

RESEARCH OUTPUTS / RÉSULTATS DE RECHERCHE

Analysing people's (im-)mobility during climate-extremes and disasters

Dujardin, Sebastien; Visee, Corentin; Linard, Catherine

Published in:

International colloquium « Global change and transition management: in the singular or plural form? »

DOI:

<https://hdl.handle.net/2268/295891>

Publication date:

2022

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication](#)

Citation for pulished version (HARVARD):

Dujardin, S, Visee, C & Linard, C 2022, Analysing people's (im-)mobility during climate-extremes and disasters: new evidence from Facebook data. in S Schmitz & S Nicola (eds), *International colloquium « Global change and transition management: in the singular or plural form? »*. Atelier des Presses, Liège, pp. 52, changement globaux et gestion de la transition : au singulier ou au pluriel ?, Liège, Belgium, 20/10/22.
<https://doi.org/https://hdl.handle.net/2268/295891>

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Colloque international « Changements globaux et gestion de la transition : au singulier ou au pluriel ? »

20 & 21 octobre 2022

Université de Liège - UR SPHERES

International colloquium « Global change and transition management: in the singular or plural form? »

October 20th - 21st 2022

University of Liège - UR SPHERES

Editeur responsable : Pr Serge Schmitz, octobre 2022

**Institut de géographie
Quartier Village
Clos Mercator, 3 (B11)
4000 Liège, Belgique**

Imprimé par Atelier des Presses, octobre 2022

**Quartier Agora
Agora, 1 (B8)
4000 Liege
Belgique**

Pour citer la publication :

Schmitz, S., & Nicola, S. (Eds) (2022). *Colloque international « Changements globaux et gestion de la transition : au singulier ou au pluriel ? »*, Liège, Ateliers des Presses, 92 p.

Site web du colloque : https://www.spheres.uliege.be/cms/c_9613002/fr/colloque-international-changements-globaux-et-gestion-de-la-transition-au-singulier-ou-au-pluriel

ISBN : 978-2-930772-33-2



Comité d'organisation

- Serge Schmitz (Président)
- Jean-Marie Halleux
- Geoffrey Houbrechts
- Sanda Nicola
- Hubert Maldague
- Pierre Ozer
- Kevin Thibaut
- Bernard Tychon

Comité scientifique

- Neil Adger (University of Exeter)
- Philippe André (ULiège)
- Charles Biolders (UCLouvain)
- Florence De Longueville (UNamur)
- Sébastien Doutreloup (ULiège)
- Xavier Fettweis (ULiège)
- Louis François (ULiège)
- François Gemenne (ULiège)
- Jean-Marie Halleux (ULiège)
- Alain Hambuckers (ULiège)
- Geoffrey Houbrechts (ULiège)
- Aurélia Hubert (ULiège)
- Emmanuel Mahieu (ULiège)
- Michael Meadows (University of Cape Town)
- Pierre Ozer (ULiège)
- Anne-Claude Romain (ULiège)
- Serge Schmitz (ULiège)
- Pierre-Marie Stassart (ULiège)
- Bernard Tychon (ULiège)
- Joost Wellens (ULiège)

Pourquoi ce colloque ?

Notre temps est marqué par de grands bouleversements globaux qui devraient engager nos sociétés dans une course d'adaptations pour gérer les conséquences de ces changements, pour mitiger les risques, voire pour tenter de freiner certains processus en cours. Au-delà du constat et de l'évaluation des changements, il est nécessaire de préparer les hommes et les femmes à prendre conscience de leurs rôles et de leurs pouvoirs afin d'implémenter les nécessaires transitions de la manière la plus adaptée aux caractéristiques locales.

La recherche scientifique a le devoir de contribuer aux débats sur l'urgence de la situation mais aussi sur les façons d'envisager les transitions climatiques, énergétiques, numériques et démocratiques

Pendant ces deux jours de colloque organisés avec le soutien du FNRS sur le campus du Sart Tilman nous vous proposons de faire le point sur ces questions des changements globaux et de la gestion de la ou des transitions. Comment prévoir ces changements et leurs impacts sur les différentes sphères qui constituent la Terre ? Comment accompagner les différents niveaux de pouvoir, y compris les citoyens, dans les nécessaires transitions ? Comment articuler les approches de ces problématiques pour prendre en compte les risques d'interférence et de rétroactions négatives ? Les 180 chercheurs de l'UR interdisciplinaire SPHERES sont heureux de vous accueillir à Liège.

TABLES DES MATIÈRES

Programme.....	6
Conférences introductives	8
La transition par le territoire.....	12
L'approche Nexus eau-énergie-alimentation pour améliorer la gestion des ressources essentielles à l'homme.....	24
Transition écologique : des expérimentations démocratiques en tension.....	31
Une gestion intelligente pour diminuer l'impact environnemental et sanitaire des bâtiments.....	41
La gestion des extrêmes pluviométriques : prévenir, préparer, protéger.....	49
Quels futurs pour nos cours d'eau face aux changements globaux ?.....	56
Les perturbations anthropiques des écosystèmes terrestres : des organismes aux écorégions.....	65
Posters.....	76

JEUDI 20/10/2022				
Colloque international « Changements globaux et gestion de la transition : au singulier ou au pluriel ? »				
08.45 – 09.15	Accueil des invités Exèdre Dick Annegarn (B8)			
09.15 – 11.00	<p style="text-align: center;">PLÉNIÈRE DU COLLOQUE</p> <p>Animateur : Pr Serge SCHMITZ, Président du Comité d'organisation du colloque</p> <p>Discours de bienvenue : Pr Jean-François FOCANT, Vice-Doyen à la Recherche Faculté des Sciences, Université de Liège Pr Bernard TYCHON, Directeur de l'Unité de Recherche SPHERES, Université de Liège</p> <p>Réflexions introductives sur le thème du colloque : Pr Michael E. MEADOWS, Département des sciences environnementales et géographiques, Université du Cap, Afrique du Sud : « <i>Where is the Anthropocene? The role of Geography in addressing the challenges of a new epoch</i> » Pr Jean-Marie HALLEUX, Président du Département de géographie, Université de Liège : « <i>Quelle action territoriale pour la transition environnementale ?</i> » Pr Pierre-Marie STASSART, Président du Département des sciences et gestion de l'environnement, Université de Liège : « <i>Prendre en compte la relation ontologique au changement dans les transitions écologiques ? Au-delà des versions réformistes versus radicales de la transition</i> »</p>			
11.00 – 11.20	PAUSE-CAFÉ Le Foyer (B8)			
11.20 – 13.05	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">SESSION 1a LA TRANSITION PAR LE TERRITOIRE Auditoire Sporck - Institut de Géographie (B11)</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">SESSION 3a TRANSITION ECOLOGIQUE : DES EXPÉRIMENTATIONS DÉMOCRATIQUES EN TENSION Exèdre Dick Annegarn (B8)</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">SESSION 6a QUELS FUTURS POUR NOS COURS D'EAU FACE AUX CHANGEMENTS GLOBAUX ? Auditoire Macar - Institut de Géographie (B11)</td> </tr> </table>	SESSION 1a LA TRANSITION PAR LE TERRITOIRE Auditoire Sporck - Institut de Géographie (B11)	SESSION 3a TRANSITION ECOLOGIQUE : DES EXPÉRIMENTATIONS DÉMOCRATIQUES EN TENSION Exèdre Dick Annegarn (B8)	SESSION 6a QUELS FUTURS POUR NOS COURS D'EAU FACE AUX CHANGEMENTS GLOBAUX ? Auditoire Macar - Institut de Géographie (B11)
SESSION 1a LA TRANSITION PAR LE TERRITOIRE Auditoire Sporck - Institut de Géographie (B11)	SESSION 3a TRANSITION ECOLOGIQUE : DES EXPÉRIMENTATIONS DÉMOCRATIQUES EN TENSION Exèdre Dick Annegarn (B8)	SESSION 6a QUELS FUTURS POUR NOS COURS D'EAU FACE AUX CHANGEMENTS GLOBAUX ? Auditoire Macar - Institut de Géographie (B11)		
13.15 – 14.15	PAUSE DÉJEUNER Restaurant universitaire (Quartier Agora - B62)			
14.30 – 16.15	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">SESSION 1b LA TRANSITION PAR LE TERRITOIRE Auditoire Sporck - Institut de Géographie (B11)</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">SESSION 2 L'APPROCHE NEXUS EAU-ÉNERGIE-ALIMENTATION POUR AMÉLIORER LA GESTION DES RESSOURCES ESSENTIELLES À L'HOMME Exèdre Dick Annegarn (B8)</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">SESSION 6b QUELS FUTURS POUR NOS COURS D'EAU FACE AUX CHANGEMENTS GLOBAUX ? Auditoire Macar - Institut de Géographie (B11)</td> </tr> </table>	SESSION 1b LA TRANSITION PAR LE TERRITOIRE Auditoire Sporck - Institut de Géographie (B11)	SESSION 2 L'APPROCHE NEXUS EAU-ÉNERGIE-ALIMENTATION POUR AMÉLIORER LA GESTION DES RESSOURCES ESSENTIELLES À L'HOMME Exèdre Dick Annegarn (B8)	SESSION 6b QUELS FUTURS POUR NOS COURS D'EAU FACE AUX CHANGEMENTS GLOBAUX ? Auditoire Macar - Institut de Géographie (B11)
SESSION 1b LA TRANSITION PAR LE TERRITOIRE Auditoire Sporck - Institut de Géographie (B11)	SESSION 2 L'APPROCHE NEXUS EAU-ÉNERGIE-ALIMENTATION POUR AMÉLIORER LA GESTION DES RESSOURCES ESSENTIELLES À L'HOMME Exèdre Dick Annegarn (B8)	SESSION 6b QUELS FUTURS POUR NOS COURS D'EAU FACE AUX CHANGEMENTS GLOBAUX ? Auditoire Macar - Institut de Géographie (B11)		
16.15 – 16.30	PAUSE-CAFÉ			
16.30 – 17.30	EXPOSITION DE POSTERS			
16.30 – 17.30	EXPOSITION DE POSTERS			

Colloque international « Changements globaux et gestion de la transition : au singulier ou au pluriel ? » VENDREDI 21/10/2022		
09.15 – 11.00	SESSION 5a LA GESTION DES EXTRÊMES PLUVIOMÉTRIQUES : PRÉVENIR, PRÉPARER, PROTÉGER Auditoire Sporck - Institut de Géographie (B11)	SESSION 4 UNE GESTION INTELLIGENTE POUR DIMINUER L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SANITAIRE DES BÂTIMENTS Exèdre Dick Annegarn (B8)
11.00 – 11.20	PAUSE-CAFÉ	
11.20 – 13.05	SESSION 5b LA GESTION DES EXTRÊMES PLUVIOMÉTRIQUES : PRÉVENIR, PRÉPARER, PROTÉGER Auditoire Sporck - Institut de Géographie (B11)	SESSION 3b TRANSITION ECOLOGIQUE : DES EXPÉRIMENTATIONS DÉMOCRATIQUES EN TENSION Exèdre Dick Annegarn (B8)
13.15 – 14.15	PAUSE DÉJEUNER Restaurant universitaire (Quartier Agora - B62)	
14.30 – 16.15	TABLE RONDE Animateurs : Pr Serge SCHMITZ, Président du Comité d'organisation du colloque Sanda NICOLA, journaliste et doctorante UR SPHERES/Laplec Invités : Lucia CAUDET BALZER, Cheffe de cabinet adjoint du Commissaire européen pour le Marché intérieur Silvana RUSSO, Directrice du Cadre de Vie au sein de l'Administration de La Louvière Pr Anne-Claude ROMAIN, Département des sciences et gestion de l'environnement, Université de Liège Pr François GEMMENE, Directeur de l'Observatoire HUGO, Université de Liège, membre du GIEC, chercheur qualifié du FNRS Pr Xavier FETWEISS, Département de géographie UR SPHERES, Université de Liège	
16.30 – 17.30	COCKTAIL Le Foyer (B8)	



Conférences introductives

Pr. Michael E. MEADOWS, Département des sciences environnementales et géographiques, Université du Cap, Afrique du Sud

« Where is the Anthropocene? The role of Geography in addressing the challenges of a new epoch »

Pr. Jean-Marie HALLEUX, Président du Département de géographie, Université de Liège

« Quelle action territoriale pour la transition environnementale ? »

Pr. Pierre-Marie STASSART, Président du Département des sciences et gestion de l'environnement, Université de Liège :

« Prendre en compte la relation ontologique au changement dans les transitions écologiques ? Au-delà des versions réformistes versus radicales de la transition »

Where is the Anthropocene? The role of Geography in addressing the challenges of a new epoch

Michael E MEADOWS

School of Geography & Ocean Sciences, Nanjing University, Nanjing, China

Department of Environmental & Geographical Science, University of Cape Town, South Africa

Abstract

A contested and even controversial term, 'Anthropocene' is increasingly used to symbolise the degree to which our species has impacted on the whole range of earth system processes. With a global population of almost eight billion people, human activities have tested the so-called planetary boundaries to the extent of threatening our own futures. This lecture introduces the concept and reviews the debate as to whether or not the Anthropocene warrants formal division as a unit of geological time. What might seem like a purely academic argument as to whether or not the Anthropocene is stratigraphically identifiable exposes gaps in our appreciation and understanding of the complex history of human-environmental interactions. Accepting responsibility for the nature and extent of our human footprint is important, and the lecture presents a series of brief portraits that highlight current levels of understanding relating to a range of key anthropogenic impacts globally, including climate and climate change, landforms, coastal environments, and biodiversity and ecosystems. In concluding, the potential role of geographers and the International Geographical Union in promoting the kind of research and teaching that will foster deeper insights into the nature of the Anthropocene and its trajectory is considered.

Quelle action territoriale pour la transition environnementale ?

Jean-Marie HALLEUX

Université de Liège, Département de géographie, UR Sphères, ECOGEO, Lepur

Résumé

L'action territoriale apparaît à la fois sous-estimée et cruciale vis-à-vis des enjeux de la transition environnementale. Cela concerne tant la question de l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre (European Environment Agency, 2006) que la question de l'adaptation, c'est-à-dire la mise en place de territoires résilients aux impacts du réchauffement climatique (European Environment Agency, 2020).

En matière d'atténuation, notre intervention soulignera l'ancienneté du paradigme de la ville compacte et l'ancienneté des recherches associées (Newman et Kenworthy, 1989). Alors que ce paradigme a été formalisé voici près de quarante ans, force est de constater

que, dans de nombreux contextes, la tendance vers l'étalement urbain se poursuit. La difficile concrétisation de l'objectif de la sobriété foncière résulte de causes multiples et variées. Nous pouvons notamment invoquer, d'une part, le difficile arbitrage entre intérêts collectifs et droit de la propriété privée et, d'autre part, le manque d'ingénierie en politiques foncières et en aménagement du territoire.

Dans le champ de l'action territoriale, les travaux scientifiques relatifs à l'adaptation sont moins développés et plus récents que les travaux consacrés à l'atténuation. Leur développement ne date que du milieu des années 2000, à la suite des conséquences dévastatrices de l'ouragan Katrina (Dhar et Khirfan, 2017). Par ailleurs, dans la plupart des villes et territoires, les pratiques aménagistes visant à intégrer la question de l'adaptation au réchauffement climatique ne sont encore qu'émergentes. À ce stade, ces pratiques demeurent souvent limitées aux grandes villes, voire aux très grandes villes, sans doute en raison de l'ingénierie que leur mise en place nécessite (Otto et al., 2021).

Sur la base de ces éléments, notre intervention conclura sur la nécessité de développer les recherches sur les liens entre action territoriale et transition environnementale. Tant en matière d'atténuation que d'adaptation et de résilience, ces recherches sont nécessaires afin d'améliorer l'efficacité des systèmes d'aménagement.

Références :

Dhar, T. K., & Khirfan, L. (2017). Climate change adaptation in urban planning and design research: missing links and research agenda. *Journal of environmental planning and management*, 60(4), 602-627.

European Environment Agency (2006). *Urban Sprawl in Europe - The Ignored Challenge*. EEA Report No 10/2006. ISSN 1725-9177, ISBN 92-9167-887-2. Copenhagen: EEA.

European Environment Agency (2020). *Urban adaptation in Europe: how cities and towns respond to climate change*. EEA Report No 12/2020. ISSN 1977-8449, ISBN 978-92-9480-270-5. Copenhagen: EEA. <http://doi.org/10.2800/324620>

Newman, P. G., & Kenworthy, J. R. (1989). *Cities and automobile dependence: An international sourcebook*. Gower.

Otto, A., Kern, K., Haupt, W., Eckersley, P., & Thieken, A. H. (2021). Ranking local climate policy: assessing the mitigation and adaptation activities of 104 German cities. *Climatic Change*, 167(1), 1-23.

Prendre en compte la relation ontologique au changement dans les transitions écologiques ? Au-delà des versions réformistes versus radicales de la transition

Pierre M. STASSART

Université de Liège, Département de Sciences et Gestion de l'Environnement, UR Sphères, SEED

Résumé

La multiplication des travaux de recherche sur les transitions écologiques (ET) dans les années récentes souligne l'importance croissante des processus de changement. Ses recherches offrent une large variété d'interprétations, de points de vue, sur les processus clefs, les connaissances engagées, les dimensions et échelles à prendre en compte pour comprendre le changement et pour les initier, les accompagner, et les soutenir. Cette question de points de vue doit porter à la fois sur ce qu'il est nécessaire de changer (what) et comment (how) mais aussi sur l'explicitation de la vision du changement qui importe : faire résonner politique du changement et relation ontologique au changement.

Il existe de multiples propositions telles que par exemple celle de la philosophie chinoise qui oppose à un temps linéaire et au temps circulaire. Sans chercher à trancher, nous montrons comment différentes relations ontologiques au changement en tension existent voire co-existent. La perspective déterministe peut être considérée comme la perspective dominante de penser dans les sociétés occidentales depuis le XVIII^e siècle. L'utilisation du terme « open ended » (approche ouverte) renvoie à une ontologie relationnelle au changement plus récente qui est apparue avec les questions de développement durable.

Notre réflexion n'est pas de relier une ontologie à une vision de la transition mais plutôt de voir comment ces perspectives du changement impactent la manière dont les acteurs traitent de la transition écologique en considérant notamment les dimensions de trajectoires, complexité, gestion.

LA TRANSITION PAR LE TERRITOIRE

Le constat n'est pas neuf, nos territoires sont amenés à s'adapter face aux défis environnementaux, sociaux et économiques. La crise sanitaire, les inondations de plus en plus destructrices, entre autres évènements climatiques extrêmes, et à présent la flambée des prix de l'énergie ont profondément mis en exergue ce besoin de repenser l'aménagement du territoire. Les actions à entreprendre nécessitent toutefois de développer nos connaissances sur le territoire avec un besoin criant de nouvelles données et analyses pouvant servir de base aux réflexions et aux décisions politiques.

D'une part, la stratégie européenne et wallonne en faveur des sols vise le Zéro Artificialisation Nette, à l'horizon 2050. Quelles sont cependant les capacités des territoires à répondre à cette vision ? La mesure régulière de l'artificialisation des sols, éventuellement déclinée selon les affectations des plans d'occupation du sol et/ou par commune, permet d'évaluer comment celle-ci évolue dans le temps et dans l'espace et d'identifier les points de tension qui s'opèrent sur certaines parties du territoire.

D'autre part, les divers secteurs économiques connaissent des bouleversements rapides. Une partie de ceux-ci sont appelés à être repensés dans un contexte socio-économique et environnemental dégradé et à la lumière d'une crise sanitaire et géopolitique ayant pointé les faiblesses de nos systèmes. Des relocalisation/déploiement d'une partie de l'activité économique sont à l'agenda marqué notamment par les économies dites émergentes, dont l'économie numérique et créative.

Coordonné par

Jean-Marie HALLEUX et Hubert MALDAGUE

11.20 – 13.05 Première partie

1. Benjamin Beaumont, Institut Scientifique de Service Public

Multi-source Earth observation data for the dynamic mapping of Walloon land cover and land use

2. Charlotte Bernier, Université de Liège

Limitation de l'artificialisation et accessibilité au logement : perspectives internationales

3. Claudia Falzone, Université de Liège

Présentation du développement méthodologique d'un nouvel indicateur de la qualité de l'air en zone urbaine – AQOI – *Air Quality Observed Index*

4. Sonia Guelton, Université Paris Est Créteil Val-de-Marne

L'objectif public de consommation d'espaces soumis à la pression des ménages : le pot de fer conte le pot de terre ?

13.15 – 14.15 Pause déjeuner

14.30 – 16.15 Deuxième partie

1. Rémi Le Fur, Université Grenoble Alpes

Les transitions par l'anticipation territoriale : intérêts, limites et perspectives

2. Pierre-François Wilmotte, IBSA - Institut Bruxellois de Statistique et d'Analyse

Les migrations des entreprises à Bruxelles et en Belgique : de la nécessité d'un changement de paradigme ?

