 et des données hydriques de 1960 à 2011. L'analyse des données fait ressortir qu'après les épisodes de sécheresse des années 1970 et 1980, les événements pluvieux reprennent depuis 2007. Pour une moyenne de 462 mm de 1971 à 2013, on a constaté une augmentation de l'ordre de 42 %, soit de 3,8 mm par an. Les événements pluviométriques intenses (P90) et très intenses (P95) connaissent respectivement une rupture significative et très significative à la hausse, cependant, les événements extrêmes (P99) ne connaissent pas de rupture de tendance.

Sur une période d'analyse allant de 1960 à 2011, les débits moyens ont connu une baisse très significative en 1971 ; cependant depuis 1993, ils connaissent une rupture à la hausse. A partir de l'étude des niveaux de crue, on constate que de 1976 jusqu'en 1993, les niveaux d'eau n'ont pas connu de hausse par rapport à la moyenne interannuelle 1960-2013, entre temps, en presque 20 ans les populations se sont rapprochées du fleuve en s'installant dans les zones inondables sans être inquiétées. Et voilà qu'à partir de 1993, une reprise des niveaux d'eau s'amorce, ce qui met les populations surtout celles ayant construit dans des zones inondables très proches du fleuve dans une situation de vulnérabilité face aux inondations. Le risque encouru par les populations est donc important dans la mesure où les habitats, infrastructures publiques et bidonvilles s'étendent de plus en plus sur des zones à risque d'inondation.

Mots-clefs : vulnérabilité aux changements climatiques, précipitations extrêmes, débits extrêmes, inondation, delta central du Fleuve Niger

Les avalanches de neige dans les Carpates méridionales - Carpates roumaines. Etude de cas: le massif de Făgăraș. Histoire, analyse statistique et gestion du risque

Mircea VOICULESCU

Département de Géographie, Université de l'Ouest de Timișoara, Roumanie.
mircea.voiculescu@e-uvt.ro

Les avalanches représentent le processus de dénudation et le risque naturel le plus important des Carpates méridionales. Les avalanches causent des dommages aux voies de communication, forêts, infrastructures touristiques, ainsi que des victimes humaines. Le développement du ski alpin à la fin du 19^{ème} siècle et surtout au cours du 20^{ème} siècle a déterminé l'augmentation des flux touristiques. L'incidence des accidents de ski et le nombre de victimes ont également augmenté. Entre 1968/1969 et 2018/2019, 387 personnes ont été impliquées dans 152 accidents (154 morts et 233 blessés) dans les Carpates roumaines. La grande majorité des avalanches de neige sont survenues dans l'arrière-pays, suivies de celles produites en hors-piste. 93,1% du nombre total de décès et 93,3% du nombre total de blessés ont été enregistrés uniquement dans les Carpates méridionales. Au niveau régional, nous avons enregistré un vrai point chaud, dans le massif de Făgăraș où la statistique du Service Public des Sauveteurs en Montagne (SPSM) a enregistré 51,2% du nombre total de décès et 57,4% du nombre total de blessés.

C'est pourquoi les mesures de protection permanentes et temporaires (structures de support de neige, système de drainage pour réduire la rugosité des avalanches, fermeture de la route alpine Transfăgărășan) et les points d'intervention de défense passive et active (paravalanches, murs en maçonnerie, structures de déviation, tunnels) mais aussi les cartes de risque sont d'autant plus nécessaires.

D'autre part, l'utilisation de l'échelle du risque d'avalanche est nécessaire, de même que la mise en place des pennons standardisés selon le système français et la mise en place de panneaux d'alerte, selon les systèmes européens ou nord-américains, des panneaux d'affichage indiquant par exemple *Pas d'arrêt* ou *Zone d'avalanche* le long des routes ou dans les domaines skiables où le risque des avalanche de neige est imminent.

Conformément aux résolutions de la 18^{ème} réunion des services d'alerte européens, l'utilisation des symboles améliorés du risque d'avalanche (notamment l'augmentation de la température, l'influence du vent et de précipitations liquides), l'utilisation du risque d'avalanche local et régional, la mise en place d'une base de données, des informations communes postées sur l'Internet (site Web d'EAWS) et l'utilisation de la téléphonie mobile permettront une meilleure gestion des risques et une sécurité accrue dans les Carpates roumaines.

Mots-clefs : avalanches, risque, gestion, massif de Făgăraș, Carpates roumaines

Inondations dans les espaces fragiles : cas des quartiers littoraux de la ville de Douala (Cameroun)

Cesar YAGWA YAKA¹, Stannisla BETTO DJEUTCHA²,
Daniel Valerie BASKA TOUSSIA¹, Natali KOSSOUMNA LIBA'A¹

¹ Département de Géographie, ENS Maroua, Université de Maroua, Cameroun.
yagwayakaacesar@yahoo.fr, baskatoussia@yahoo.fr, kolibaa@yahoo.fr

² Département de Géographie, Université de Douala, Cameroun. bettostanilsa@yahoo.fr

Les espaces fragiles tels que la mangrove en urbanisation, les marécages, les lits majeurs des drains sont de plus de plus vulnérables aux inondations en zone littorale. Les observations in situ suivies d'un sondage auprès de ménages aux mois d'avril et mai 2019 constituent l'approche méthodologique de cette étude. Les données cartographiques ont été recueillies à l'aide d'un Model Numérique d'Altitude (MNA) de scène 2011 issu du satellite Aster et de résolution spatiale de 15 m des zones d'étude qui à l'aide du logiciel ArcGis 10.2.1, a contribué à la cartographie et l'extraction du profil topographique de l'espace d'étude. Nous avons étudié les déterminants qui sont à l'origine des inondations et les réponses socio-spatiales entreprises par les populations locales exposées. Les résultats des données collectées montrent que les déterminants naturels (remontée capillaire, marée de vives eaux, pluies éclairs, sols humides) et anthropiques sont la source des inondations dans ces espaces à risque. Face à cette situation les ménages déploient les moyens de résistance qui se traduisent par la construction de maisons sur pilotis, l'élévation des fondations, les remblais. Ces différents moyens de résistance contribuent à réduire de manière éphémère les impacts des effets dommageables des inondations dans ces quartiers littoraux.

Mots-clefs : espaces fragiles, inondations, zone littorale, capacité d'adaptation éphémère, Douala, Cameroun