3. Bianchet Bruno, Université de Liège

Comportement spatial des dynamiques économiques émergentes - L'exemple de la Wallonie

4. Jean-Marc Lambotte, Université de Liège

Réduction de la dépendance à la voiture et régulation des implantations commerciales : les leçons d'un benchmark

16.30 – 17.30 Exposition de posters

Données d'observation de la Terre multi-sources pour la cartographie dynamique de l'occupation et de l'utilisation du sol en Wallonie

Benjamin BEAUMONT, Coraline WYARD, Sophie PETIT, Yasmina LOOZEN, Benjamin PALMAERTS, Gérard SWINNEN et Eric HALLOT

Institut Scientifique de Service Public (ISSeP)

Résumé

L'étude cartographique des dynamiques d'occupation et d'utilisation des sols est une source d'information essentielle pour la surveillance de l'environnement et l'élaboration de stratégies de planification pour un territoire plus résilient. Pour cela, l'observation de la Terre (OT) multi-échelle, qu'elle soit satellitaire, aéroportée ou par drone, est l'une des sources d'information les plus complètes et récurrentes pour caractériser notre environnement. A travers différents projets de recherche, la cellule télédétection et géodonnées de l'ISSeP développe des méthodes d'extraction d'informations par classification d'images et croisement de couches au sein de systèmes d'information géographique. Comme point de départ, la recherche SmartPop a développé des prototypes de cartes d'occupation et d'utilisation du sol axés sur le traitement de données aéroportées et sur l'entité de Liège (Beaumont et al., 2017). A travers une démarche de co-construction avec un ensemble d'acteurs du territoire wallon, ces prototypes ont alimenté la production des cartes wallonnes de référence d'occupation et d'utilisation du sol 2018 appelées respectivement WAL_OCS (Bassine et al., 2020) et WAL_UTS (Beaumont et al., 2021). Dans ce projet WALOUS, l'information à très haute résolution spatiale des orthophotos de la Wallonie a été complétée par l'information à haute fréquence temporelle fournie par les données satellitaires Sentinel du programme européen Copernicus. Ces mêmes données Sentinel sont utilisées pour l'étude pluriannuelle des changements d'occupation des sols, pour alimenter le reporting des émissions de gaz à effet de serre de la Belgique (projet EO4LULUCF) (Close et al., 2021), et pour la mise à jour de l'inventaire des friches industrielles (projet SARSAR) (Petit et al., 2022). Les informations extraites dans ces différents projets sont qualitatives (précision globale des classifications souvent supérieure à 85%) mais perfectibles. En ce sens, les modèles d'apprentissage profond ouvrent la voie à de nouveaux progrès, tant dans la qualité de la classification que dans les possibilités de discrimination d'objets territoriaux plus spécifiques (ex : matériaux de couverture, détection d'objets mobiles...). C'est ce que la recherche INTELLO lancée en 2021 se propose d'étudier. Au final, les données d'OT sont cruciales pour une évaluation objective et exhaustive du territoire et renforcent les approches historiques du suivi environnemental opérées en Wallonie.

Références :

- Bassine, C., Radoux, J., Beaumont, B., Grippa, T., Lennert, M., Champagne, C., De Vroey, M., Martinet, A., Bouchez, O., Deffense, N., Hallot, E., Wolff, E., & Defourny, P. (2020). First 1-M resolution land cover map labeling the overlap in the 3rd dimension: The 2018 map of Wallonia. *Data. Spatial Data Science and Digital Earth*. 1-11. *Data* 2020, 5(4), 117. <https://doi.org/10.3390/data5040117>
- Beaumont, B., Grippa, T., & Lennert, M. (2021). An open-source classification scheme for Land Use continuous mapping in Wallonia, Belgium: user-driven process for an INSPIRE compliant database. *Annals of GIS*, 27(2), 211-224. <https://doi.org/10.1080/19475683.2021.1875047>
- Beaumont, B., Grippa, T., Lennert, M., Vanhuyse, S., Stephenne, N., & Wolff, E. (2017). Toward an operational framework for fine-scale urban land-cover mapping in Wallonia using submeter remote sensing and ancillary vector data. *J. Appl. Remote Sens*, 11(3), 036011. <https://doi.org/10.1117/1.JRS.11.036011>
- Close, O., Petit, S., Beaumont, B., & Hallot, E. (2021). Evaluating the Potentiality of Sentinel-2 for Change Detection Analysis Associated to LULUCF in Wallonia, Belgium. *Land* 2021(10), 55. <https://doi.org/10.3390/land10010055>
- Petit, S., Stasolla, M., Wyard, C., Swinnen, G., Neyt, X., Hallot, E. (2022). A New Earth Observation Service Based on Sentinel-1 and Sentinel-2 Time Series for the Monitoring of Redevelopment Sites in Wallonia, Belgium. *Land* 2022, 11(3), 360. <https://doi.org/10.3390/land11030360>

Limitation de l'artificialisation et accessibilité au logement : perspectives internationales

Charlotte BERNIER

Université de Liège, Lepur

Résumé

Dans le SDT approuvé en 2019, le Gouvernement wallon formule l'ambition de drastiquement limiter l'artificialisation des sols (Gouvernement wallon, 2019). Cette ambition s'inspire de la doctrine Zéro Artificialisation Nette (ZAN) formulée par la Commission européenne en 2011 (Commission européenne, 2011). Le Gouvernement wallon formule également dans le SDT des ambitions importantes quant à la production de logements, l'objectif étant de répondre à la demande croissante du fait de l'augmentation du nombre de ménages (Gouvernement wallon, 2019).

Face à ces ambitions potentiellement antagonistes et qui risquent de mettre en exergue les problématiques de justice spatiale et sociale déjà existantes, que nous apprennent les retours d'expérience des pays dans lesquels le concept de la ville compacte est mis en application depuis de nombreuses années ? Quel est l'impact du foncier dans l'évolution

des valeurs immobilières ? Quel serait l'impact d'une limitation de l'offre foncière sur l'accessibilité au logement ?

Répondre à ces questions apparaît impérieux alors que les décisions opérationnelles relatives à la mise en œuvre du ZAN pourraient entrer en application dans les prochaines années et déclencher un débat tendu sur la question de l'accessibilité financière au logement, en particulier pour les populations peu favorisées qui font déjà face actuellement à des difficultés croissantes d'accès à un logement décent (CESE Wallonie, 2019).

Cette communication propose donc d'anticiper ce débat en réalisant un état des lieux de la littérature scientifique sur ces différentes questions et d'en retirer des premières conclusions quant aux effets collatéraux probables de mise en application du ZAN dans le contexte belge actuel. Des pistes de solutions à mobiliser pour anticiper ces effets seront également analysées avec, entre autres, la nécessité d'une connaissance fine de la question foncière sur le territoire pour apporter des solutions adéquates.

Références :

CESE Wallonie. (2019). *Mémorandum 2019-2024 du CESE Wallonie et des Pôles thématiques*.

Commission européenne. (2011). *Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des Régions - Feuille de route pour une Europe efficace dans l'utilisation des ressources*.

Gouvernement wallon. (2019). *Schéma de Développement du Territoire - Une stratégie territoriale pour la Wallonie, Version rectificative du 14 mai 2019*.

Présentation du développement méthodologique d'un nouvel indicateur de la qualité de l'air en zone urbaine – AQOI – Air Quality Observed Index

Claudia FALZONE

Université de Liège, Département en Sciences et Gestion de l'Environnement

Résumé

A la croisée des rénovations des centres urbains et des performances environnementales, il est parfois difficile pour les autorités locales de maintenir un budget financier et temporel de l'ordre du raisonnable. Actuellement, les rénovations urbaines ne tiennent pas compte de la qualité de l'air du site et de l'impact que pourrait avoir une éventuelle transformation de celui-ci. En effet, il n'existe pas d'indicateur, de faible coût, exprimant la qualité de l'air à une échelle locale. Les solutions proposées actuellement sont soit de la modélisation de la pollution atmosphérique, soit des campagnes de mesure, celles-ci

étant symbole de consommation de temps et d'argent. C'est de ce constat qu'un projet de thèse a émergé au sein du labo SAM. L'idée est de développer un indicateur exprimant un état général de la qualité de l'air d'un site sans passer par des mesures de concentration de polluants gazeux. Il doit offrir la possibilité de choisir le meilleur site pour un projet d'un point de vue de la qualité de l'air rien qu'en implémentant celui-ci dans un Système d'Information Géographique (SIG). De plus, il doit permettre aux décideurs de sélectionner le meilleur projet de rénovation d'un site ayant le moindre impact sur la qualité de l'air.

Le développement de cet indicateur a débuté dans le projet de recherche EcoCityTools (Projet financé par la région Wallonne) pour des sites wallons. L'indicateur est alimenté par des données disponibles gratuitement sur Internet et visualisables sur SIG. AQOI (Air Quality Observed Index) est calculable pour une superficie maximale de 90 000m², soit une dimension de maille de 300mx300m. La thèse est actuellement à l'étape de validation de l'outil (sur la Wallonie mais également sur Bordeaux Métropole).

La méthodologie de construction de cet indicateur est présentée ainsi que les variables le constituant.

L'objectif public de consommation d'espaces soumis à la pression des ménages : le pot de fer conte le pot de terre ?

Sonia GUELTON

Université Paris Est Créteil Val-de-Marne, Lab'Urba

Résumé

La stratégie européenne de Zéro artificialisation nette se décline en France par la loi climat et résilience votée en 2021. Sans attendre, les collectivités locales ont pris de nombreuses mesures pour participer à l'objectif, parfois sous la contrainte ministérielle. La première traduction visible est la rédaction des plans d'urbanisme qui, depuis déjà plusieurs années, visent à réduire la consommation d'espace. La réalisation d'opérations d'aménagement complète souvent ces stratégies dans les centres villes. D'autres mesures, notamment fiscales, semblent rester en retrait. En périphérie, les grandes opérations soutenues par le secteur public sont moins fréquentes et l'urbanisation s'opère par la réalisation de petites constructions par les opérateurs privés, les promoteurs ou les ménages.

Notre communication propose de confronter la pression des projets résidentiels avec les mesures prises par les collectivités locales dans plusieurs communes périphériques de la région parisienne. Les conditions économiques de la demande ne s'inscrivent pas toujours dans les perspectives publiques.

Elle s'appuie sur plusieurs travaux collectifs d'étudiants de l'Ecole d'urbanisme de Paris, qui sous l'égide de l'établissement public foncier, se sont penchés sur les conditions de réalisation de projets en Seine et Marne. L'analyse mobilise les références de l'économie de l'aménagement. Elle confronte les conditions réglementaires de la construction avec les conditions économiques et foncières dans un contexte de marché caractérisé.

Références :

EUP/ EPFIF. (2022). *Bilan prospectif des potentiels fonciers de la Communauté d'agglomération de Coulommiers Pays de Brie*. Atelier du Master 2 Développement et territoires, EUP, Université Paris Est

Guelton, S. (2022). La Loi Climat et Résilience et le Zéro Artificialisation Nette : quels enjeux et responsabilités pour les territoires. *Sous nos pieds, la Terre. L'a Revue*, 1, 88-89.

https://www.audap.org/?Publications_et_Ressources-Les_cahiers_de_l_audap

Jegouzo, L. (2020). *Les marchés fonciers ruraux en 2019 : Vive activité des marchés fonciers ruraux*. *Fonciers-en-Débat*. <https://fonciers-en-debat.com/les-marches-fonciers-ruraux-en-2019-vive-activite-des-marches-fonciers-ruraux/>

Nessi, H., Le Néchet, F., & Terral, L. (2016). Changement de regard sur le périurbain, quelles marges de manœuvre en matière de durabilité ? *Géographie, Économie, Société*, 18(1), 15-33.

<https://www.cairn.info/revue-geographie-economie-societe-2016-1.htm>

Portier, A. (2022). Sobriété : Les leviers d'un développement urbain sans artificialisation. *Sous nos pieds, la Terre. L'a Revue*, 1, 86-87. https://www.audap.org/?Publications_et_Ressources-Les_cahiers_de_l_audap

Les transitions par l'anticipation territoriale : intérêts, limites et perspectives

Rémi LE FUR

Université Grenoble Alpes, CNRS, Sciences Po Grenoble, Pacte / INDDIGO

Résumé

L'anticipation territoriale (Le Fur, 2022) est de longue date mobilisée en France, sous des formes variées (prospective territoriale, planification territoriale ou autres projets de territoires), pour accompagner ou amplifier la montée en puissance, hier du développement durable, aujourd'hui des transitions. Or, les différentes formes de l'anticipation territoriale sont depuis longtemps soumises à des critiques et interrogations. Elles alternent mise en sommeil et retour aux avant-scènes. L'analyse d'un échantillon d'entre-elles au prisme du management de la transition (Kemp et al., 2007 ; Loorbach & Rotmans, 2010) met en évidence un potentiel de transition

relativement hétérogène. Cette hétérogénéité s'explique par différents facteurs tels que la structuration de la gouvernance, l'opérationnalité des démarches, leur caractère réflexif, la part des innovations ou encore le portage politique. Si les résultats de la recherche confirment l'intérêt de l'anticipation territoriale, ils mettent également en exergue un besoin de renouveau de ses modalités, adaptées au contexte actuel dans lequel elle s'exerce, contexte fort différent de celui qui a vu émerger ses différentes figures historiques. Ces évolutions concernent notamment l'accélération des temps sociaux, l'accroissement des incertitudes, le retournement du rapport au futur de nos sociétés ou encore l'éclatement de l'organisation institutionnelle territoriale. Nous formulons un ensemble de propositions - dont certaines d'entre-elles ont pu être expérimentées dans l'esprit d'une recherche-action - contribuant à ce renouveau. Elles portent sur la temporalité des processus, les pratiques et les instruments, le dialogue territorial ainsi que la gouvernance. Sur ce dernier point, nous proposons la structuration d'un Forum des transitions, constitués de quatre arènes regroupant chacune des acteurs spécifiques : des élus, un panel représentatif de la diversité des populations du territoire concerné, des experts garants de la bonne prise en compte des enjeux de long terme et des innovateurs.

Références :

Kemp, R., Loorbach, D., & Rotmans, J. (2007). Transition management as a model for managing processes of co-evolution towards sustainable development. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 14, 1-15. <https://doi.org/10.1080/13504500709469709>

Le Fur, R. (2022). L'anticipation territoriale : une nouvelle définition pour des démarches en recomposition. In S. Brunet (Dir.), *Population, temps, territoires. Les évolutions territoriales entre résilience et innovation*, PURH.

Loorbach, D., & Rotmans, J. (2010). The practice of transition management: Examples and lessons from four distinct cases. *Futures*, 42(3), 237-24.

<https://doi.org/10.1016/j.futures.2009.11.009>

Les migrations des entreprises à Bruxelles et en Belgique : mise en perspective géographique et changement de paradigme

Pierre-François WILMOTTE

Institut Bruxellois de Statistique et d'Analyse (IBSA)

Résumé

Les entreprises sont des acteurs importants de la résilience des territoires. Ces dernières décennies, l'enjeu de la localisation des entreprises fût traité à l'aune des paradigmes résumés par l'acronyme de la « CAME » (Compétitivité, Attractivité, Métropolisation et

Excellence) (Bouba-Olga & Grossetti, 2018). Ces paradigmes ont influencé l'action publique de nombreuses villes et régions européennes : les villes et les territoires seraient en compétition pour attirer les entreprises les plus compétitives. Les villes, les régions et les entreprises seraient alors en compétition pour mobiliser les ressources des territoires (voir Tsvetkova et al., 2020 pour un état de l'art de ces ressources).

Or, l'analyse des données de migrations des entreprises relativise l'importance de cette compétition entre les villes et les territoires à l'échelle belge. Le portrait-robot de l'entreprise migrante et la géographie des migrations des entreprises bruxelloises précise les échelles auxquelles ces déplacements ont lieu (Wilmotte, 2022, 2022b).

- La distance médiane d'une migration d'une entreprise belge ou bruxelloise est de l'ordre de 5 à 10 km.
- Les migrations sont plus fréquentes autour des plus grandes villes belges, du fait de profils spécifiques d'entreprises.
- La résultante de l'ensemble des migrations des entreprises s'inscrit dans une logique de périurbanisation, au profit de pôles périphériques (parcs d'activités économiques et/ou petites villes dans l'hinterland des plus grandes villes).

Face à ces diverses observations, la localisation des entreprises est un enjeu qui s'appréhende largement à une échelle intraurbaine (où les enjeux d'aménagement du territoire comme l'artificialisation des sols et les accessibilités sont importants) plutôt qu'à une échelle interurbaine (où les enjeux de compétition entre les villes priment). Cependant, ce changement de paradigme est difficile dans le contexte fédéral et géographique de Bruxelles (voir par exemple, Bourgeois et al., 2015).

Références :

Bouba-Olga, O., & Grossetti, M. (2018). La mythologie CAME (Compétitivité, Attractivité, Métropolisation, Excellence) : comment s'en désintoxiquer ? <https://hal.archivesouvertes.fr/hal-01724699v2>

Bourgeois, M., Halleux J.-M., Pagano, G., Brunet, S., & Guyot, J.-L. (2015). Amélioration de l'attractivité et de la compétitivité du territoire wallon pour le secteur des services supérieurs : Étude stratégique exploratoire. *Rapport de recherche de l'IWEPS 14*. https://www.iweps.be/wp-content/uploads/2017/01/IWEPS_RR-Experts-Horizon-2022_full.pdf

Tsvetkova, A., Ahrend, R., Oliveira Martins, J., Lembcke, A.-C., Knutsson, P., Jong, J., & Terzidis, N. (2020). *The spatial dimension of productivity: Connecting the dots across industries, firms and places*. OECD. <https://dx.doi.org/10.1787/ba5edb47-en>

Wilmotte P.-F. (2022). Les implications de la migration des entreprises belges pour la Région de Bruxelles-Capitale. *Focus de l'IBSA*, 54.

Wilmotte P.-F. (2022b). Quelles sont les entreprises qui quittent ou s'installent en Région de Bruxelles-Capitale ? *Focus de l'IBSA*, 55. (à paraître).

Comportement spatial des dynamiques économiques émergentes – L'exemple de la Wallonie

Bruno BIANCHET, Reginald FETTWEIS, Hubert MALDAGUE et Fabian MASSART

Université de Liège, Lepur

Résumé

Depuis plus d'une décennie déjà, les économies numérique, créative et circulaire font l'objet d'une attention accrue de la part des instances publiques européennes, nationales et régionales pour le développement de leur(s) territoire(s). Ce territoire est justement central dans la recherche effectuée en 2020 par le Lepur au sein de la Conférence Permanente du Développement Territorial. Afin d'adapter au mieux les politiques et stratégies d'encouragement de ces dynamiques, il convient notamment de prendre en compte leur comportement spatial et de rechercher leur affinité avec les typologies et les fonctions du territoire.

En croisant une maille des différentes typologies territoriales wallonnes avec la répartition spatiale des trois économies, la recherche met en évidence non seulement les comportements spatiaux des entreprises actives dans ces dynamiques économiques émergentes, mais aussi les évolutions de ces comportements avec le temps.

Davantage consommatrice de ressource foncière et génératrice de nuisances, l'économie circulaire tend à préférer les espaces historiquement industriels et les parcs d'activité économique. L'apport et l'écoulement massifs de matériaux expliquent aussi une localisation dans les parties du territoire les plus accessibles par la route. Le profil des entreprises circulaires apparaît en effet comme peu compatible avec le milieu urbain, bien que sur les dix dernières années, il se soit installé davantage d'entreprises circulaires en contexte urbain dense.

Les deux autres dynamiques présentent un profil plus adapté aux régions urbaines, car davantage compatible, par la nature de leurs activités, avec cet environnement, et délaissant au contraire les territoires morphologiquement (très) ruraux, bien que ce dernier point soit à nuancer pour le passé proche.

Plus finement, les entreprises créatives tendent ainsi à privilégier les milieux urbains denses (centre-villes et quartiers limitrophes), tandis que les entreprises numériques sont surreprésentées en milieu résidentiel, en lien avec la domiciliation de nombreuses activités de services au domicile des entrepreneurs, dans les villes moyennes et en proche périphérie des pôles métropolitains notamment.

Références :

Bianchet, B., Berger, N., Claeys, D., Gathon, H.-J., Maldague, H., & Massart, F. (2020). *Recherche n°2 : Dynamiques économiques émergentes et nouveaux enjeux territoriaux – Rapport scientifique final*. Conférence Permanente du Développement Territorial.

Bianchet, B., Berger, N., Claeys, D., Maldague, H., Massart, F., Veys, M., & Wilmotte, P.-F. (2022). *Dynamiques économiques émergentes et territoire(s) – Un regard sur les économies numérique, circulaire et créative*. Conférence Permanente du Développement Territorial.

Réduction de la dépendance à la voiture et régulation des implantations commerciales : les leçons d'un benchmark

Jean-Marc LAMBOTTE

Université de Liège, Lepur

Résumé

En vue de contribuer à la limitation des changements climatiques et de nos besoins énergétiques, il convient de réduire urgemment la dépendance à la voiture au travers notamment des politiques liées à l'aménagement du territoire. Tandis qu'en Wallonie à peine plus de 25% des déplacements liés au motif achats se font à l'aide d'une des alternatives à la voiture, cette part grimpe à environ 50% dans de nombreux pays voisins qu'ils soient germaniques, nordiques ou anglo-saxons. Quelles sont les recettes appliquées chez nos voisins néerlandais et allemands en matière de régulation des implantations commerciales qui leur permettent de limiter fortement l'usage de la voiture pour ce type de déplacements ? A cet égard, deux grands principes ressortent de cette analyse :

- Mettre le bon commerce au bon endroit en distinguant les trois grands types de commerces que sont ceux liés aux achats courants, aux achats semi-courants peu pondéreux et aux achats semi-courants lourds ;
- Respecter la hiérarchie urbaine afin de minimiser les distances à parcourir en vue de s'approvisionner.

Tandis que, chez nous, le commerce est une fonction qui est souvent excentrée par rapport à l'habitat, nos voisins du nord et de l'est assurent une forte imbrication entre la résidence et les équipements commerciaux dans une logique de ville des courtes distances.

Références :

Blain, S., Defer, V., Lambotte, J.-M., Hendrickx, S., & Halleux, J.-M. (Ed.). (2021). Benchmark consacré aux dispositifs de régulation des implantations commerciales. CPDT.

<https://hdl.handle.net/2268/289467>

Gasnier, A. (2019). La planification commerciale en Europe, hier et aujourd'hui : approche comparative. *Bulletin de la Société géographique de Liège*, 73, 15-34.

<https://doi.org/10.25518/0770-7576.5861>

Grimmeau, J.-P., & Wayens, B. (2016). Les causes de la disparition des petits commerces (1945-2015). *Courrier hebdomadaire du CRISP*, 2301-2302, 1-112.

<https://doi.org/10.3917/cris.2301.0005>

Lambotte, J.-M. (2012). *Comment concilier les réponses aux besoins en commerces et en logements en vue de limiter la dépendance à la voiture ?* [Paper presentation]. Formation 2012 des Conseillers en Aménagement du territoire et urbanisme - Module Dynamiques démographiques et besoins locaux. <https://hdl.handle.net/2268/268087>

Lambotte, J.-M. (2012b). Comparaison des politiques en matière d'implantations commerciales Pays-Bas – Allemagne – Belgique [Paper presentation]. Implantations commerciales au cœur de l'Euregio Meuse-Rhin - Séminaire d'échanges transfrontalier entre Communauté Germanophone, région d'Aix-la-Chapelle et commune de Vaals, Eupen, Belgium.

<https://hdl.handle.net/2268/164601>

L'APPROCHE NEXUS EAU- ÉNERGIE-ALIMENTATION POUR AMÉLIORER LA GESTION DES RESSOURCES ESSENTIELLES À L'HOMME

Près d'un milliard de personnes dans le monde souffrent de malnutrition, n'ont pas accès à l'eau potable ou à l'électricité. Sans une modification profonde de l'utilisation de ces trois ressources, il ne sera pas possible de répondre aux besoins futurs. Dès lors, les insécurités alimentaire, hydrique et énergétique ne devraient que s'amplifier à l'avenir et conduire notamment à des soulèvements politiques, des déplacements de population et des conflits armés. Pour les politiques, les acteurs du développement et le monde économique qui s'intéressent à ces ressources fondamentales, le besoin de développer et d'utiliser des approches innovantes, plus efficaces et intégrées de ces ressources apparaît comme une évidence voire une obligation. En effet, bien que les améliorations technologiques pour une meilleure gestion des ressources soient essentielles, elles ne suffiront pas. Elles devront être associées à une plus grande cohérence des politiques de ces trois secteurs pour aller vers une utilisation plus efficace, équitable et durable des ressources.

L'approche Nexus Eau-Energie-Alimentation (EEA) vise à mettre en évidence les interdépendances entre ces trois ressources et à identifier des réponses basées sur la compréhension des synergies entre ces secteurs. Le développement de politiques et d'approches qui négligent les conséquences trans-sectorielles, la mauvaise coordination et la fragmentation institutionnelle renforcent l'utilisation non durable des ressources et menacent la durabilité dans beaucoup de régions du monde, en particulier dans les pays les plus pauvres.

La session Nexus EEA offrira la possibilité aux intervenants de présenter des exemples de gestion intégrée de ces ressources essentielles dans différentes régions du monde et de vérifier la pertinence mais aussi les difficultés liées à une telle approche intégrée.

Coordonné par

Joost WELLENS et Bernard TYCHON

14.30 – 16.15

- 1. Amaury Tilmant, Université Laval, Québec, Canada**
Analyse des compromis et vulnérabilités du Nexus Eau-Énergie-Alimentation du fleuve Sénégal
- 2. Mor Talla Sall, Compagnie Sucrière Sénégalaise, UR SPHERES Université de Liège, Université C A D De Dakar**
Production intégrée de la canne à sucre : un exemple réussi d'une approche Nexus Eau-Énergie-Alimentation pour une durabilité de l'agriculture irriguée dans le Delta du fleuve Sénégal
- 3. Cyrille Bassolo Baki, UR SPHERES Université de Liège**
Nexus Eau-(Énergie)-Alimentation : implémentation d'un dispositif innovant pour l'implication des agriculteurs
- 4. Alain Randriamaherisoa, Ecole Supérieure Polytechnique, Université d'Antananarivo-Madagascar**
Nexus Eau-Énergie-Alimentation, un impératif au Développement Durable des pays insulaires de l'Afrique australe vulnérables aux changements climatiques. Cas de Madagascar
- 5. Ludovic Peter, Ferme de Faascht, Attert**
Production horticole sous serre dans une logique d'économie circulaire en province de Luxembourg

Analyse des compromis et vulnérabilités du nexus eau-énergie-alimentation du fleuve Sénégal

Amaury TILMANT, Etienne GUILPART, Marc-André BOURGAULT, Vahid ESPANMANESH et Laurent BRUCKMANN

Université Laval, Québec, Canada

Résumé

Le développement du bassin du fleuve Sénégal implique des compromis entre des objectifs conflictuels au sein du nexus Eau-Énergie-Alimentation. Ces objectifs s'inscrivent dans un contexte d'incertitudes entre changements climatique et sociodémographique. Grâce à une analyse stochastique, la découverte des compromis peut être enrichie pour identifier les vulnérabilités ; c'est-à-dire la sensibilité des gains et pertes sectorielles par rapport à l'évolution des facteurs naturels et anthropiques. Dans le bassin du fleuve Sénégal, la disponibilité de l'eau est directement liée à la fois aux processus hydrologiques et au niveau de développement du système hydrique (barrages, aménagements hydro-agricoles, etc.) Le travail s'appuie sur l'utilisation d'un modèle hydro-économique pour définir la répartition de l'eau, mais aussi des performances des différents secteurs (principalement agricoles et énergétiques). L'analyse se base sur plusieurs scénarios de gestion de l'eau (définis avec l'organisme de bassin ; l'OMVS) et sur plusieurs scénarios hydro-climatiques. Notre étude des relations d'arbitrage révèle l'existence de deux principales logiques d'objectifs qui s'opposent : les activités traditionnelles (agriculture et pêche dans la plaine inondable) et l'hydroélectricité-navigation. En termes de vulnérabilité, l'analyse probabiliste montre également que l'objectif autour des activités traditionnelles associé à la production alimentaire est beaucoup plus vulnérable aux politiques d'allocation, alors que l'objectif énergétique est fortement influencé par les changements climatiques. L'opposition dessine un déséquilibre socio-spatial, puisque la première coalition concerne principalement les pays riverains en aval (Sénégal et Mauritanie) tandis que l'hydroélectricité et, dans une moindre mesure, la navigation, concernent les pays en amont (Mali et Guinée). Au final, l'opposition s'inscrit entre une échelle (trans)nationale pour l'énergie et locale pour les activités traditionnelles (majoritairement vivrières). Il en résulte une asymétrie de pouvoir renforcée où les communautés riveraines vulnérables en aval sont en concurrence pour l'eau avec des utilisateurs d'eau en amont politiquement et/ou économiquement plus puissants, comme les compagnies d'électricité.

Production intégrée de la canne à sucre : un exemple réussi d'une approche Nexus Eau-Energie-Alimentation pour une durabilité de l'agriculture irriguée dans le Delta du fleuve Sénégal

Mor TALLA SALL¹, JOOST Wellens² et Bernard TYCHON²

¹ *CSS, Université de Liège, Université C A D De Dakar*

² *UR SPHERES, Université de Liège*

Résumé

Le Delta du fleuve Sénégal constitue en plein Sahel, une petite zone humide avec un potentiel élevé de ressources hydriques mal exploitées. C'est une région à vocation historique pastorale que des investissements ont transformé en un domaine irrigué de plus de 50 000 ha. Les multiples acteurs (agro-industriels, eau potable, paysans, PME, éleveurs, pêcheurs) sont souvent en compétition pour la gestion des ressources foncières et hydriques avec des risques environnementaux et sociaux importants, exacerbés par les changements climatiques et une population très jeune.

La Compagnie Sucrière Sénégalaise (CSS), acteur agro-industriel majeur, a mis en œuvre une approche Nexus Eau-Energie-Alimentation qui, centrée autour d'une GIRE opérationnelle, a permis une intégration totale de la production agricole. Toute la biomasse produite est transformée en produits alimentaires, énergétiques et organiques avec une vaste gamme d'utilisations. La réutilisation des rejets d'eau pour des productions énergétiques et la gestion des végétaux aquatiques comme sources énergétiques et comme amendements organiques permettent de pousser la GIRE dans une logique d'intégration de la production irriguée avec une synergie réelle entre les acteurs. Ces acteurs surtout les plus fragiles doivent bénéficier d'un renforcement des capacités qui puisse prendre en charge le déficit de formation et de connaissances, principal frein à la mise en œuvre de l'approche EEA dans le Sahel.

Après des années de conduite et une analyse approfondie, cette approche EEA se présente comme une alternative solide à la production agricole fragmentée ou de rente qui n'ont pas pu asseoir une économie durable dans la zone. Des orientations politiques claires axées sur des investissements ciblés et prioritaires et une politique de formation continue pourront aider à le promouvoir et ainsi, à terme, satisfaire aux besoins alimentaires, énergétiques et hydriques qui ne cessent de s'amplifier.

Nexus Eau-"Energie"-Alimentation : implémentation d'un dispositif innovant pour l'implication des agriculteurs

Cyrille Baki BASSOLO

UR SPHERES, Université de Liège

Résumé

Depuis la rétrocession de la gestion aux organisations paysannes, constat est fait au Burkina-Faso d'un décalage qualifié de spirale descendante construction - négligence - réhabilitation entre les performances réelles et celles espérées des périmètres irrigués, surtout ceux d'une superficie de moins de 100 ha, réalisés sur financement extérieur à la communauté locale (l'Etat, ONG, associations) et géré par celle-ci. Face à ce constat, les efforts déjà consentis dans la recherche de solutions durables par l'État et ses partenaires se sont très souvent soldés par des échecs. La cause de ces échecs est parfois liée au manque de prise en compte de la perception des exploitants, exprimée de façon individuelle et évaluée avec une méthode appropriée. Compte tenu de la précarité de la situation, nous avons implémenté la méthode WASO, qui est une approche innovante, adaptée au milieu paysan. Un milieu qui est constitué en général de personnes illettrées, avec diverses stratifications socio-professionnelles. L'application de la méthode a permis de hiérarchiser les opinions convergentes et exprimées de façon individuelle de 144 exploitants enquêtés. Ainsi, par eux-mêmes, les obstacles à l'exploitation concertée et l'entretien du réseau d'irrigation et de drainage se sont décelés ; les solutions d'amélioration se sont dégagées. Nos résultats montrent que le problème central est la faiblesse organisationnelle des exploitants lié à la mauvaise gestion des ressources (financières, matérielles et humaines) par les responsables. Les solutions proposées sont entre autres la bonne gestion des redevances en eau collectées (score : 18,03) ensuite l'amélioration de la distribution de l'eau (score : 16.82). Cette étude se révèle utile aux décideurs, dans la mesure où si une stratégie d'amélioration des performances de ces systèmes irrigués est bâtie autour des opinions convergentes, elle aura de fortes chances de réussite.

NEXUS Eau-Energie-Alimentation un impératif au Développement Durable des pays insulaires de l'Afrique australe vulnérables aux changements climatiques. Cas de Madagascar.

Alain J. RANDRIAMAHERISOA¹, Bruno RAZANAMPARANY², Zo RAMAHAIMANDIMBY³

¹ *Département Génie Civil-Hydraulique, Ecole Supérieure Polytechnique, Université d'Antananarivo -Madagascar*

² *Département Chimie Minérale, Faculté des Sciences, Université d'Antananarivo-Madagascar*

³ *Earth and Life Institute, Université Catholique de Louvain-Belgique*

Résumé

L'Agriculture est le secteur de base de l'économie des pays insulaires de l'Afrique australe. L'industrialisation est limitée par l'insuffisance énergétique. Le service d'alimentation en eau potable, d'assainissement et d'hygiène (WASH) est faible surtout en milieu rural où se concentre la population vouée à l'agriculture. Les faibles taux de desserte en Eau et Energie ainsi que l'insécurité alimentaire sont des indicateurs alarmants par rapport aux Objectifs du Développement Durable.

L'eau et le climat, en tant que facteurs clés de ces trois secteurs, dépendent fortement des caractéristiques des masses d'air de l'Océan Indien et du continent Africain. Les catastrophes naturelles, surtout les cyclones, les inondations et les sécheresses, y sont courantes et exacerbées par les changements climatiques et entraînent par conséquent la rupture fréquente des services essentiels de WASH, d'Energie, de sécurité alimentaire et de santé.

Pour le cas de Madagascar, la 4^{ème} plus grande île du Monde, seuls 11% des ressources en eau douce disponibles, 2% des potentiels hydroélectriques et 10,5% des sites agricoles irrigables sont exploités. Même priorisée dans la politique sectorielle de l'Eau, la Gestion intégrée des Ressources en Eau (GIRE) visant l'affectation équitable de l'eau entre tous les secteurs productifs a montré sa limite due à l'indépendance des allocations et actions sectorielles et l'appui disparate et insuffisant des Partenaires Techniques et Financiers (PTF).

Le NEXUS EEA est la stratégie permettant le développement rapide du pays par la combinaison des investissements de façon à profiter la complémentarité, l'interdépendance et la synergie des 3 secteurs. Sous l'impulsion de la SADC (Southern Africa Development Community) et du PNUD (Programme des Nations Unies pour le Développement), le pays s'est initié dans le NEXUS EEA à travers la formulation en 2008 de sa Note de Perspective NEXUS. Depuis, le pays s'y engage progressivement et conjointement aux niveaux des 3 secteurs dans les politiques sectorielles, les dispositions institutionnelles, les planifications des investissements et les mobilisations des PTF. Le

dialogue national NEXUS EEA en mai 2022 a permis de dresser le bilan de la situation, la révision des plans d'actions et la présentation de quelques projets communs en cours.

Production horticole sous serre dans une logique d'économie circulaire en province de Luxembourg

Ludovic PETER

Ferme de Faascht, Attert

Résumé

Depuis le mois de septembre des tomates sont produites en serre à partir de l'énergie issue de la biométhanisation de déjections animales produites à la ferme de Faascht et de produits agroalimentaires régionaux. La solution de la serre a été retenue car il apparaissait que la production d'énergie de la station de biométhanisation de la ferme (chaleur et électricité) dépassait largement les besoins de la ferme et qu'il fallait trouver une nouvelle valorisation de cette énergie en milieu agricole. Le projet va au-delà de la valorisation de l'énergie produite à la ferme. Tout le projet a été pensé dans une logique de préservation des ressources : l'eau nécessaire au processus de production alimentaire provient de la récupération des eaux de pluie des toitures de la ferme et de la serre, ce qui permet d'être autonome en eau. Comme l'alimentation en eau est en circuit fermé, tous les nutriments et l'eau non utilisés par la plante sont récupérés. Au niveau du substrat, les plants sont plantés sur la matière organique produite par le processus de biométhanisation en remplacement des laines de roches habituellement utilisées. De plus, le CO₂ présent dans le biogaz est récupéré et injecté dans les serres pour favoriser la photosynthèse. Et enfin, les plants et le substrat organique en fin de vie sont recyclés via la biométhanisation. Cette gestion des ressources pour une production agricole alimentaire constitue une réalisation unique en Province de Luxembourg qui respecte l'approche Nexus Eau-Energie-Alimentation prônée pour une gestion plus durable des ressources fondamentales pour l'être humain. Cette autoproduction d'énergie et cette gestion rationnelle de l'eau sont particulièrement d'actualité à l'heure où les prix de l'énergie flambent et où la récente sécheresse a causé des baisses importantes de production agricole.

TRANSITION ECOLOGIQUE : DES EXPÉRIMENTATIONS DÉMOCRATIQUES EN TENSION

La crise écologique globale appelle à « accélérer » la transition écologique. La tension entre accélération/urgence et ralentir/débat/réflexivité interroge notre capacité à transformer notre manière de faire des choix socio-techniques et politiques à travers notamment des processus participatifs citoyens. L'exemple récent de la convention citoyenne pour le climat est sans doute « l'arbre qui cache le mieux la forêt », à la fois critiqué lors de son lancement pour sa pertinence (jusqu'où les experts sont-ils prêts à faire des compromis avec d'autres types de savoir ?), et détricotée lors de ses conclusions par les gouvernants. Elle semblerait donner raison aux sceptiques des formes renouvelées de participation. Les tensions et les contradictions qu'a traduit l'exercice méritent d'être pris au sérieux. Impact sur les enjeux climatiques au niveau local et régional, tension sur la dimension éthique de la participation comme forme d'engagement de collectif citoyens face aux logiques de marché, redistribution et reconfigurations des réseaux de compétences face aux logiques d'expertises établies, point d'appui pour des actions juridiques remettant en cause l'inaction de l'état.

Cette session propose de prendre au sérieux des dispositifs formalisés d'expérimentation de la participation citoyenne à l'échelle locale, territoriale, régionale dans leur dimension non seulement consultative ou transformative mais surtout dans les détournements, leurs inventions et leur subversion.

Coordonné par

Pierre M. STASSART, Sanda NICOLA et Dorothee DENAYER

Jeudi 20 octobre 2022

11.20 - 13.05 Première partie

1. Joséphine Dalimier - Université de Namur

Comment la divergence des stratégies d'émancipation des acteurs marginalisés du système alimentaire entrave ou favorise la coopération entre alternatives ? Cas d'étude du Conseil de Politique Alimentaire « Cœur de Condroz »

2. Antonia Bousbaine - UR SPHERES/Laplec, Université de Liège

Un conseil de politique alimentaire à Liège... pour quelle démocratie alimentaire ?

3. Marc Gossens - LabVTP, Faculté d'Architecture, Université de Liège

Prendre soin de la terre : Préparer la transition écologique par une réassociation des savoirs

4. Maud Hallin - UR SPHERES/SEED, Université de Liège

Au-delà des processus participatifs, les enquêtes comme expérimentation démocratique ? Le cas de la zone industrialo-portuaire de Fos-sur-Mer

Vendredi 21 octobre 2022

11.20 - 13.05 Deuxième partie

5. Norélia Voiseux - Université Paul Valéry - Montpellier 3

Transition écologique et co-construction citoyenne de l'aménagement des territoires côtiers : trois expériences participatives menées sur le littoral d'Occitanie dans le cadre du projet AATRE

6. Marie Bertholet - UR SPHERES/SEED, Université de Liège

La place du citoyen « expert » vis-à-vis de celle du citoyen « profane » dans les processus de délibération : le cas du panel citoyen énergie-climat de la Ville d'Arlon

7. Sanda Nicola - UR SPHERES/Laplec, Université de Liège

Le besoin d'arbitrage dans la gouvernance de la transition équitable

8. Pr. Pierre M. Stassart - UR SPHERES/ SEED, Université de Liège

Faire résonner politique et ontologie du changement. Comment passer d'une politique du changement à une relation ontologique au changement

Comment la divergence des stratégies d'émancipation des acteurs marginalisés du système alimentaire entrave ou favorise la coopération entre alternatives ? (Cas d'étude du Conseil de Politique Alimentaire « Cœur de Condroz »)

Joséphine DALIMIER

Université de Namur

Résumé

En réaction aux limites du système alimentaire conventionnel, nous assistons ces dernières décennies à de nombreuses initiatives, proposant des alternatives pour un système plus soutenable. Conceptuellement, cette lecture des événements nous amène à interpréter les dynamiques qui se jouent à l'aide de modèles opposés et binaires. Souvent les auteurs distinguent le « système conventionnel », perçu comme enchâssé dans une logique de poursuite d'efficacité économique, des « alternatives » qui prennent le contre-pied du système globalisé, et cherchent à recréer de nouvelles proximités.

Cependant, certains auteurs appellent à dépasser cette mise en tension conceptuelle afin de mieux cerner la réalité des événements. Une voie envisagée par certains consiste à reconnaître la coexistence d'une diversité de modèles agroalimentaires. Cette étude s'inscrit dans ce champ de recherche. Faisant le constat de conflits omniprésents entre les alternatives, nous faisons l'hypothèse qu'au sein des « alternatives », coexistent des réalités diversifiées, qui sont partiellement à l'origine de tensions qui agitent le mouvement. Si ces conflits, à l'instar de toute situation de crise, peuvent être source d'innovation, ils ont également pour effet de défier la capacité du mouvement à s'allier. S'intéresser à la source des tensions a pour ambition de mieux cerner les obstacles et leviers à la coopération partiellement nécessaire au processus de transition durable.

Mon étude a pour finalité (1) d'explorer la source d'hétérogénéité des alternatives en faisant l'hypothèse qu'elles divergent par leur stratégie d'empowerment. En d'autres mots, les alternatives chercheraient à redistribuer différemment le pouvoir au sein du système alimentaire et se distingueraient par conséquent dans leur « projet de faire société ». (2) Au sein des processus de gouvernance territoriale autour de l'alimentation durable, je questionne comment cette diversité s'exprime dans ces instances participatives et comment la médier (recherche participative : le Conseil de Politique Alimentaire « Cœur de Condroz »).

Un conseil de politique alimentaire à Liège...pour quelle démocratie alimentaire ?

Antonia BOUSBAINÉ

Enseignante en géographie en Fédération Wallonie-Bruxelles, Chargée de TD en Licence de géographie Paris-Nanterre, enseignante invitée dans la Master ADRET Bordeaux-Montaigne

Résumé

Alors que la Wallonie était encore à la traîne en termes de positionnement sur la question cruciale que représente la question alimentaire, force est de constater que bien des changements ont eu lieu. En effet, depuis ces cinq dernières années une réelle dynamique de réflexion et d'actions ont été menées en particulier dans la ville de Liège, où un terreau associatif non des moindres existe et permet ainsi la réflexion sur des sujets sociétaux, dont l'alimentation et cette volonté d'opérer une transition du système agro-alimentaire existant en province de Liège. De nombreuses initiatives citoyennes ont ainsi pris place dans cette ville et ne cessent de s'amplifier. La grande majorité des acteurs politiques soutiennent ces initiatives et en développent aussi d'autres comme Créafarm, qui permet de mettre à disposition des parcelles agricoles aux maraîchers intéressés ou encore Biocanteens qui a pour objectif de fournir aux crèches et aux écoles de Liège, une alimentation bio et locale. Toutes ces avancées ont été impulsées par les concepteurs de la Ceinture Aliment Terre de Liège, qui est parvenue à s'ancrer dans le territoire liégeois et propose depuis 2021, la mise en place d'un Conseil de politique alimentaire (CPA), afin de réunir tous les acteurs du système alimentaire. Toutefois, en quoi ce CPA, qui devrait se concrétiser en fin d'année, aura-t-il une réelle influence sur la transition du système alimentaire vers plus de durabilité et sera-t-il ouvert à l'ensemble des acteurs du système? Cette communication se base sur un travail de recherche doctorale terminé il y a deux années et réactualisé. La méthodologie a consisté à réaliser des entretiens semi directifs auprès des acteurs en variant les échelles territoriales, les habitants, les agriculteurs, les bourgmestres et quelques ministres, ont été interrogés. Outre ces entretiens, nous avons dressé un état de l'art des concepts clés en termes de transition écologique qui touche aux systèmes agro-alimentaires, nous avons aussi interrogé récemment les concepteurs de la ceinture aliment terre de Liège, qui œuvrent pour la mise en place du CPA. Les premiers résultats montrent clairement qu'une réelle dynamique d'initiatives citoyennes en direction d'une relocalisation alimentaire existe à Liège, malgré les difficultés bien présentes de changer le système agro-alimentaire existant, le manque de maraîchers et de terres mises à disposition sont criants. Toutefois, la mise en place d'un CPA à Liège semble être enfin une solution pour requestionner le système alimentaire vers plus de durabilité...

Prendre soin de la terre : préparer la transition écologique par une réassociation des savoirs

Marc GOOSSENS, Rita OCCHIUTO, Elisa BALDIN, Chiara CARAVELLO, Giovangiuseppe VANNELLI et Karel WUYTACK

Faculté d'Architecture – ULiège, Unité de Recherche en Architecture (URA), LabVTP Ville-Territoire-Paysage

Résumé

Bien qu'aujourd'hui l'état d'urgence enclenché par la crise écologique est une évidence, les voies pour réassocier les savoirs restent un défi. Afin d'accompagner la transition culturelle nécessaire pour garantir la démocratie des actions territoriales, il faut puiser des compétences expertes et locales.

Le LabVTP (ULiège) s'inscrit dans une approche culturelle qui fonde l'étude des modes d'organisation des établissements humains sur l'observation fine et répétée dans le temps, des pratiques de transformation de la terre qui ont permis l'appropriation des lieux et l'identification communautaire. Il s'agit des méthodes de lecture, dépassant le seul artefact bâti et s'intéressant surtout aux raisons et aux significations de toute action humaine de compréhension, appropriation et d'exploitation de la Terre, entendue comme un bien commun toujours en mutation.

Le but de ces méthodes est de lire les interrelations entre architecture et modification des sols, permettant de décoder les écritures paysagères existantes, gravées sur le "corps territorial" entendu comme un matériau qui garde la mémoire de tout ce qui est advenu in situ au fil du temps.

Ces méthodes développées au sein du LabVTP, dans le cadre actuel des changements globaux, peuvent être utiles dans la gestion de la transition, en permettant de reconstruire les chaînes des signifiants qui ont conditionné, promu ou perturbé les milieux. La lecture des histoires et récits de la Terre amplifie les possibilités de consultation et engagement citoyen : de cette manière les visions expertes peuvent rencontrer ou implémenter les connaissances des habitants, de plus en plus éloignés et souvent inconscients des processus et des équilibres locaux.

Des cas d'étude concernant les interactions expertes et locales pourront illustrer l'utilité de réactiver des pratiques de connaissances reliant l'architecture à son substrat, ainsi que les pratiques créatives permettant de conjuguer l'équilibre environnemental à la configuration formelle et systémique des milieux.

Références :

Agence Ter, 2021. Sols Vivants. Socles de la nature en ville. Volume.

Besse J., 2003. Le paysage, entre le politique et le vernaculaire. Réflexions à partir de John Brinckerhoff Jackson. ARCHES, Association Roumaine des Chercheurs Francophones en Sciences Humaines, n° 6, pp. 9-27.

Godart (ed), 2015. Landscapes, participation and scientific expertise. Belgéo (special themed issue), 3.

Pavia R., 2019. Tra suolo e clima. La terra come infrastruttura ambientale. Saggine.

Pileri P., 2022. L' intelligenza del suolo. Piccolo atlante per salvare dal cemento l'ecosistema più fragile. Altraeconomia - Le talpe.

TVK, 2021. La terre est une architecture. Spector Books.

Au-delà des processus participatifs, les enquêtes comme expérimentation démocratique ? Le cas de la zone industrialo-portuaire de Fos-sur-Mer

Maud HALLIN

UR SPHERES /SEED, Université de Liège

Résumé

Les processus participatifs sont souvent abordés comme outils de décision démocratique. Mais en amont des choix sociotechniques ou politiques, des démarches d'enquête sont également nécessaires. Que peuvent apporter celles-ci à la transition écologique, dès lors qu'elles sont menées de façon participative ? Pour tenter d'y répondre, je m'intéresserai à la contribution des démarches d'enquêtes citoyennes centrées autour d'enjeux de productions de connaissances sur l'impact des pollutions industrielles sur l'environnement. Pour cela, je présenterai une enquête ethnographique en cours dans le territoire de la zone industrialo-portuaire de Fos-sur-Mer (France), en suivant les dynamiques collectives lâches, c'est-à-dire les enquêtes menées par des publics aux contours flous, rassemblant différents acteurs. Mon analyse me montre que, à travers la volonté de produire des connaissances spécifiques à ce territoire, les enquêtes menées à Fos vont au-delà d'une participation citoyenne procédurale en termes de concertation ou de sciences citoyennes. Loin d'une « course aux adaptations », ces démarches s'inscrivent plutôt dans un temps long ou présent épais, et produisent des héritages (du passé industriel à Fos) et des connexions partielles entre différents acteurs (y compris non humains). Par ailleurs, ces héritages et ces connexions partielles sont à envisager comme étant la fois les éléments constitutifs des enquêtes (ce qui les composent) et leurs résultats (ce qu'elles permettent de produire). Pour finir, il me semble que prendre au sérieux les efforts d'adaptation et de *faire avec* qui ne soient pas les synonymes d'une résignation impuissante de ces citoyens engagés, mais qui permettent au contraire de faire importer ce qui se joue dans les marges, nous ouvre la voie de nouvelles possibilités pour apprendre à habiter nos mondes abimés. Il se pourrait alors que ceci contribue aussi à l'instauration d'une justice écologique, envisagée ici comme un processus ouvert et transformatif d'un monde *en train de se faire*."

Transition écologique et co-construction citoyenne de l'aménagement des territoires côtiers : trois expériences participatives menées sur le littoral d'Occitanie dans le cadre du projet AATRE

Norélia VOISEUX

Université Paul Valéry - Montpellier 3

Résumé

Alors que les littoraux sont exposés à des vulnérabilités sur les plans écologique et climatique, l'aménagement de ces territoires suscite de fortes tensions qui peuvent opprimer les espaces traditionnels de décision (Hurard, 2011). Face à des politiques de « transition » écologique volontaristes encore trop peu appliquées, les citoyens se montrent de plus en plus attentifs à ces problématiques (Laurent, 2013), replaçant l'enjeu d'acceptabilité au cœur des projets de territoire (Roy, 2018). Pourtant, l'implication des citoyens se limite encore bien souvent à les informer ou les consulter assez tardivement, sans envisager la co-construction comme un outil d'aide à la décision en matière d'aménagement. Ainsi, les pratiques de concertation sont critiquées pour leur manque de flexibilité, de modernité et *in fine* d'effectivité, à la fois dans leur mise en œuvre et dans leurs effets (Blondiaux et Fourniau, 2011 ; Pioch, Rey Valette, et al., 2021). Afin de favoriser le développement de nouvelles pratiques de concertation, le projet de recherche-action AATRE accompagne différents projets d'aménagement du littoral d'Occitanie: 1) Un projet d'extension d'une aire marine protégée impliquant des conflits et des restrictions d'usages, qu'ils convient d'intégrer au mieux dans les réflexions et les futures décisions de gestion environnementale de cet espace. 2) L'implantation d'une usine de production d'hydrogène renouvelable suscitant des questions et des inquiétudes de la part des riverains et des élus locaux potentiellement impactés par ce projet. 3) Une concertation locale visant à discuter et à décider avec les habitants d'une commune de bord de mer des futurs (ré)aménagements de la bande côtière exposée aux risques littoraux (érosion, tempête) Ces trois terrains d'étude servent de cadre réel pour expérimenter et analyser des dispositifs hybrides (alliant présentiel et numérique), qui peuvent répondre aux principales carences adressées à la participation, et moderniser la relation entre décideurs et citoyens.

La place du citoyen « expert » vis-à-vis de celle du citoyen « profane » dans les processus de délibération : le cas du panel citoyen énergie-climat de la Ville d'Arlon

Marie BERTHOLET

UR SPHERES /SEED, Université de Liège

Résumé

Face à la crise de la démocratie représentative, les expérimentations en matière de participation citoyenne se multiplient, en particulier sur des sujets liés à l'environnement. La Ville d'Arlon ne fait pas exception : en 2021, elle initie un processus de délibération citoyenne autour de la transition énergétique en constituant un panel citoyen par tirage au sort. L'objectif est d'identifier les moyens de favoriser la mobilisation des citoyens par rapport aux actions identifiées dans le Plan d'Actions en faveur de l'Energie Durable et du Climat (PAEDC). Le PAEDC a été élaboré dans le cadre de l'adhésion de la Ville d'Arlon à la nouvelle Convention des Maires, par un comité de pilotage composé de mandataires communaux, d'experts techniques et de cinq citoyens arlonais (qualifiés ci-après de citoyens « experts ») sélectionnés sur base de leur candidature documentée.

Cette communication partagera l'expérience de l'[équipe SEED](#) (Département des sciences et gestion de l'environnement) tout au long de sa co-construction, avec le comité de pilotage, du projet de panel citoyen énergie-climat, et les questionnements qui l'ont traversée depuis l'intéressement des citoyens jusqu'à la valorisation des résultats du panel, en passant par les dispositifs d'animation des délibérations. Ces questionnements portent notamment sur la place du citoyen « expert » vis-à-vis de celle du citoyen « profane » dans les processus de délibération. En effet, dans le cas du panel citoyen d'Arlon, les citoyens experts occupent une place déterminante et endossent de multiples rôles (concepteurs du processus, experts, observateurs, participants). Cela laisse-t-il suffisamment de place aux apports des citoyens profanes ? D'ailleurs, qu'est-ce que ceux-ci peuvent apporter de plus que les citoyens experts ? Comment l'apport potentiel des citoyens profanes est-il compris, reconnu et recherché par les acteurs en présence (politiques, administration communale, experts, chercheurs), et comment cela se traduit-il dans la manière dont sont conçues les différentes phases du processus délibératif ? Cette communication explorera ces questions, afin de poser un regard critique sur la capacité d'un processus de délibération citoyenne à instaurer une symétrie des savoirs et à nourrir la démocratie.

Le besoin d'arbitrage dans la gouvernance pour une transition équitable

Sanda NICOLA et Serge SCHMITZ

Université de Liège, Laboratoire pour l'analyse des lieux, paysages et campagnes européens (Laplec, UR Sphères)

Résumé

Pour atteindre les objectifs de réduction des gaz à effet de serre, la sortie du charbon est présentée comme une nécessité. Par conséquent, la transition vers d'autres modèles économiques est en cours dans les communautés minières de toute l'Union européenne. La Commission européenne a mis en place des fonds spéciaux pour protéger les communautés vulnérables, qui sont accessibles dans le cadre institutionnel de la « transition équitable ». Cependant, l'implémentation d'une juste transition sur le terrain rencontre de nombreuses inerties et des visions divergentes quant à l'avenir. Les scénarios de reconversion réussie de mine impliquent le maintien des forces vives grâce au développement rapide d'autres activités économiques. Cependant, décider de l'activité économique post-minière la plus appropriée peut nécessiter des années de recherche et de consultation avec les parties prenantes. Grâce au Fonds pour la « transition équitable » et à d'autres instruments financiers, certaines opportunités de développement s'ouvrent pour les régions mono-industrielles, cependant les relations de pouvoir entre les acteurs locaux peuvent altérer les processus démocratiques nécessaires pour concevoir l'avenir vert d'une région. Compte tenu de l'ampleur et de la complexité des défis, plus tôt les acteurs étatiques ou non étatiques anticipent la fermeture, l'acceptent et mettent en œuvre des mesures pour amortir le choc de la transition, meilleurs seront les résultats. Cet article se concentre sur la vallée de Jiu, un bassin houiller roumain qui a été industrialisé de manière beaucoup trop ambitieuse par le dictateur communiste Nicolae Ceausescu, puis désindustrialisé de manière chaotique par les régimes postsocialistes. Partant du postulat que la bonne transition pourrait être une chance pour une relance durable du territoire, nous pointons la nécessité d'un arbitrage dans le jeu de pouvoir entre les différents acteurs car, si la transition est un processus très décousu, les racines de cette situation peuvent être trouvées dans les intérêts divergents des parties prenantes. De plus, plusieurs acteurs ou institutions peuvent revendiquer la légitimité du rôle d'arbitrage.

Référence :

Nicola, S., & Schmitz, S. (2022). *Discordant agendas on a just transition in Romanian coal mining areas: The case of the Jiu Valley*. *Moravian Geographical Reports*, 30(4), in press.

Faire résonner politique et ontologie du changement. Comment passer d'une politique du changement à une relation ontologique au changement

Pierre STASSART et Dorothee DENAYER

Université de Liège, UR SPHERES /SEED

Résumé

Le basculement dans l'anthropocène appelle à accélérer « le » changement : transformer les pratiques et les modes de vie ou encore les relations aux autres vivants. Une tension se manifeste dès lors entre l'ambition d'opérer des changements attendus, efficacement et amplement, et celle de co-construire des solutions inédites résultant d'une transformation, non plus de mode d'habiter généraux mais bien de relations situées. La capacité de collectif à faire des choix politiques et socio-techniques transformatifs est interrogée : comment faire entrer en résonance l'injonction de changement ambitieux avec une réalité complexe et ancrée ? Rassembler de façon large des acteurs dans des processus de type participatif (forum, agora, etc.) peut entrer en conflit avec rassembler qualitativement et de façon inclusive : les deux voies nourrissant deux formes différentes de légitimité scientifique et politique.

Cette proposition est traitée à travers l'analyse et les conclusions tirées de l'expérience transdisciplinaire TRIAL menée par l'équipe de chercheurs du SEED de 2019 à 2021. Celle-ci s'inscrit dans un enjeu majeur de l'anthropocène : celui de l'évolution de la forêt et en conséquence de la gestion de sa biodiversité. Elle visait concrètement, dans un cadre réglementaire spécifique défini à l'échelle politique régionale, à mettre en place à animer une agora citoyenne. Celle-ci était chargée de nourrir en propositions et de « colorer d'un point de vue citoyen » un master plan pour un projet inédit, le projet Nassonia, de partenariat public/privé entre l'administration wallonne et une Fondation. Ce Master plan a défini le cadre de la gestion « différenciée » de 1500 hectares, au sein de la plus grande forêt belge, à un horizon de quatre fois vingt ans autour de quatre thématiques : la naturalité, le tourisme, l'économie et la gouvernance.

Sans chercher à trancher, nous montrons comment différentes relations ontologiques au changement en tension ont co-existé. Nous en défendons le caractère expérimental et notamment l'enjeu et la difficulté de passer d'une politique du changement à une relation ontologique au changement.

UNE GESTION INTELLIGENTE POUR DIMINUER L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SANITAIRE DES BÂTIMENTS

Les changements climatiques en cours et futurs vont nécessiter de revoir et d'adapter les pratiques de constructions mais aussi de rénovation dans de nombreux pays. A côté de la question énergétique dont les impératifs sont renforcés par la situation géopolitique tendue, la conception dont la ventilation des bâtiments sont des questions cruciales dont la récente crise sanitaire a montré toute leur importance. Ces adaptations de nos façons de construire et d'habiter bénéficient de solutions techniques mais également du développement de solutions « smart » de gestion des bâtiments et du réseau énergétique.

A travers l'analyse d'initiatives concrètes et de confrontations interdisciplinaires sur les solutions existantes ou à créer, la session veut mettre en parallèle les choix en matière d'adaptation du bâti vis-à-vis des évolutions climatiques et l'importance de l'impact environnemental et sanitaire des bâtiments.

Coordonné par

Sébastien DOUTRELOUP, Xavier FETTWEIS, Philippe ANDRÉ et Anne-Claude ROMAIN

Vendredi 21 octobre 2022

09.15 – 11.00

- 1. Pr. Shady Attia - Sustainable Building Design Lab, Université de Liège**
Impacts of climate change on the indoor environment of buildings in Belgium: OCCuPANT Project.
- 2. Sébastien Doutreloup - Département de géographie, Université de Liège**
Génération de données climatiques pour évaluer la demande énergétique des bâtiments dans un contexte de réchauffement climatique.
- 3. Seyed Mohsen Pourkiaei - SAM, Université de Liège**
Impacts of climate change on IAQ in residential buildings.
- 4. Pr. Phillipe André - BEMS, Université de Liège**
Energy Management in Buildings: the increasing added value of numerical simulation.
- 5. Pauline Abrahams - BEMS, Université de Liège**
Évaluation croisée et intégrée de la performance énergétique et environnementale, de l'intelligence et de la résilience d'un bâtiment – indicateur p-i-r.
- 6. Stéphane Monfils - Université de Liège**
Projet de recherche AMORCE : comprendre l'environnement favorable qui devrait entourer la mise en place des Communautés de l'Energie à Liège.

Historical and future weather data for dynamic building simulations in Belgium using the regional climate model MAR: typical and extreme meteorological year and heatwaves

Sébastien DOUTRELOUP¹, Xavier FETTWEIS¹, Ramin RAHIF², Essam ELNAGAR³, Mohsen S. POURKIAEI⁴, Deepak AMARIPADATH² & Shady ATTIA²

¹ *Laboratory of Climatology and Topoclimatology, Department de Geography, University of Liège*

² *Sustainable Building Design Lab, Dept. UEE, University of Liège*

³ *Thermodynamics Laboratory, Aerospace and Mechanical Engineering Department, University of Liège*

⁴ *Atmospheres and Monitoring lab (SAM), Arlon Campus Environment, University of Liège*

Résumé

Increasing temperatures due to global warming will influence building, heating, and cooling practices. Therefore, this data set aims to provide formatted and adapted meteorological data for specific users who work in building design, architecture, building energy management systems, modelling renewable energy conversion systems, or others interested in this kind of projected weather data. These meteorological data are produced from the regional climate model MAR (Modèle Atmosphérique Régional in French) simulations. This regional model, adapted and validated over Belgium, is forced firstly, by the ERA5 reanalysis, which represents the closest climate to reality and secondly, by three Earth system models from the Sixth Coupled Model Intercomparison Project database (Eyring et al., 2016). The main advantage of using the MAR model is that the generated weather data have a high resolution (hourly data and 5 km) and are spatially and temporally homogeneous. The generated weather data follow two protocols. On the one hand, the typical meteorological year and extreme meteorological year files are generated largely inspired by the method proposed by the standard ISO15927-4 (European Standard, 2005), allowing the reconstruction of typical and extreme years, while keeping a plausible variability of the meteorological data. On the other hand, the heatwave event meteorological data are generated according to a method used to detect the heatwave events and to classify them according to three criteria of the heatwave (the most intense, the longest duration, and the highest temperature). All generated weather data are freely available on the open online repository Zenodo (Doutreloup and Fettweis, 2021) and these data are produced within the framework of the research project OCCuPANT (<https://www.occupant.uliege.be/> (last access: 24 September 2022) – ULiège).

References :

Doutreloup, S. and Fettweis X.: Typical & Extreme Meteorological Year and Heatwaves for Dynamic Building Simulations in Belgium based on MAR model Simulations (version 1.0.0), Zenodo [data set], <https://doi.org/10.5281/zenodo.5606983>, 2021.

European Standard: EN ISO 15927-4:2005 Hygrothermal performance of buildings – calculation and presentation of climatic data – Part 4: Hourly data for assessing the annual energy use for heating and cooling (ISO 15927-4:2005), 2005.

Eyring, V., Bony, S., Meehl, G. A., Senior, C. A., Stevens, B., Stouffer, R. J., and Taylor, K. E.: Overview of the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) experimental design and organization, *Geosci. Model Dev.*, 9, 1937–1958, <https://doi.org/10.5194/gmd-9-1937-2016>, 2016.

Impacts of climate change on IAQ in residential buildings

Mohsen POURKIAEI et Anne-Claude ROMAIN

University of Liège, Environmental Management and Science Department, Sensing of Atmospheres and Monitoring Laboratory (SAM Lab), University of Liège

Résumé

Indoor Air Quality (IAQ) of residential buildings is a crucial field of study as it aims at important subjects: providing healthy indoor air to inhabitants, avoiding high pollutants concentration and impacts of extreme heat events along with climate change (CC) and global warming concerns. In order to set up a performance-based method, a critical question has to be answered: What are the impacts of CC on the IAQ sensitivity in residential buildings? To address this question in line with the [OCCuPANT](#) project, first, fabricated low-cost IAQ monitors were calibrated with reference analysers. In the next step, an IAQ measurement campaign was carried out in the summer of 2021 & 2022 in the south of Belgium. In parallel, IAQ parameters were computed using designed IAQ model in CONTAM software for the test case-study house. Subsequently, the developed IAQ model was fed by future regional climate data (derived from MAR model and SSP scenarios), and future regional air pollution data (derived from CNN-Bi-LSTM deep learner network) to simulate the IAQ state at the mid (2050's) and end-century (2100's). Finally, in order to objectivize and quantify the importance of CC effects on IAQ, the temporal evolution of a novel IAQ-CC index (CAPI) was examined.

References :

2018. "Global warming of 1.5°C". An IPCC Special Report on the impacts of global warming of, IPCC SR15. pp. 49–91.

Fazli, T., Dong, X., Fu, J. S., & Stephens, B. (2021). Predicting US residential building energy use and indoor pollutant exposures in the mid-21st century. *Environmental Science & Technology*, 55(5), 3219-3228.

Fisk, W. J. (2015). Review of some effects of climate change on indoor environmental quality and health and associated no-regrets mitigation measures. *Building and Environment*, 86, 70-80.

Nazaroff, W. W. (2013). Exploring the consequences of climate change for indoor air quality. *Environmental Research Letters*, 8(1), 015022

Chang, L., Lee, Y., Kim, C. K., & Lee, D. S. (2018). Development of a multimedia model (IIAQ-CC) to assess climate change influences on volatile and semi-volatile organic compounds in indoor environments. *Building and Environment*, 143, 217-226.

Stephens, B., 2019, Final Report: Combining Measurements and Models to Predict the Impacts of Climate Change and Weatherization on Indoor Air Quality and Chronic Health Effects in U.S. Residences (R835750).

Du, S., Li, T., Yang, Y., & Horng, S. J. (2019). Deep air quality forecasting using hybrid deep learning framework. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 33(6), 2412-2424.

Energy Management in Buildings: the increasing added value of numerical simulation

Phillipe ANDRE

BEMS, Université de Liège

Résumé

Buildings are evolving to more and more complex systems. To maintain the performance targeted at the design stage, an efficient control system is required. This control system is facing multiple constraints: several performance criteria, sometimes antagonist, must be taken into account, multiple energy sources may be used by the building and a number of uncertainties, of which the climate and the behaviour and the action of the user on the system, have a strong impact on the overall performance.

To address these issues, control systems are more and more sophisticated, based upon approaches that may be common in other industries (like optimal and predictive control) or in development like several paradigms involving "evolutionary" approaches (neural networks, genetic algorithm, particle swarm and many others).

These "advanced" control strategies are most of the time based upon the use of a simulation model of the system to be controlled. This model is very often a "simplified" model, developed following a "black-box" or "grey-box" modelling approach, but may also be provided by a detailed simulation running inside the controller and exchanging information in real-time. This combination leads to the concept of "simulation-based" control.

The presentation will survey the existing approaches for controlling building systems, from established and robust approaches (like the classical "PID" controller) to more advanced strategies involving the use of simulation models. The potential benefits of the integration of simulation models inside the controller will be presented and illustrated.

Évaluation croisée et intégrée de la performance énergétique et environnementale, de l'intelligence et de la résilience d'un bâtiment – indicateur p-i-r

Pauline ABRAHAMS

BEMS, Université de Liège

Résumé

Le changement climatique a inexorablement induit une nécessité de transition dans nos modes de consommation. Et cette transition devient d'autant plus urgente, comme le rappelle le dernier rapport du GIEC paru en avril 2022[1], que les effets de la crise climatique se font de plus en plus sentir et impactent significativement notre quotidien. Face à ce constat, des stratégies de résilience sont proposées comme solutions alternatives à la lutte face au changement climatique. Le terme « résilience » est ainsi de plus en plus utilisé et connaît depuis peu une popularité croissante, tant dans les domaines académiques et scientifiques que dans la sphère politique et sociale [2]. La résilience est un concept complexe qui même aujourd'hui ne fait pas consensus dans la littérature scientifique et qui peut s'appliquer à des gens ou des communautés, des lieux, des écosystèmes ou à des systèmes complexes de type socio-écologiques [2], [3] mais aussi à des infrastructures tels que les bâtiments. Ces derniers, pouvant être considérés comme des systèmes complexes ayant leurs propres propriétés physiques intrinsèques, ont évolué au cours des dernières décennies pour se voir être de plus en plus performants, intelligents et résilients. Bien que l'évaluation de la performance énergétique et environnementale, et depuis peu le niveau d'intelligence, du bâtiment soient largement documentées et standardisées, il n'en est pas de même pour sa résilience. Certains chercheurs se sont penchés sur la question et ont développé une analyse comparative pour donner les lignes guide à l'élaboration d'un indicateur de classe de résilience thermique du bâtiment [4]. Cependant, de manière générale, il n'existe pas de méthodologie permettant d'évaluer de manière croisée et intégrée la performance (énergétique et environnementale), l'intelligence et la résilience du bâtiment. C'est le sujet abordé dans la thèse initiée par l'auteure en juin 2022. L'état des connaissances actuelles sur les différentes méthodes d'évaluation de ces trois propriétés du bâtiment sera présenté et un premier travail de recherche sur la manière dont elles s'influencent mutuellement sera également abordé. La finalité du travail de thèse est de pouvoir par la

suite élaborer une méthode, sur base d'une approche systémique, qui permettrait d'évaluer de manière intégrée les propriétés PIR (Performance, Intelligence, Résilience) d'un bâtiment.

Références :

- [1] V. Masson-Delmotte et al., « An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty », p. 630.
- [2] S. Meerow, J. P. Newell, et M. Stults, « Defining urban resilience: A review », *Landsc. Urban Plan.*, vol. 147, p. 38-49, mars 2016, doi: 10.1016/j.landurbplan.2015.11.011.
- [3] W. N. Adger, K. Brown, et J. Waters, « 696 Resilience », in *The Oxford Handbook of Climate Change and Society*, J. S. Dryzek, R. B. Norgaard, et D. Schlosberg, Éd. Oxford University Press, 2011, p. 0. doi: 10.1093/oxfordhb/9780199566600.003.0047.
- [4] S. Homaei et M. Hamdy, « *Thermal resilient buildings: How to be quantified? A novel benchmarking framework and labelling metric* », *Build. Environ.*, vol. 201, p. 108022, août 2021, doi: 10.1016/j.buildenv.2021.108022

Projet de recherche AMORCE : comprendre l'environnement favorable qui devrait entourer la mise en place des Communautés de l'Energie à Liège

Stéphane MONFILS

Université de Liège Département Sciences et Gestion de l'Environnement

Résumé

L'objectif du projet de recherche AMORCE est de mettre en place les premières Communautés d'énergie (CE) à Liège, et de suivre leurs premiers pas en tant que Living Labs. Une facette du projet consiste à fournir un chapelet de solutions techniques, technologiques, financières pour le rendre possible. Un autre versant, décrit dans cette présentation, consiste à accompagner les communautés sur le chemin difficile de la prise de décision qui conduirait à une CE réussie sur le long terme. Une forte hétérogénéité parmi les occupants en termes d'âge, d'éducation, de revenus ou de statut d'occupation, ainsi que des intérêts et des perceptions variables, peuvent rendre difficile le rassemblement et l'accord sur un projet commun (Sotovia, 2018, p. 3). La création d'un environnement favorable (définition adaptée de World Bank, 2003) implique l'interaction d'une variété d'acteurs et de facteurs externes (législation, finances, etc.), qui doivent être en place afin d'accélérer la mise en œuvre de communautés énergétiques. Le modèle socio-écologique (SEM) (Bronfenbrenner, 1977) est utilisé pour comprendre les

interrelations des facteurs personnels et externes. Cet environnement propice autour d'une CE réussie est montré dans ces études de cas comme étant plus qu'une simple facilitation de processus ou un schéma de financement. Plusieurs facteurs sont nécessaires, aux niveaux local, régional, national et européen, pour en faire un succès. Cela demande aussi du temps, de l'énergie, un investissement personnel et une acceptation sociale (Monfils et Van Zeijl, 2020). Cette étude se conclut par des propositions et des recommandations politiques, aux différents niveaux du modèle socio-écologique.

Références :

Bronfenbrenner, U. (1977). Toward an experimental ecology of human development. *American Psychologist*, 32, 513–529.

Sotovia, C. (2018). Accelerating Energy Retrofitting in Condominiums in Liège and Paris via behavioral change: recommendations to the Interreg Program ACE-Retrofitting. Université de Maastricht.

Monfils, S., & van Zeijl - Rozema, A. (2020). ACE Retrofitting in-depth case study: the Manival condominium near Grenoble. *Energy Cities*

World Bank. (2003). Enabling Environments for Civic Engagements in PRSP Countries. *Social Development Notes*, 82.

LA GESTION DES EXTRÊMES PLUVIOMÉTRIQUES : PRÉVENIR, PRÉPARER, PROTÉGER

Les actualités récentes font état, aux quatre coins du globe, de crises majeures liées à un excès ou un déficit pluviométrique. Que l'on parle d'inondations – phénomènes plutôt brutaux et ciblés sur des espaces restreints – ou de sécheresses – phénomènes à la cinétique lente et à l'ampleur large –, les conséquences de ces événements sont multiples, cumulatifs et très souvent dramatiques. En plus des pertes humaines, économiques et patrimoniales, ces catastrophes traumatisent et défigurent durablement le territoire et ses populations. Le manque de préparation et d'anticipation ainsi que les limites des modèles actuels sont souvent pointés comme des causes principales de l'ampleur des impacts des extrêmes climatiques hydrologiques, d'autant plus lorsque ces événements sont hors cadres et tout à fait exceptionnels. Certes, il est quasiment impossible d'éviter l'occurrence de ces aléas. Il est néanmoins possible d'en diminuer les conséquences négatives de manière efficiente et durable. Prévenir, se préparer et se protéger sont trois réponses sociétales qui permettent d'atteindre cet objectif. Dans un monde futur en transition où il est maintenant acquis que le changement climatique actuel – responsabilité de l'Homme – provoquera une hausse des températures globales sur la Terre ainsi qu'une augmentation de la fréquence et de l'intensité des extrêmes climatiques, il est fondamental de faire évoluer les modes de gestion des inondations et des sécheresses – avant, pendant et après les crises – et de mettre cette thématique au centre de nos préoccupations.

La session a pour but de confronter des recherches abordant la problématique de la gestion des extrêmes pluviométriques, que ce soit en Belgique, en Europe mais aussi dans des pays du Sud avec une priorité donnée aux études s'intéressant, d'un point de vue interdisciplinaire, à la prévention, la préparation et la protection face à ces événements.

Coordonné par

Kévin THIBAUT, Bakary DJABY et Pierre OZER

9h15– 11.00 Première partie

- 1. Pierre-Alain Ayrat, Ingénieur de recherche, Laboratoire ESPACE, CNRS, France**
HydroPop : un programme de recherche dédié aux basses eaux en Cévennes (Méditerranée, France) – Mesure, sciences participatives et gestion de crise
- 2. Sébastien Dujardin, Institute of Life, Earth and Environment, UNamur, Belgique**
Analysing people's (im-)mobility during climate-extremes and disasters: new evidence from Facebook data
- 3. Deogratias Nahayo, UR SPHERES, ULiège, Belgique ; INES-Ruhengeri, Rwanda**
Implication of land use/land cover variabilities on rainfall-runoff response in Mukungwa and Sebeya watersheds, NW Rwanda
- 4. Table ronde animée par Pierre Ozer, climatologue, UR SPHERES, ULiège, Belgique**

11.00 – 11.15 Pause-café

11.20 – 13.05 Deuxième partie

- 5. Aline Thiry, Laboratoire SPIRAL, ULiège, Belgique**
Le Covid-19 et les inondations de juillet 2021 : deux crises qui ont mis sous tension notre modèle de gestion des risques.
- 6. Kevin Thibaut, UR SPHERES, Département des Sciences et Gestion de l'Environnement, ULiège, Belgique**
La frise chrono-systémique comme outil d'aide à la compréhension « post-crise » des risques à impacts multisectoriels. Application à des extrêmes climatiques hydrologiques (sécheresses et inondations) en Wallonie (Belgique)
- 7. François Paulus, Service Public de Wallonie, Agriculture, Ressources naturelles Environnement (SPW ARNE), Namur, Belgique**
Stratégie Intégrale Sécheresse (SIS) : le Dispositif Sécheresse Wallon (DSW) et le Schéma Régional des Ressources en eaux (SRRE)
- 8. Discussion et synthèse des trois interventions par Pierre-Alain Ayrat, Ingénieur de recherche au CNRS, spécialiste des extrêmes hydrologiques, France**
- 9. Table ronde animée par Pierre Ozer, climatologue, UR SPHERES, ULiège, Belgique**

16.30 – 17.30 Exposition de posters

HydroPop : un programme de recherche dédié aux basses eaux en Cévennes (Méditerranée, France) – Mesure, sciences participatives et gestion de crise

Pierre-Alain AYRAL¹, Philippe MARTIN¹, Nathalie BRACHET¹, Ingrid CANOVAS^{1,2}, Patricia CICILLE¹, Mathieu COULOM¹, Anthony DALLE¹, Jean-François DIDON-LESCOT¹, Jean-Marc DOMERGUE¹, Annick DOUGUÉDROIT¹, Nathalie DUBUS¹, Maxime GILLET³, Nadine GRARD¹, Sarah HASSINI^{1,2}, Corinne LE GALL LA SALLE³, Christian LOPEZ², Sylvie MORARDET⁴, Stanislas MVOULA², Billy POTTIER², Sophie SAUVAGNARGUES², Rosario SPINELLI², Florian TENA-CHOLLET², Patrick VERDOUX³

¹ Aix Marseille Univ, Université Côte d'Azur, Avignon Université, CNRS, ESPACE, UMR

² Laboratoire des Sciences des Risques (LSR), IMT Mines Ales, Ales, France

³ EPR CHROME, Université de Nîmes, Nîmes, France

⁴ UMR G-EAU, INRAE, Montpellier, France

Résumé

Le programme de recherche HydroPop : vers une hydrologie populaire et participative s'intéresse aux basses eaux sur les parties cévenoles des Gardons et de la Cèze (affluents méditerranéens en rive droite du Rhône). Ces travaux sur les basses eaux s'orientent sur 5 actions principales : (1) la mesure des débits d'étiage au travers du suivi de 15 stations hydrométriques permettant de fournir durant l'été, de manière hebdomadaire, le débit aux décideurs locaux et à la population, (2) la transcription de ces débits au travers d'échelles de criticité de l'étiage (échelle GraviSec) installées sur plusieurs points des bassins versants pilotes, (3) la réalisation d'une enquête auprès de la population sur la perception des rivières et de la ressource en eau, (4) l'intégration d'une démarche participative plurielle sur le suivi des basses eaux et (5) la réalisation d'un scénario de gestion de crise sécheresse à l'échelle locale. Une fois ces actions présentées, celles dédiées à la démarche participative et à la gestion de crise seront détaillées.

De 2017 à 2020, l'équipe de recherche a développé de nombreuses actions (mesures, enquêtes, conférences, jeux sérieux, ...) autour des basses eaux durant la période estivale. Ces actions ont permis l'obtention de jeux de données très complets qui ont abouti à des outils opérationnels permettant aux gestionnaires de poursuivre la démarche en s'appropriant les différents et très variés résultats. A ce jour le transfert est en cours, notamment le réseau de mesure, et des recherches continuent, tout particulièrement sur le volet gestion de crise en poursuivant le développement du scénario de gestion de crise sécheresse, déjà testé avec succès¹. Les potentialités de l'outil dépassent en effet 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.

¹ <https://www.youtube.com/watch?v=FS5Y21K9jp0>

Analysing people's (im-)mobility during climate-extremes and disasters: new evidence from Facebook data

Sébastien DUJARDIN¹, Corentin VISÉE² et Catherine LINARD³

¹*Université de Namur, Institute of Life, Earth and Environment (ILEE) et Institut Transitions, Département de Géographie*

²*Université de Namur, Département de Géographie*

³*Université de Namur, Institute of Life, Earth and Environment (ILEE) et Namur Research Institute for Life Sciences (Narilis), Département de Géographie*

Résumé

Assessing human responses to extreme weather events is of great importance to plan for climate-related risks and improve disaster management. In this research, we investigate changes in mobility trends of Facebook users during the 2021 flood in Europe. We use advanced spatial-analytical techniques to identify hot spots of mobility change across Belgium, the Netherlands, Germany, and Luxembourg. We find heterogenous peaks of (im-)mobility across time and regions, with notable variability within hydrographic basins. Major changes of population density can also be detected before, during, and after the flood event. While caution must be taken regarding the representativeness of Facebook data, our findings remain valuable for guiding disaster management strategies in complementarity with other satellite-based datasets. These emphasise the value of data-sharing by tech companies and potentially opens up new opportunities for more coordinated responses to climate-extremes at the international level.

Implication of land use/land cover variabilities on rainfall-runoff response in Mukungwa and Sebeya watersheds, NW Rwanda

Deogratias NAHAYO^{1,2}, Bernard TYCHON¹, Pascal SIBOMANA^{2,4}, Emmanuel RUKUNDO^{2,7}, Olivier DEWITTE⁶, Umaru GARBA WALI⁵ & Matthias VANMAERCKE³

¹*SPHERES Research Unit, University of Liège, Belgium – dnahayo@uliege.be*

²*Department of Civil Engineering, INES-Ruhengeri, Musanze, Rwanda*

³*Department of Earth and Environmental Sciences, KU Leuven, Belgium*

⁴*Department of Geography, University of Liège, Liège, Belgium*

⁵*School of Engineering, College of Science and Technology, University of Rwanda, Rwanda*

⁶*Department of Earth Sciences, Royal Museum for Central Africa, Tervuren, Belgium*

⁷*Rwanda Water Resources Board, Rwanda*

Abstract

Climate and land use/land cover (LULC) change are the most factors influencing surface runoff processes. However, most hydrological studies were concentrated to the climate change without taking into account of the LULC variabilities. This study aimed at assessing the implication of the LULC variabilities on the rainfall-runoff response (RRR) in the Mukungwa and Sebeya watersheds (2,150km²) of Northwestern-Rwanda. To achieve this, the following methodology was used.

The LULC tagged image file format (TIFF) of 2000, 2010, and 2020 were analyzed in quantum geographical information system (QGIS) to detect LULC change during each decade, and to weigh the soil conservation service-curve number (SCS-CN) of each subbasin. Rainfall data from twelve rain-gauge stations, chosen as monitoring sites of the study area, were used. Their corresponding rainfall intensity-duration-frequency (IDF) curves were developed to estimate the design and incremental rainfalls. The hypothetical 10-year-return-period rainfalls were chosen as the only precipitation inputs of the meteorological model. The hydrological engineering center-hydrological modeling system (HEC-HMS) was used to evaluate the effects of LULC variations on RRR at the end of each decade (2000, 2010, and 2020).

The results showed that, in 20 years, forested area, grassland, cropland, water body, and built-up areas were changed from 29.7 to 17.9%, 1.5 to 3.6%, 60.5 to 69.0%, 7.9 to 8.2%, and 0.5 to 1.3% respectively in Mukungwa watershed; and 50.9 to 33.1%, 18.9 to 30.0%, 29.5 to 34.7%, 0.1 to 0.002%, and 0.6 to 2.3% respectively in Sebeya watershed. These have affected the rainfall-runoff response at the sub-catchments and the whole catchments levels in terms of increases of runoff volumes. As conclusion, the decrease in forest and increase in grassland/cropland covers have significantly affected the increase in runoff volume [2368.35, 2304.46, and 2456.58m³/s (34.2, 33.42, and 36.27mm) in Mukungwa, and 566.19, 599.98, and 592.71 m³/s (32.33, 34.2 and 34.17mm) in Sebeya] in 2000, 2010 and 2020 respectively.

References:

- Das, P. C.; Esraz-Ul-Zannat, M. Assessing the Impactsof Land Use-Land Cover Changes on Direct Surface Runoff: A Remote Sensing Approach in Khulna City. *Water Sci. Technol.* **2022**, *85* (10), 3122–3144, doi.org/10.2166/wst.2022.097.
- Mekuriaw, T. Evaluating Impact of Land-Use/Land-Cover Change on Surface Runoff Using Arc SWAT Model in Sore and Geba Watershed, Ethiopia. *J. Environ. Earth Sci.* **2019**, No. October 2019, doi.org/10.7176/jees/9-10-02.
- Nahayo, D.; Wali, U. G.; Anyemedu, F. O. K. Irrigation Practices and Water Conservation Opportunities in Migina Marshlands. *Int. J. Ecol. Dev.* **2010**, *16* (S10), 100–112.
- Nyamathi, S. J.; Arelt, A. Modelling of Short Duration Rainfall IDF Equation for Bangalore City Research and Reviews : Journal of Engineering and Technology Modelling of Short Duration Rainfall IDF Equation for Bangalore City. *Res. Rev. J. Eng. Technol.* **2015**, *2* (3), 80–86.

Akan, A. O.; Houghtalen, R. J. Urban Hydrology, Hydraulics, and Stormwater Quality: Engineering Applications and Computer Modeling. **2003**, 373.

Pasche, N.; Alunga, G.; Mills, K.; Wehrli, B.; Schmid, M. Abrupt Onset of Carbonate Deposition in Lake Kivu during the 1960s : Response to Recent Environmental Changes. **2010**, 931–946, doi.org/10.1007/s10933-010-9465-x.

Le covid 19 et les inondations de juillet 2021 : deux crises qui ont mis sous tension notre modèle de gestion des risques

Aline THIRY et Catherine FALLON

Centre de recherche SPIRAL, Université de Liège, Belgique

Résumé

Voilà des décennies que la gestion publique de nos sociétés occidentales développe un discours de maîtrise et de contrôle des évènements. Il suffit d'un minuscule virus pour faire éclater les structures d'expertise qui tendent à stabiliser notre mode de vie. Il suffit de torrents de pluies convectives pour détruire ces protections dérisoires censées encadrer les risques d'inondation d'une vallée particulièrement vulnérable. La force de destruction de ces évènements naturels nous a pris par surprise, malgré une infrastructure de gestion des risques développée sur tout le territoire. Nous défendons l'hypothèse que ces crises débordent le cadre de la gestion de crise, mettant en évidence un hiatus au cœur de l'infrastructure de gestion des risques dont la Belgique est pourtant si fière : la difficulté de tirer les leçons du passé et de se préparer à gérer des crises systémiques à haute turbulence et forte incertitude.

En tant qu'universitaires actives dans le domaine de la gestion de crise depuis une dizaine d'années, nous avons décidé de mobiliser des informations documentaires (documents officiels, rapports administratifs et médias) ainsi que le contenu des discussions et séminaires organisés avec les principaux partenaires professionnellement engagés dans la gestion de la crise de Covid en région wallonne ainsi que la gestion de la crise des inondations de juillet 2021. Ces deux catastrophes imposent aux auteures une prise de recul, pour réfléchir aux transformations profondes qu'elles provoquent en matière de gestion de crise et de planification d'urgence pour ouvrir de nouvelles lignes de recherche et lancer des pistes de réformes dans ce secteur.

La frise chrono-systémique comme outil d'aide à la compréhension « post-crise » des risques à impacts multisectoriels. Application à des extrêmes climatiques hydrologiques (sécheresses et inondations) en Wallonie (Belgique)

Kevin THIBAUT

Département des Sciences et gestion de l'environnement, Unité de recherches SPHERES, Université de Liège, Belgique

Résumé

Le déroulement des faits marquants d'une crise et les interactions entre ceux-ci sont des éléments primordiaux dans le processus de retour d'expérience et de compréhension « post-crise » d'un risque, d'autant plus si celui-ci a des impacts nombreux et interdisciplinaires. Une meilleure connaissance des dynamiques alimentant ce risque permet en effet d'améliorer la gestion de crises futures en corrigeant les dysfonctionnements passés identifiés.

Dans le cadre des extrêmes climatiques hydrologiques durant lesquels les conséquences sont extrêmement variées, que ce soit sectoriellement, spatialement ou temporellement, la difficulté d'obtenir une vision globale des événements et de comprendre les liens les unissant est réelle. Un outil permet cependant de rassembler ces éléments complexes en un schéma synthétique : la « frise chrono-systémique ». Celle-ci peut être définie comme un instrument interdisciplinaire d'analyse des processus de changements dans un territoire. Le terme « chrono » symbolise l'échelle temporelle de l'événement et le terme « système » englobe un ensemble d'approches multifactorielles de la problématique étudiée. Sur la frise, ces éléments temporels et systémiques vont être connectés par des liens logiques mettant en évidence, pour plusieurs dimensions simultanément, les dynamiques processuelles à l'œuvre.

La frise chrono-systémique est particulièrement adaptée à une analyse holistique des risques liés aux déficits ou aux excès pluviométriques – qui, par ailleurs, sont amenés à se répéter et s'intensifier davantage en Europe en raison du réchauffement climatique –. Pour illustrer l'intérêt de cet outil, deux cas d'étude ont été considérés : la succession des sécheresses de 2018, 2019 et 2020 et les inondations de juillet 2021 en Wallonie (sud de la Belgique). Ces crises exceptionnelles ont été étudiées sous les angles des conditions environnementales (climat et hydrologie), du contexte économique et social (production d'eau, agriculture, milieux naturels, énergie, navigation, tourisme, santé publique, infrastructures) et des décisions politiques à différents échelons de pouvoir.

QUELS FUTURS POUR NOS COURS D'EAU FACE AUX CHANGEMENTS GLOBAUX ?

Les inondations de juillet 2021 en Europe ont montré la vulnérabilité de nos sociétés face aux catastrophes naturelles amplifiées par le réchauffement climatique ainsi que par les altérations hydromorphologiques subies par les cours d'eau. Ces altérations de la qualité physique des cours d'eau résultent des pressions anthropiques exercées sur les cours d'eau depuis des siècles (curage, rectification de tracé et chenalisation, enrochement des berges et suppression de la ripisylve, imperméabilisation des sols, etc.). Afin de rendre les rivières plus résilientes face aux événements extrêmes liés aux changements globaux, il est nécessaire de repenser leur gestion. Il s'agirait notamment de proposer des solutions afin de restaurer le fonctionnement hydro-sédimentaire des cours d'eau et d'en améliorer la qualité écologique.

La session vise à confronter des savoirs acquis tant par la recherche scientifique que par les gestionnaires des fleuves et des rivières afin de tracer les grandes lignes de l'évolution des cours d'eau et de leur gestion, en particulier en zone tempérée.

Coordonné par

Geoffrey HOUBRECHTS

11.20 – 13.05 Première partie

1. Pr. Michel Piroton, Université de Liège

Plus jamais cela ? Reconstitutions hydrologique et hydraulique des événements de juillet 2021 et remise en contexte statistique

2. Dr. Ir. Sébastien Gailliez, Directeur de Service public de Wallonie agriculture, ressources naturelles et environnement

Les inondations de juillet 2021 ont-elles changé la vision de la gestion des cours d'eau ?

3. Pr. Jacques Teller, Université de Liège

Le Schéma Stratégique Vesdre : vers un aménagement résilient du bassin versant

4. Quintia Vaessen, doctorante FRIA, Université de Liège

La mulette épaisse, bioindicateur clé des changements actuels et à venir ?

13.15 – 14.15 Pause déjeuner

14.30 – 16.15 Deuxième partie

1. Pr. Aurore Degré, Université de Liège, Gembloux

La résilience hydrologique des paysages

2. Pr. Laurent Schmitt, Université de Strasbourg

Navigation, hydroélectricité, héritages sédimentaires, gestion et restauration transfrontalières durables du Rhin supérieur

3. Dr. Alexandre Peeters, Université de Lyon, UMR 5600 Environnement Ville Société, CRNS, Site ENS de Lyon

La restauration écologique en tant que levier pour maintenir la biodiversité aquatique : exemples d'actions de restauration mises en œuvre sur le Rhône

4. Camille Fraudin, Université de Liège

Restauration du Bocq : bilan hydromorphologique et écologique après dix années (Wallonie, Belgique)

16.30 – 17.30 Exposition de posters

Plus jamais cela ? Reconstitutions hydrologique et hydraulique des événements de juillet 2021 et remise en contexte statistique

Michel PIROTON, Christophe DESSERS, Sébastien ERPICUM, Benjamin DEWALS et Pierre ARCHAMBEAU

*HECE | Hydraulique de l'environnement naturel et construit
ArGEnCo | Architecture, Géologie, Environnement & Constructions
Université de Liège*

Résumé

Les événements de juillet 2021 ont été tellement intenses dans la vallée de la Vesdre qu'ils ont mis à mal les systèmes de mesure le long du filaire de la rivière.

Le manque d'informations objectives qui en a résulté ne peut être comblé que par une chaîne de modélisations numériques, hydrologique et hydraulique, spatialement et temporellement distribuées.

C'est ce qui a été réalisé juste après l'épisode en exploitant la suite logicielle WOLF. Les simulations, dont la pertinence est avérée sur base d'observations disponibles pendant ou après l'événement, décrivent le déroulé de la catastrophe, avec des ordres de grandeur fiables de débits et hauteurs atteints sur tout le bassin versant.

En alimentant la réflexion sur l'historique ainsi complété des stations de mesure, ces modélisations constituent une première étape dans la démarche d'analyse et de réflexion fondamentale pour une reconstruction résiliente de la rivière et de son bassin.

Les inondations de juillet 2021 ont-elles changé la vision de la gestion des cours d'eau ?

Sébastien GAILLIEZ

*Service public de Wallonie, agriculture, ressources naturelles et environnement
Département du Développement, de la Ruralité, des Cours d'eau et du Bien-être animal
Direction des Cours d'Eau non navigables*

Résumé

Depuis plusieurs années, les gestionnaires s'appliquent à travailler au niveau des cours d'eau de manière intégrée. En effet, l'ensemble des acteurs ont œuvré afin de rédiger un nouveau décret adopté fin 2018 pour la gestion des cours d'eau non navigables.

Cette gestion repose sur 4 enjeux : Biodiversité, Economie, Inondation, Socio-culturel. Cette gestion n'a en aucun cas pour but de satisfaire des intérêts purement privés mais doivent être réalisés dans l'intérêt collectif et pour réaliser une gestion intégrée, équilibrée et durable des cours d'eau.

Dans ce décret, les travaux d'entretien et de petite réparation visés par l'article D.37, §1er sont notamment :

- le nettoyage des cours d'eau non navigables, y compris dans les parties voutées, et notamment le curage, la remise sous profils ainsi que la collecte de débris, de branchages, d'embâcles et de matériaux encombrants ;
- l'entretien et la petite réparation des ouvrages appartenant aux gestionnaires qui sont situés dans les cours d'eau non navigables, en ce compris la consolidation des berges affaissées au droit de ces ouvrages et l'enlèvement des atterrissements liés à ces ouvrages, sans préjudice de l'application de l'article D. 39 ;
- l'entretien et l'élimination de la végétation située sur les berges des cours d'eau non navigables, notamment par débroussaillage, abattage, débardage, recépage, ébranchage, déchiquetage, dessouchage, plantation, échardonnage, faucardage, et la destruction des plantes invasives ;
- la petite réparation et le renforcement des digues qui existent le long des cours d'eau non navigables et l'enlèvement de tout ce qui s'y trouve, que ces digues appartiennent à des personnes de droit privé ou public ;
- l'entretien, la petite réparation et les mesures propres à assurer le fonctionnement normal des stations de pompage en lien avec les cours d'eau non navigables, que celles-ci appartiennent à des personnes de droit privé ou public.

Les crues de juillet 2021 ont apporté des milliers de tonnes de déchets (citernes, voitures, matières plastiques, déchets de construction, ...) dans de nombreux cours d'eau de Wallonie. Elles ont aussi déstabilisé voire détruit des infrastructures (ponts, routes, ...) et des ouvrages de protection tels que des berges artificielles (perrés, talus, murs verticaux ...) et des barrages. Ces dégâts ont nécessité la mise en œuvre extrêmement rapide de travaux de nettoyage et de sécurisation/reconstruction. Ceux-ci se sont déroulés en 2 phases : une 1ère phase d'extrême urgence afin de rétablir l'écoulement et de faire face aux atteintes les plus dommageables (retrait des voitures, stabilisations urgentes d'ouvrages d'art ou de protection, ...), et une 2ème phase urgente de nettoyage/curage et de sécurisation.

Lors de la deuxième phase, les travaux suivants ont été réalisés :

- La gestion des atterrissements,
- Les embâcles,
- La protection d'ouvrages,
- La reconstruction des berges,
- La gestion de la ripisylve,
- Les déchets dans les cours d'eau,
- Les arbres et arbustes dans le lit mineur.

De nombreux travaux exceptionnels ont été réalisés dans un contexte de crise mais, la phase d'urgence étant terminée, les gestionnaires de cours d'eau, malgré le travail conséquent de reconstruction restant à effectuer, reprennent une méthodologie de travail identique à celle utilisée avant les inondations de juillet 2021.

Le Schéma Stratégique Vesdre : vers un aménagement résilient du bassin versant

Jacques TELLER

LEMA, Université de Liège

Résumé

La vallée de la Vesdre a été très durement impactée lors des inondations de juillet 2021, et ce tant en termes de pertes humaines que de dégâts matériels. Ce bassin versant a connu une importante dynamique d'urbanisation et d'industrialisation au cours du XIX^{ème} et début du XX^{ème} siècle. Les fonds de vallée sont occupés par un habitat dense, sans aucun recul par rapport aux berges et à proximité directe d'anciens sites de production industrielle. Le tracé de la Vesdre a par ailleurs été revu à de nombreuses reprises pour les besoins de l'industrie et des communications routières ou ferroviaires. Tous ces éléments contribuent à une forte exposition de l'habitat et des services urbains. On a par ailleurs assisté au cours de la deuxième moitié du XX^{ème} siècle à un transfert progressif des activités économiques depuis le fond de vallée vers les zones d'activité économique localisées près des autoroutes. Dans le même temps, l'habitat s'est fortement développé sur les versants et les plateaux, soit, de manière linéaire, à partir des noyaux villageois existants, soit sous la forme de grappes de lotissements. L'artificialisation du territoire qui découle de ces dynamiques de périurbanisation renforce bien entendu la pression sur les espaces situés en aval.

On sait par ailleurs que les bords de Vesdre sont caractérisés par une concentration de population de condition modeste et d'origines culturelles très diverses. La population plus aisée tend à se localiser sur les plateaux. Ce mouvement se traduit par de fortes disparités socio-économiques entre fonds de vallées et plateaux. Ces disparités se sont encore accentuées suite aux événements de juillet 2021 et il convient d'apporter une réponse forte au sentiment d'abandon ressenti par la population si la puissance publique veut éviter de voir se renforcer les dynamiques de désaffiliation observées dans les quartiers les plus touchés.

Enfin, la dégradation des infrastructures écologiques soutenant les services de régulation hydrologiques est également très marquée. L'ensemble du bassin versant est impacté par la réduction importante des milieux humides. La gestion économique des forêts, notamment pour l'exploitation forestière, et la simplification des territoires agricoles ont amplifié l'arrivée d'eau dans le réseau hydrographique.

La gestion des eaux doit se répartir de manière équilibrée au sein du bassin versant si l'on veut aboutir à une solution durable et résiliente. Face à ces enjeux, le schéma stratégique multidisciplinaire doit proposer une vision territoriale commune et solidaire, susceptible de mobiliser l'ensemble des acteurs locaux et régionaux autour d'un projet de territoire partagé, ambitieux et prospectif, articulant différentes échelles d'intervention, depuis le

bassin versant jusqu'au niveau des quartiers. Sa vocation est davantage de « coordonner et inspirer » que de « cadrer et imposer ».

Nous reviendrons, au cours de cet exposé, sur les principaux résultats de cette étude ainsi que sur l'organisation du travail, combinant démarche analytique, prospective et participative, que nous avons adoptée dans le cadre de la mission.

La mulette épaisse, bioindicateur clé des changements actuels et à venir ?

Quintia VAESSEN

Université de Liège, Département de Géographie, UR Sphères, Laboratoire d'Hydrographie et de Géomorphologie Fluviale

Résumé

Les événements hydrologiques extrêmes de ces dernières années (sécheresses et crues historiques) ont fortement impacté les cours d'eau en Wallonie. Outre l'aspect humain, ces impacts sont de plusieurs types (hydrologiques, morphologiques, biologiques etc.), et peuvent être observés notamment à travers les réseaux de surveillance hydrologique, piscicole, et relevés topographiques. Cependant la rivière est un écosystème complexe dans lequel chaque compartiment est inextricablement relié aux autres. Les espèces bioindicatrices, comme la mulette épaisse, interviennent alors comme des sentinelles de ce type de milieu. L'étude et le suivi de leurs populations nous renseigne sur la qualité globale du cours d'eau. En effet, la mulette épaisse (*Unio crassus*) est un bivalve filtreur endémique dans nos régions, qui passe la majeure partie de sa vie à l'interface du substrat et de l'eau libre. Cette espèce est sensible aux dégradations hydromorphologiques et physico-chimiques des rivières, ainsi des changements dans les structures des populations met en évidence des changements dans son habitat. Le monitoring de la mulette épaisse est organisé dans le cadre de la mise en œuvre de Natura 2000. Les premiers résultats des suivis post-inondations 2021 (et post-sécheresse 2020) seront présentés afin d'évaluer les conséquences de ces événements extrêmes.

La résilience hydrologique des paysages

Aurore DEGRÉ

Gembloux Agro-Bio Tech ULiège

Résumé

Sous l'effet des changements globaux, les relations pluie-débit se modifient. Entre événements pluvieux extrêmes et sécheresses prolongées, tant les milieux naturels que de nombreux secteurs d'activités sont impactés. La gestion hydrologique des paysages devient un enjeu majeur de résilience. Au travers de différents cas d'études issus milieux variés, l'état des connaissances, les pistes de solutions et les défis à relever seront proposés.

Navigation, hydroélectricité, héritages sédimentaires, gestion et restauration transfrontalières durables du Rhin supérieur

Laurent SCHMITT

Laboratory Image City Environment (UMR 7362), University of Strasbourg, Faculty of Geography and Planning, CNRS, ENGEES, Strasbourg, France

Résumé

Le Rhin est la colonne vertébrale de l'Europe occidentale, avec une histoire extraordinaire et une grande concentration démographique et industrielle, notamment grâce à la navigation.

Le lit et la plaine alluviale du Rhin Supérieur ont été affectés sur plus de 200 km par d'immenses modifications anthropiques au cours des deux derniers siècles, modifiant profondément le fonctionnement géomorphologique et écologique et augmentant le risque d'inondation en aval.

Pour contrer cette évolution, environ 140 projets de restauration ont été menés le long du Rhin supérieur depuis 40 ans (reconnexion des canaux latéraux, remise en eau, re-érosion des berges, recharges sédimentaires...), visant à la fois la protection contre les inondations et la restauration d'une partie des services écosystémiques de la biodiversité. Malgré de nombreuses contraintes, les résultats sont encourageants et motivent les gestionnaires à développer des projets de restauration plus ambitieux, et dans certains cas transfrontaliers.

La restauration écologique en tant que levier pour maintenir la biodiversité aquatique : exemples d'actions de restauration mises en œuvre sur le Rhône

Alexandre PEETERS¹, Daniel VÁZQUEZ-TARRÍO², Hervé PIÉGAY¹

¹ *Université de Lyon, UMR 5600 Environnement Ville Société, CRNS, Site ENS de Lyon, 15 Parvis René Descartes, BP 7000, F-69342 Lyon Cedex 07, France*

² *Laboratorio de Geología, Dpt. Producción Agraria, (ETSIAAB), UPM., Avda. Puerta Hierro, nº 2-4, 28040, Madrid, Espagne*

Résumé

Face au constat de la dégradation croissante des écosystèmes aquatiques et poussé par une prise de conscience environnementale grandissante, la question de restaurer les cours d'eau a émergé progressivement depuis les années 1980, et les projets de restauration se sont par la suite multipliés. C'est notamment le cas sur le Rhône dont le fonctionnement hydro-sédimentaire a été perturbé de façon durable par les aménagements successifs mis en place dès le 19e siècle (artificialisation des marges alluviales, ouvrages liés à la production d'hydroélectricité, etc.). Ces aménagements ont provoqué des modifications hydromorphologiques majeures (incision, armurage du lit, déconnexion des bras secondaires) et, par conséquent, une dégradation des habitats benthiques du cours d'eau. Afin de restaurer le fonctionnement hydro-sédimentaire du fleuve et d'améliorer sa qualité écologique, plusieurs actions ont été mises en œuvre à partir des années 1990, telles que l'augmentation des débits réservés, la reconnexion des bras secondaires, le démantèlement des marges construites (casiers Girardon) et la recharge sédimentaire.

Dans le cas du Vieux-Rhône de Péage-de-Roussillon, deux actions expérimentales ont été réalisées en 2016-2017 afin d'atténuer les impacts négatifs du déficit sédimentaire : le démantèlement de casiers Girardon (destiné à favoriser l'érosion de la berge) et la recharge en sédiment. La conception de telles actions de restauration doit non seulement tenir compte des enjeux environnementaux mais également des enjeux liés à la sécurité des biens et des personnes. En effet, l'injection de larges volumes de sédiments pourrait accroître localement le risque d'inondation. Aussi, les sédiments injectés remobilisés par le Rhône pourraient atteindre rapidement le réservoir du barrage situé en aval, entraînant des coûts liés à leur gestion. C'est pourquoi il est crucial de quantifier les distances de propagation des sédiments injectés pendant les crues et d'évaluer le temps qu'ils mettront pour atteindre le barrage aval. Pour ce faire, des campagnes de traçage sédimentaire par RFID ont été menées sur le terrain (~2000 galets marqués injectés et géopositionnés à trois reprises sur une période de 5 ans) et une modélisation hydro-sédimentaire a été réalisée en combinant les distances de propagation des traceurs avec les estimations de transport par charriage.

Restauration du Bocq : bilan hydromorphologique et écologique après dix années (Wallonie, Belgique)

Camille FRAUDIN¹, Castelain LIÉVIN², Alexandre PEETERS¹, Camille CARPENTIER², Bernard DE LE COURT³, Jean VAN CAMPENHOUT¹, Patrick KESTEMONT², Geoffrey HOUBRECHTS¹

¹Laboratoire d'Hydrographie et de Géomorphologie Fluviale – Département de géographie – Université de Liège

*²Institute of Life, Earth & Environment – URBE – Université de Namur ASBL
Service public de Wallonie agriculture, ressources naturelles et environnement*

³Département de la Ruralité et des Cours d'eau Direction des Cours d'Eau Non Navigables (DCENN)

Résumé

Grâce au projet européen LIFE+ Walphy (2009-2013), des travaux de restauration sur trois masses d'eau ont été réalisés, ainsi qu'un suivi scientifique de leur efficacité via des relevés avant et après travaux. Les travaux concernaient l'amélioration de la continuité longitudinale avec 23 obstacles effacés ou aménagés dans le bassin du Bocq, et l'amélioration de la continuité transversale avec 3,7 km de cours d'eau réhabilités selon différentes techniques. Depuis, cinq stations ont fait l'objet de relevés hydromorphologiques et biologiques. Grâce à une comparaison avant/après travaux, les résultats ont démontré l'efficacité à court terme des aménagements entrepris. Dix ans après, la question de la pérennité des aménagements et de leurs bénéfices écologiques se posait, à l'échelle stationnelle, et à l'échelle de la masse d'eau. L'évaluation actuelle (2021) s'est faite selon ces deux échelles, et est basée sur un suivi géomorphologique et écologique des stations aménagées et des stations de contrôle, ainsi que l'analyse des données des stations DCE. Il ressort une certaine variabilité dans la pérennité des aménagements, selon le type de travaux. Hydromorphologiquement, l'analyse des sites restaurés montre généralement une légère baisse des gains obtenus quelques années après les travaux. Cela pourrait être attribué au comblement des annexes hydrauliques ou à une dispersion des galets injectés. Biologiquement, le bilan est positif, mais des différences quant au temps et à l'intensité de réponse des indicateurs apparaissent, selon le type d'aménagement et l'échelle considérée. A l'échelle de la masse d'eau, certains paramètres piscicoles montrent des changements concomitants avec l'augmentation de la continuité longitudinale.

LES PERTURBATIONS ANTHROPIQUES DES ÉCOSYSTÈMES TERRESTRES : DES ORGANISMES AUX ÉCORÉGIONS

Les perturbations des écosystèmes terrestres sont profondément marquées par la diminution de la biocénose et la multiplication des surfaces agricoles permanentes. Le changement climatique constitue une autre menace majeure dont les conséquences sont moins visibles. L'atténuation et la prise en compte de ces changements nécessitent la compréhension et le suivi des processus impliqués afin de mettre en œuvre des actions sur le terrain. Les processus sont étudiés à l'aide d'une variété d'approches méthodologiques allant de l'observation directe des organismes dans leur habitat, à la télédétection et la modélisation portant notamment sur les mouvements dans l'habitat, la prévision du rendement des cultures et des maladies, la croissance et la distribution des plantes, la pollinisation.

La session se penchera sur l'intégration de ces études et leur mise à l'échelle dans des modèles mécanistes permettant d'améliorer la modélisation à l'échelle régionale du fonctionnement des écosystèmes, offrant la possibilité d'explorer la pertinence des mesures d'atténuation et d'assainissement prévues.

Coordonné par

Alain HAMBUCKERS et Louis FRANÇOIS

09.15 – 11.00 Première partie

1. Pr. Alain Hambuckers & Pr. Louis Francois, Université de Liège

Introduction de la session

2. Johann Delcourt, Université de Liège

Passé et futur des Tétrasydes en Hautes Fagnes (Belgique) : l'impact de la prédation

3. Aristide Garga fils, Université de Maroua

Extension agricole et risque faunique aux abords du Parc National de la Bénoué au Nord Cameroun (1980-2020)

4. Nikita Gavrilitchenko, Université de Liège

CoFee-L: A model of animal displacement in large groups combining cohesion maintenance, feeding area search and transient leadership

5. Jean-Marie Vianney Nsabiyumva, Université du Burundi

Effet de la riziculture sur l'état actuel du marais Nyamuswaga en 2020

11.00 – 11.15 Pause-café

11.20 – 13.05 Deuxième partie

6. Iliass Louidiyi, Université de Liège

Climate change impact on cereal yield in Morocco using a dynamic vegetation model driven by Euro-Cordex projections

7. Yannick Useni Sikuzani, Université de Lubumbashi

Anthropisation et dynamique spatio-temporelle de la déforestation de la forêt claire du *miombo* dans la région minière du Katanga méridional (Lualaba et Haut-Katanga)

8. Arpita Verma, Université de Liège

Modelling mortality drivers of tree species under changing climatic conditions RCP 2.6 and RCP 8.5 at a regional scale using the CARAIB dynamic vegetation model

9. Longin Ndayikeza, Université du Burundi

Etude de l'influence de l'anthropisation sur la diversité des abeilles sauvages et leurs interactions avec la flore au Burundi

10. Benjamin Lanssens, Université de Liège

Impact of climate change on the distribution and diversity of vegetation species important for pollination

11. Pr. Alain Hambuckers & Pr. Louis Francois, Université de Liège

Conclusions de la session

16.30 – 17.30 Exposition de posters

Passé et future des Tétras lyres en Hautes Fagnes (Belgique) : l'impact de la prédation

Johann DELCOURT

*Université de Liège, Département de Biologie, Ecologie et Evolution Service de Biologie
du Comportement – Station Scientifique des Hautes Fagnes*

Résumé

Depuis 2017, un programme de renforcement a été développé pour sauver la dernière population de Tétras lyre (*Lyrurus tetrix*) dans les Hautes Fagnes. Pour accroître le succès de ce programme, et mieux comprendre les causes du déclin récent de cette population, une analyse en série temporelle a été appliquée, à l'aide des comptages d'effectifs printaniers des mâles sur les arènes de parade entre 1967 et 2016. Dans la période 1967-1993, il y avait une fluctuation autour d'un équilibre d'une population d'environ 40-45 mâles. Le pic important de 85 mâles observé en 1971 était probablement dû à une succession d'années favorables en termes de conditions environnementales, mais sans taux de croissance annuel exceptionnel. Il semble que la densité de renards, en utilisant l'occurrence de la rage comme indicateur, ait une incidence sur la population de ces tétras. Après 1993, la dynamique de la population a radicalement changé, diminuant continuellement jusqu'à atteindre finalement la quasi-extinction. En moyenne, la population perdait 15,4 % de sa taille chaque année. Les modèles climatiques, appliqués dans des études antérieures pour expliquer ces tendances démographiques dans les Hautes Fagnes, n'ont pas décrit cette modification majeure de la dynamique de cette population et de son récent déclin. Nous suggérons que cet effet négatif a été principalement induit par une augmentation significative de la prédation par le Renard roux (*Vulpes vulpes*), dont l'abondance a considérablement augmenté depuis les années 1990, en particulier en raison de l'éradication de la rage du renard. Nous proposons aussi une analyse par PVA (analyse de viabilité de population) basé sur ces comptages printaniers pour prédire le futur de cette population selon différents scénarios.

Extension agricole et risque faunique aux abords du Parc National de la Bénoué au Nord Cameroun (1980-2020)

Aristide GARGA Fils

Université de Maroua, Département des Sciences Historiques, Archéologiques et du Patrimoine

Résumé

La présente communication a pour objectif d'établir un lien entre l'extension des terres agricoles aux abords du parc national de la Bénoué le plus florissant dans la région du Nord-Cameroun et le risque auquel est exposé la faune sauvage et son habitat. Ce parc est le moins important du point de vue spatial avec 180 000 ha mais le plus visible en raison de son accessibilité par rapport aux autres aires protégées de cette région (Garga, 2022, p15). Vu sa position et sa capacité à contenir une gamme variée d'espèces fauniques et floristiques, il est non seulement exposé à une forte pression humaine, mais aussi aux pratiques peu orthodoxes susceptibles de provoquer un risque écologique (Wowé, 2017). Dès lors, il est utile d'appréhender l'attractivité anthropique vers un espace fortement protégé par la communauté nationale et internationale afin de déterminer les impacts y relatifs. Pour ce faire, la collecte des données s'est appuyée sur des enquêtes de terrain auprès des populations riveraines ainsi que des acteurs institutionnels couplé à l'analyse documentaire. Par ailleurs, un inventaire faunique a été effectué afin de caractériser l'état de dégradation de cette zone écologique. Il ressort des analyses que la pression anthropique impacte négativement la faune sauvage ainsi que son habitat immédiat. Cela se traduit à travers une disparition progressive des espèces fauniques phares, notamment le *Loxodonta africana* (éléphant d'Afrique) et *Tragelaphus derbianus* (éland de Derby) et celles floristiques à l'instar de *Anogeissus leiocarpus* et *Terminalia ssp.* C'est un risque qui pourrait finalement déboucher sur une dégradation totale de ce parc si des mesures conservatoires ne sont pas prises.

Références :

Garga, F.A. (2022). Gestion des Parcs Nationaux de Bouba Ndjidda, de la Bénoué et du Faro au Nord-Cameroun de 1932 à 2018. (Thèse de Doctorat/Ph.D), *Université de Maroua*.

Wowé, C. (2017). Le Parc National de Waza à l'Extrême-Nord du Cameroun : potentialités, enjeux économiques et défis de la gouvernance touristique de 1932 à 2013. Rhumsiki, (pp. 95-115).

CoFee-L / A model of animal displacement in large groups combining cohesion maintenance, feeding area search and transient leadership

Nikita GAVRILITCHENKO

University of Liege, Department of Biology, Ecology and Evolution

Abstract

In the current context of climate change and forest cover degradation, the dispersal potential of trees is an issue of great importance. In the tropics, seeds are mainly dispersed by zoochory and tree species therefore need animals, mainly vertebrates, to disperse their seeds to increase their chances of survival (Wenny, 2000). An accurate representation of the movement of animals is therefore necessary in order to study the

potential of colonization of trees in new areas. We have conceived an innovative mathematical model describing the individual movement of gregarious animals (Gavrilitchenko et al., 2022), which includes in a single model fundamental features of collective behaviors only tested individually (Couzin et al., 2002; Ferdinandy et al., 2017; Vicsek et al., 1995). The model was applied to simulate the movement of a wild-ranging troop of primates in a nature reserve. As results, our model allowed us to simulate the movement of the troop taking into account the movement and individual characteristics of each member, which is important to consider when the group is composed of many individuals. The model is able to produce trajectories looking like correlated random walks or levy walks depending on the parametrization, which was rather simple. Using this model, we could further improve an existing model of zoochoric seed dispersal to predict the shift and the turnover of zoochoric tropical trees species with a dynamic vegetation model under future climate hypotheses.

References:

- Couzin, I. D., Krause, J., James, R., Ruxton, G. D., & Franks, N. R. (2002). Collective memory and spatial sorting in animal groups. *Journal of theoretical biology*, 218(1), 1-11.
- Ferdinandy, B., Ozogány, K., & Vicsek, T. (2017). Collective motion of groups of self-propelled particles following interacting leaders. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 479, 467-477.
- Gavrilitchenko, N., Gazagne, E., Vandewalle, N., Delcourt, J., & Hambuckers, A. (2022). CoFee-L: A Model of Animal Displacement in Large Groups Combining Cohesion Maintenance, Feeding Area Search and Transient Leadership. *Animals*, 12(18), 2412.
- Vicsek, T., Czirók, A., Ben-Jacob, E., Cohen, I., & Shochet, O. (1995). Novel type of phase transition in a system of self-driven particles. *Physical review letters*, 75(6), 1226.
- Wenny, D. G. (2000). Seed dispersal, seed predation, and seedling recruitment of a neotropical montane tree. *Ecological monographs*, 70(2), 331-351.

Effet de la riziculture sur l'état actuel du marais Nyamuswaga en 2020

Jean Marie VIANNEY NSABIYUMVA

Université du Burundi, Centre de Recherche en Sciences Naturelles et de l'environnement « CRSNE », Laboratoire de Biodiversité, Ecologie et Environnement (LBEE)

Résumé

L'introduction de la riziculture dans les marais de moyenne altitude commence depuis 1981 au Burundi et le marais Nyamuswaga fut atteint en 1999 (Gahiro, 2011). La modernisation agricole via l'aménagement rizicole est l'un des 11 piliers du Plan National de Développement du Burundi de 2018-2027 pour l'irrigation des marais contre la faim

et la pauvreté des objectifs du développement durable malgré l'absence de la protection de la faune et de la flore.

C'est dans le cadre de la thèse que ce travail a été réalisé pour comprendre l'effet de la riziculture sur l'évolution des différentes occupations de ce marais et surtout l'état de la végétation. Pour le réaliser quelques objectifs spécifiques ont été réalisés à savoir : identification des vestiges du marais Nyamuswaga, inventaire et caractérisation des espèces végétales de ces vestiges de ce marais Nyamuswaga.

Pour le réaliser, il y a eu des descentes sur terrain observations, des entretiens avec la population sur l'aménagement du marais. De plus, des coordonnées géographiques des vestiges et leur visualisation sur google Earth plus leur délimitation. Également des inventaires des espèces végétales dans des quadrats de 2 m x 2 m espacés de 25 m avec une distance de 10 m les séparant avec la lisière.

Après l'application de cette méthodologie, il a été obtenu que le marais Nyamuswaga avec sa superficie de 36,7 km² et sa forme en N ne reste actuellement qu'avec 3 vestiges dont l'un vers Muyinga (Gashoho) et les deux autres dans la partie de Ngozi (Nkaka et Nyakijima).

Quant aux espèces végétales au niveau de ce marais avec 3 vestiges, il y a 54 espèces végétales. Il est important de dire que ce marais serait riche en espèces végétales mais la riziculture a beaucoup contribué dans la fragmentation du ditmarais.

Références :

Gahiro L., 2011. Compétitivité des filières rizicoles burundaises : Le riz de l'Imbo et le riz des marais. Sciences de l'environnement. UNIVERSITE DE LIEGE - GEMBLOUX AGRO-BIO TECH; Université de Liège, 2011. Français. fftel-00854623ff.

PND, 2018. Plan National de Développement du Burundi de 2018-2027.

Climate change impact on cereal yield in Morocco using a dynamic vegetation model driven by Euro-Cordex projections

Iliass LOUDIYI¹, Ingrid JACQEMIN¹, Louis FRANCOIS¹, Mouanis LAHLOU², Riad BALAGHI³, Bernard TYCHON¹

1 Research unit: SPHERES, University of Liege, Belgium

2 The Agronomic and Veterinary Institute Hassan 2, Morocco

3 National Institute of Agronomic Research, Morocco

Food security, in Morocco as in many parts of the world, depends heavily on cereal production which fluctuates relying on weather conditions. In fact, Morocco has a production system for cereals which is dominated by rainfed. It is therefore necessary to

develop knowledge about climate change impact on cereal crops and strengthen forecasting systems.

CARAIB (CARbon Assimilation in the Biosphere) is a dynamic vegetation model developed to study the role of vegetation in the global carbon cycle and to study vegetation distribution in the past, the present, and in the future. The model is composed of several modules dealing with soil hydrology, photosynthesis and stomatal regulation, carbon allocation and biomass growth, soil and litter carbon dynamics, and natural vegetation fires. CARAIB was improved by the addition of a crop module. In fact, crop growth is driven by photosynthetic activity but differs on the use of phenological stages. Two stages are defined (from sowing to emergence, and from emergence to harvesting). These stages are completed when a prescribed level of heat is reached based on the growing degree days. The yield is then estimated from net primary productivity using a harvest index.

The simulations are performed across all Morocco. The three main cereal crops simulated include soft wheat, durum wheat, and barley. They are grown in all agro-ecological zones. The simulation of the recent period was dedicated to the validation of the crop module over Morocco. For temporal and spatial validation, we used yearly yield data collected between 1997 and 2017 at the scale of the smallest territorial unit which is the municipality. For the future period, we are using interpolated and bias-corrected fields from four regional climate models (COSMO, KNMI, HIRHAM, and CLMCOM) from the Euro-CORDEX initiative run at a spatial resolution of 12 km and for the Representative Concentration Pathway scenario 8.5.

Anthropisation et dynamique spatio-temporelle de la déforestation de la forêt claire du miombo dans la région minière du Katanga méridional (Lualaba et Haut-Katanga)

Yannick USENI SIKUZANI¹, Sylvestre CABALA KALEBA², François MUNYEMBA KANKUMBI² et Jan BOGAERT³

1 Université de Lubumbashi, Unité de Recherche Ecologie, Restauration Ecologique et Paysage, Faculté des Sciences Agronomiques, RD Congo 1825 Lubumbashi, RD Congo ;

2 Université de Lubumbashi, Centre de Compétences en Planification et Gestion Urbaine
2 Université de Lubumbashi, Unité de Recherche Ecologie, Restauration Ecologique et Paysage, Faculté des Sciences Agronomiques, 1825 Lubumbashi, RD Congo

3. Université de Liège, Gembloux Agro-BioTech, Unité Biodiversité et Paysage, 5030 Gembloux, Belgique.

Résumé

Le développement socioéconomique issu de l'émergence du secteur minier en RDC engendre des modifications profondes des écosystèmes naturels, notamment au sein de l'Arc Cuprifère Katangais. Cette étude a analysé la déforestation au sein de l'Arc Cuprifère

Katangais (ACK) et dans des mailles de 10 km x 10 km, sur la base des images Landsat de 2002 et 2015 appuyées sur les outils de l'écologie du paysage. Les résultats ont montré qu'en 13 ans, 7.500 km² de surfaces forestières ont été perdues au sein de l'ACK. L'analyse fine au sein de l'ACK révèle que la majorité de mailles est caractérisée par une augmentation en nombre de taches de forêt parallèlement à une diminution de leur superficie, suggérant ainsi de la fragmentation comme processus de transformation spatiale dominant. Or, la diminution de la taille des fragments du miombo et l'augmentation de leur isolement réduisent, à long terme, la viabilité des populations d'espèces végétales et animales qui y vivent par la limitation, voire la disparition, des échanges entre ces populations, faute de connectivité. La prolifération des sites miniers et des activités anthropiques y associées aurait engendré ces dynamiques paysagères (Mwitwa et al., 2012 ; Potapov et al., 2012). En revanche, une tendance à la densification des taches du *miombo* a été observée (environ 3800km²), probablement grâce au contrôle du feu de brousse dans les concessions privées et à l'inaccessibilité de certains sites (exemple des collines non minéralisées ; Useni et al., 2017). Bien qu'en cours de progression, il est apparu que cette maigre augmentation de la couverture forestière dans des concessions privées et/ou des zones peu accessibles n'a pas réussi à compenser, pour l'ensemble de l'ACK, la perte des taches de forêts claire de *miombo* enregistrée dans les zones d'intenses activités anthropiques (Toyi et al., 2013 ; Cabala et al., 2017). Il en résulte que les activités anthropiques enregistrées vont compromettre dangereusement l'avenir des écosystèmes forestiers dont dépend la survie des populations locales. Il est donc important de pouvoir concilier ces résultats de l'anthropisation des paysages forestiers au sein de l'ACK avec la politique agricole, minière et d'aménagement du territoire du pays dans l'optique d'un développement durable.

Références :

- Cabala, K.S., Useni, S.Y., Sambieni, K.R., Bogaert, J., & Munyemba, K.F. (2017). Dynamique des écosystèmes forestiers de l'Arc Cuprifère Katangais en République Démocratique du Congo. I. Causes, transformations spatiales et ampleur. *Tropicultura* 35 (3), 192-202. <https://popups.uliege.be/2295-8010/index.php?>
- Mwitwa, J., German, L., Muimba-Kankolongo, A., & Puntondewo, A. (2012). Governance and sustainability challenges in landscape shaped by mining: miningforestry linkages and impacts in the copper belt of Zambia and the DR Congo. *For. Pol. Econ.* 25, 19e30. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2012.08.001>
- Potapov, P.V., Turubanova, S.A., Hansen, M.C., Adusei, B., Broich, M., Altstatt, A., Mane, L., & Justice, C.O. (2012). Quantifying forest cover loss in Democratic Republic of the Congo, 2000-2010, with Landsat ETM data. *Remote Sens. Environ.* 122, 106e116. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.08.027>
- Toyi M.S., Barima Y.S.S., Mama A., André M., Bastin J-F., De Cannière C., Sinsin B. & Bogaert J., 2013. Tree plantation will not compensate natural woody vegetation cover loss in the Atlantic department of southern Benin. *Tropicultura*, 31(1), 62-70.

Useni, S.Y., Malaisse, F., Cabala, K.S., Munyemba, K.F., & Bogaert, J. (2017). Le rayon de déforestation autour de la ville de Lubumbashi (Haut-Katanga, RD Congo) : synthèse. *Tropicultura*, 35 (3), 215-221. <https://hdl.handle.net/2268/227665>

Modelling mortality drivers of tree species under changing climatic conditions RCP 2.6 and RCP 8.5 at a regional scale – CARAIB dynamic vegetation model

Arpita VERMA¹, Louis FRANCOIS¹, Ingrid JACQUEMIN^{1,2}, Merja TÖLLE³ & Benjamin LANSSENS¹

¹ *University of Liege, Department of Astrophysics, Geophysics and Oceanography*

² *University of Liege, Department of Environmental Sciences and Management, Belgium*

³ *Center for Environmental Systems Research, University of Kassel, Germany*

Abstract:

In recent years, rising tree mortality rates have been identified in various biomes. It is presumed that, along with an increase in the frequency of drought and heat events, climate-induced tree mortality will increase across many regions of the world in the near future. However, because of the intricate interactions between the processes and the drivers, the mechanisms underlying such mortality are still up for debate. The potential of forests to capture atmospheric CO₂ in the present and future is fraught with uncertainty. Here, we are focusing on entangling the effects of climate change on the temporal increase in temperature which is resulting in an exponential increase in vapours pressure deficit (VPD), transpiration, and decrease in soil water. Simultaneously, increase in water scarcity in plants many species closed the stomata to store the water, and which leads to a decrease in photosynthesis and increases mortality. In this study, we choose a new approach combining the dynamic vegetation model CARAIB and satellite observed (Landsat) data at a high resolution of 1 km over the Wallonia, Belgium region for the period of 1985-2070. Using remote sensing LANDSAT (5, 7, 8) satellite data, we extracted the land use and land cover (LULC) which insight the precise estimation of spatial and temporal change of forest dynamic over the year 1985-2020, and for the future land use we will construct the scenarios (no forest management (Business as usual), deforestation, and reforestation) for the period 2021-2070. We will simulate our model under two climatic scenarios RCP 2.6 and RCP 8.5 to analyse which drivers impacting on forest tree species. In conclusion, by using a modelling approach at high resolution we will be able to quantify the linking of mortality with the drivers of the current climate change and insight into the future forest vulnerability that will be useful for adapting forest management according to future conditions.

Etude de l'influence de l'anthropisation sur la diversité des abeilles sauvages et leurs interactions avec la flore au Burundi

Longin NDAYIKEZA

Ecole doctorale de l'Université du Burundi et la Faculté de Gembloux Agro Bio Tech, Unité d'entomologie fonctionnel et évolutive et l'Unité Biodiversité et Paysage

Résumé

Le déclin des populations d'abeilles sauvages a alerté le monde ces dernières décennies. Les études publiées au cours des dernières années indiquent clairement que la destruction et la fragmentation des habitats par l'homme, notamment pour la conversion des terres à destination agricole ou l'urbanisation, sont les principales causes qui expliquent ce phénomène (Vereecken & Michez, 2012, Chagnon, 2008). Si une part significative des espèces d'abeilles subissent un déclin, c'est notamment parce que leurs interactions avec les plantes à fleurs sont mises à mal par la gestion de nos milieux naturels, agricoles et urbains. Les interactions plantes-abeilles pollinisatrices, qu'elles concernent les plantes sauvages ou cultivées, contribuent au maintien de l'équilibre de nos écosystèmes et tant donc du bien-être que de la qualité de l'alimentation des populations visées (Rhoné, 2009).

Or, les pressions anthropiques sur la nature sont considérables dans certains pays comme au Burundi où la perturbation des milieux naturels s'intensifie ces dernières décennies suite à la recherche de milieux à cultiver et à urbaniser par une population en plein boom démographique (ISTEEBU, 2017). D'où le phénomène de destruction et de pollution des écosystèmes naturels.

Cette destruction et pollution des écosystèmes poussent à se poser plusieurs questions. La modification et la pollution des écosystèmes naturels ne s'accompagnent pas aussi de la régression d'espèces d'abeilles pollinisatrices et de leurs fleurs associées ? Que pourraient être le rôle de la végétation artificielle introduite dans les agroécosystèmes et dans les zones urbaines dans le maintien des pollinisateurs ? Le présent projet vient tenter de trouver des solutions à ces interrogations.

Il permettra d'acquérir des informations claires et précises relatives à l'impact écologique et économique des pressions anthropiques sur les abeilles pollinisatrices et les services écosystémiques qui leurs sont associés pour éclairer nos décideurs sur les stratégies à prendre en faveur des abeilles pollinisatrices.

Références :

Chagnon, M.J. (2008). Causes et effet du déclin mondial des pollinisateurs et les moyens d'y remédier. Bureau régional du Québec de la fédération canadienne de la faune, 75 p.

ISTEEBU (2017). Projections démographiques 2010-2050. Niveau national et provincial Service des Etudes et Statistiques Démographiques. Bujumbura, 53p.

Rhone, F. (2009). Contribution des arbres hors forêt et du paysage rural arboré au maintien de l'abeille domestique en environnement agricole. Thèse de doctorat, Université de TOULOUSE II. Le MIRAIL, 105 p.

Vereecken N.& Michez D. (2012). Les abeilles sauvages, une biodiversité méconnue à protéger. Université Libre de Bruxelles, 6p.

Impact of climate change on the distribution and diversity of vegetation species important for pollination

Benjamin LANSSENS¹, Louis FRANCOIS¹, Alain HAMBUCKERS², Merijn MOENS³, Tim ANDERS⁴, Merja TOLLE⁵, Arpita VERMA¹ & Laura REMY¹

¹ *University of Liege, Astrophysics Geophysics and Oceanography, Belgium*

² *University Of Liege, Behavioral Biology, Belgium*

³ *Naturalis Biodiversity Center, Netherlands*

⁴ *Senckenberg Biodiversity and Climate Research Centre, Germany*

⁵ *University of Kassel, Center for Environmental Systems Research, Germany*

Résumé

Pollination is a key ecosystem service vital to the preservation of wild plant communities and to sustain the yield of some agricultural crops. However, pollinators are rapidly declining in Europe, primarily as a result of human activity and climate change. Therefore, there is growing concern that observed declines in insect pollinators may impact on production and revenues from pollinator-dependent crops. In the forest, the presence of pollinators depends strongly on the openness of the canopy and the presence of wild plants that attract pollinators. The distribution of such plants is, therefore, crucial for estimating the pollinator presence. In general, however, there is incomplete knowledge of where those wild plants occur and how well they grow. To overcome this issue, we developed a species distribution model to predict the potential presence of important plant species for pollinators under present and future climatic conditions. The result of the distribution model is then re ned using the dynamic vegetation model CARAIB. By combining the results of the distribution model and CARAIB, we can determine where the plants are located and calculate their net primary productivities. The model projection for the end of the century highlights the large uncertainties in the future evolution of the pollinated plant species in the forest.

Posters

Stop à l'artificialisation, quid du logement ? Concilier la limitation de l'étalement urbain et l'abordabilité du logement

Charlotte BERNIER, Réginald FETTWEIS et Jean-Marie HALLEUX

Université de Liège, Lepur

Résumé

Dans le cadre de la recherche CPDT « Intensification et requalification des centralités en vue de lutter contre l'étalement urbain et contre la dépendance à la voiture », un des volets a pour but d'évaluer dans quelle mesure la mise en place progressive du « Zéro Artificialisation Nette » (ZAN) que s'est fixé comme objectif l'actuel Gouvernement wallon au travers de sa DPR risque d'avoir sur l'abordabilité du logement.

Cette analyse nécessite dans un premier temps de délimiter les contours de ce concept polysémique de l'abordabilité du logement. Dans le cadre de la revue de la littérature sur ce sujet, une analyse théorique sur les prix du logement est menée afin de mettre en évidence les liens entre réduction de l'offre et hausse des prix.

Ensuite, trois études de cas (Royaume-Uni, Norvège, Suisse) sont réalisées afin d'évaluer quelles ont été les conséquences sur le marché du logement de politiques visant à limiter strictement l'étalement urbain. Il ressort *in fine* trois grands enseignements en vue de conserver une offre en logement abordable suffisante dans un contexte de limitation de la disponibilité en terrain vierge :

- Mettre en œuvre une combinaison d'instruments politiques et les activer de manière stratégique ;
- Développer une planification à long terme afin d'assurer une prévisibilité des mesures pour les acteurs du logement ;
- Mettre à disposition des moyens financiers et humains aux pouvoirs locaux afin de pouvoir mener une politique visant à soutenir la densification et requalification des tissus déjà urbanisés.

Références :

Bernier, C., Fettweis, R., Hendrickx, S., & Halleux, J.-M. (Ed.). (2021). Concilier la limitation de l'étalement et l'accessibilité financière au logement. CPDT. <https://hdl.handle.net/2268/289445>

Bernier, C., Blain, S., Boodts, A., Croughs, T., Dawance, B., Bottieau, V., Defer, V., Demeulemeester, S., Fettweis, R., Grandjean, M., Hendrickx, S., Lambotte, J.-M., Leclercq, A., Le Fort, B., Van Ngoc, H., Wilmotte, P.-F., Hanin, Y., & Halleux, J.-M. (2021). Intensification et requalification des centralités pour lutter contre l'étalement urbain et la dépendance à la voiture : rapport final de la subvention 2021. CPDT. <https://hdl.handle.net/2268/289490>

Economies émergentes et territoires

Bruno BIANCHET, Dorian CLAEYS, Hubert MALDAGUE, Fabian MASSART, Constance UYTTEBROUCK, Marie VEYS et Alain MALHERBE

Lepur, ULiège et CREAT, UCLouvain

Résumé

Dans le cadre de la Conférence Permanente du Développement Territorial (CPDT), le Lepur et le CREAT explorent depuis 2020 les liens entre économies émergentes (numérique, circulaire et créative) et le territoire. La recherche vise notamment à identifier les atouts et faiblesses des territoires vis-à-vis de ces économies ainsi qu'à mettre en avant les possibilités d'adaptation des territoires pour permettre à ces économies de performer en Wallonie.

Dans ce cadre, une série d'entretiens semi-directifs est menée auprès d'entreprises, d'accompagnants ou encore d'acteurs de l'animation économique actifs de près ou de loin dans ces économies émergentes. Ces acteurs sont notamment interrogés sur leur stratégie de localisation, les atouts et les points faibles qu'ils identifient à propos de leur territoire en matière de dynamisme (socio-)économique, de capital humain, d'infrastructures, de réseautage, de gouvernance...

Les retours des entretiens sont analysés au regard des facteurs de productivité de l'OCDE (Tsvetkova et al., 2020). Ils mettent en évidence des besoins exprimés par l'économie en général (accès aux marchés, à la main d'œuvre, un foncier avec une desserte de qualité) mais aussi des besoins plus particuliers (des espaces « vitrines » de type tiers-lieux et des territoires innovants dans lesquels se développer). Certains acteurs expriment une volonté affirmée de se localiser en milieu urbain et/ou dans des espaces très bien desservis en transport en commun, participant ainsi au retour ou au maintien de l'activité économique dans les tissus urbains denses.

Références :

Bianchet, B., Gathon, H.-J., Maldague, H., Malherbe, A., Massart, F., Veys, M., & Uyttebrouck, C. (2022). Recherche n°2 : Dynamiques économiques émergentes et nouveaux enjeux territoriaux – rapport scientifique final. Conférence Permanente du Développement Territorial. https://cpdt.wallonie.be/sites/default/files/cpdt_r2.1_rapport_scientifique.pdf

Tsvetkova, A., Ahrend, R., Oliveira Martins, J., Lembcke, A.-C., Knutsson, P., Jong, J., & Terzidis, N. (2020). *The spatial dimension of productivity: Connecting the dots across industries, firms and places*. OECD. <https://dx.doi.org/10.1787/ba5edb47-en>

Commerces et centralités

Sophie BLAIN, Thibaut CROUGHS, Valentine DEFER, Jean-Marie HALLEUX, Sébastien HENDRICKX et Jean-Marc LAMBOTTE

Université de Liège, Lepur

Résumé

Dans le cadre de la recherche CPDT « Intensification et requalification des centralités en vue de lutter contre l'étalement urbain et contre la dépendance à la voiture », un des volets a pour objectif de dégager des pistes en vue d'une meilleure coordination entre les outils de l'aménagement du territoire et ceux de régulation des implantations commerciales en vue d'une meilleure orientation des activités commerciales vers les centralités et en vue de favoriser l'usage des alternatives à la voiture. Pour ce faire, un benchmark a été mené au sujet de la façon dont on régule désormais les implantations commerciales au sein des régions (Flandre, Bruxelles) et des pays voisins (Pays-Bas, Allemagne et France, principalement). Les grandes lignes des principaux résultats de ce benchmark sont présentés dans ce poster.

Dans ce même volet de cette recherche en question, une seconde analyse est menée en vue d'identifier les freins et blocages rencontrés lors de l'élaboration de projets immobilier impliquant une mixité de fonctions dans les centralités. Celle-ci implique une approche documentaire et sur des entretiens auprès de témoins privilégiés.

Références :

Blain, S., Defer, V., Lambotte, J.-M., Hendrickx, S., & Halleux, J.-M. (Ed.). (2021). Benchmark consacré aux dispositifs de régulation des implantations commerciales. CPDT.

<https://hdl.handle.net/2268/289467>

Crougths, T., Hendrickx, S., & Halleux, J.-M. (Ed.). (2021). Identification des freins et blocages à l'élaboration de projets mixtes dans les centralités. CPDT. <https://hdl.handle.net/2268/289457>

Recyclage urbain

Alice BOODTS, Jean-Marie HALLEUX et Sébastien HENDRICKX

Université de Liège, Lepur

Résumé

Ce poster porte sur deux analyses complémentaires menées dans le cadre de la recherche CPDT « Intensification et requalification des centralités en vue de lutter contre l'étalement urbain et contre la dépendance à la voiture » :

- Le monitoring de la part qu'occupent l'ensemble des formes de recyclage urbain (recyclage foncier et immobilier) dans la production de logement ;
- L'estimation du potentiel de recyclage au sein des terrains urbanisés résidentiels en Wallonie au travers de 5 formules de densification douce.

La première partie de ce volet de la recherche s'est employée à tester l'apport que représentent les données du cadastre dans ce monitoring au travers de trois étapes :

- Identification des terrains présentant des constructions neuves, modifiées ou démolies ;
- Evaluation de l'évolution du nombre de logement par comparaison entre deux années ;
- Classification du type d'évolution par comparaison de la nature cadastrale entre deux années.

La seconde analyse visait à évaluer si la Wallonie dispose d'un point de vue théorique de suffisamment de ressources foncières et immobilières pour produire les logements requis par l'évolution démographique au sein même des tissus bâtis à caractère résidentiels sans artificialiser de terrains vierges et activer d'autres potentiels faisant partie eux aussi du recyclage urbain.

Cinq modes de densification résidentielle ont été investigués :

- L'accueil de nouvelles constructions sur terrain artificialisé ;
- L'extension horizontale de constructions existantes ;
- L'extension verticale de constructions existantes ;
- La démolition-reconstruction avec densification ;
- La division de logements existants.

Pour chacun de ces modes, une analyse spatiale a été réalisée en incluant différents critères afin de quantifier les superficies de terrains ou les surfaces plancher disponibles. Sur la base de celle-ci, un potentiel en nombre de logements a été évalué en tenant compte de la densité environnante.

Références :

Hendrickx, S., Boodts, A., & Halleux, J.-M. (Ed.). (2021). Recyclage urbain et exploitation optimale du stock bâti et du foncier artificialisé. CPDT. <https://hdl.handle.net/2268/289>.

Etude des ressources pastorales : le cas d'une plantation à *Stipa tenacissima* (L'Alfa) et *Lygeum spartum* (Le Sparte) dans les steppes méditerranéens « Cas de la mise en défens et plantation pastoral de BENHAMED » Wilaya de Djelfa.

Adel BOUSSAÏD¹ et Serge SCHMITZ²

¹Nature & Life sciences Faculty, Earth & Universe Sciences Department, Ziane Achour-Djelfa University

²UR SPHERES, University of Liège, Laboratory for the Analysis of Places, Landscapes and European Countrysides (Laplec)

Résumé

La réhabilitation des parcours de la steppe à Alfa (*Stipa tenacissima*) et de la steppe à Sparte (*Lygeum spartum*) par la réintroduction de ces espèces en utilisant la technique de plantation pastorale dans leur biotope d'origine vise un impact positif sur l'activité pastorale par une augmentation quantitative et qualitative du taux de recouvrement de la végétation, de la richesse floristique et de la phytomasse.

Afin d'évaluer les effets de deux techniques, nous avons fait une étude floristique et allométrique de quatre parcelles d'aménagement utilisées pour la réhabilitation des parcours steppiques dégradés et en voie de dégradation. Les techniques comparées sont la mise en défens et la plantation pastorale appliquées à une zone expérimentale du HCDS (Haut-Commissariat au Développement de la Steppe) avec l'utilisation des deux espèces (*Stipa tenacissima* et *Lygeum spartum*). Au terme de cette étude, nous avons pu constater les variations de la composition floristique entre les quatre parcelles étudiées ainsi que la mesure de différents paramètres de la végétation (étude allométrique, étude germinative). De point de vue floristique, le nombre le plus élevé d'espèces est enregistré dans les parcelles 01 et 02 (plantation) avec 29 espèces ; alors que le nombre le plus faibles est relevé dans la parcelle 03 (mise en défens de *Lygeum spartum*) avec 15 espèces. Pour la phytomasse, les valeurs les plus élevées sont enregistrées dans les parcelles 01 et 03 (formation à *Lygeum spartum*) par rapport aux autres parcelles (formation à *Stipa tenacissima*). Enfin, la vitesse de croissance (hauteur) du *Lygeum spartum* est beaucoup plus rapide que celle de *Stipa tenacissima*.

Si l'analyse statistique ne montre pas de différences significatives entre les deux techniques d'aménagement étudiées, les différences entre les deux espèces sont significatives.

Estimation du taux de production sédimentaire à partir d'échantillons discrets de matières en suspension dans différentes régions de Belgique.

Jean VAN CAMPENHOUT, François PETIT, Alexandre PEETERS et Geoffrey HOUBRECHTS

Université de Liège, Département de Géographie

Résumé

Le transport des sédiments en suspension a été étudié à des échelles très différentes et dans une grande variété de régions et de climats. Cependant, les données pour les bassins versants européens sont généralement limitées. En particulier, en Belgique, peu de données sont disponibles en dehors de la ceinture limoneuse (Vanmaercke et al., 2011). L'objectif de cette recherche est d'estimer les taux de production sédimentaire médians dans différentes régions géographiques et de détecter leurs variables explicatives. Rassemblant des données de 1994 à 2016, plus de 2.000 mesures de concentration des sédiments en suspension (72 stations limnigraphiques, principalement situées en Wallonie), ont été collectées selon une méthodologie manuelle basée sur les événements de crue (Van Campenhout et al., 2013). Ceci a permis une acquisition rapide de données dans des bassins versants allant de 7 à 3.600 km². Les taux de production sédimentaire spécifiques médians ont été calculés à l'échelle du bassin versant (Ferguson, 1986). Calculés pour la période 1996-2018, ils montrent des différences régionales notables : 19,2 t.km⁻².an⁻¹ sur substrat sableux (Lorraine), 24,9 t.km⁻².an⁻¹ sur substrat schisto-gréseux (Ardenne), et jusqu'à 119 t.km⁻².an⁻¹ sur le plateau limoneux du Brabant. La grande variabilité temporelle et spatiale des précipitations impacte énormément le taux de production sédimentaire, ce qui a nécessité la collecte de plus de 20 ans de données pour lisser la grande variabilité induite. Une corrélation multiple des variables de l'occupation du sol et de la pente moyenne du bassin versant a permis d'expliquer 48% de la variance des observations du taux de production sédimentaire. Alors que la régionalisation de la Belgique est largement basée sur la lithologie, les sols et l'altitude, l'occupation du sol résultant de ces caractéristiques physiques et climatiques explique les différences observées. Les mesures exogènes de remplissage sédimentaire de barrages et de canaux colmatés ont confirmé une bonne correspondance avec les mesures à partir d'échantillons discrets (Van Campenhout et al., 2022).

Références :

- Ferguson, R. I. (1986). River loads underestimated by rating curves. *Water Resources Research*, 22, 74–76.
- Van Campenhout, J., Denis, A.-C., Hallot, E., Houbrechts, G., Levecq, Y., Peeters, A., & Petit, F. (2013). Flux des sédiments en suspension dans les rivières du bassin de la Meuse : proposition d'une typologie régionale basée sur la dénudation spécifique des bassins versants. *Bulletin de la Société Géographique de Liège*, 61, 15–36.

Van Campenhout, J., Petit, F., Peeters, A., & Houbrechts, G. (2022). Estimation of the area-specific suspended sediment yield from discrete samples in different regions of Belgium. *Journal of Soils and Sediments*, 22, 704–729. <https://doi.org/10.1007/s11368-021-03076-w>

Vanmaercke, M., Poesen, J., Verstraeten, G., de Vente, J., & Ocakoglu, F. (2011). Sediment yield in Europe: spatial patterns and scale dependency. *Geomorphology*, 130, 142–161. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2011.03.010>

Biophysical and socio-economic factors driving changes in South-Kivu wetlands, eastern D.R. Congo

Géant B. CHUMA^{1,2}, Gustave N. MUSHAGALUSA¹ & Serge SCHMITZ²

*Université évangélique en Afrique, Bukavu, DR Congo
Laplec (UR SPHERES), Université de Liège*

Abstract

Wetlands are assessed among the most important ecosystems worldwide. Democratic Republic of Congo (DRC)'s wetlands are among the richest and most diverse ecosystems in the world. They include streams, ponds, bogs, marshes, swamps, floodplains, isolated lands subjected to flooding, wet meadows, and coastal (shores) of rivers and lakes. Nevertheless, several biophysical and anthropogenic factors endanger these ecosystems and alter their ecological characteristics and ecosystem services they offer to communities. Losses of some of these ecosystems have been recorded for decades, though no complete inventory of such losses exists. Besides, the extent of the use dynamics and its driving forces are poorly understood and documented.

We combined field data, remote sensing, surveys and focus groups to assess the drivers of wetland changes in South-Kivu. Results showed that both biophysical and socio-economic factors are responsible for wetland use, change, and losses in the province. The major drivers are anthropogenic pressure, mainly from farming, aquaculture, dwelling and settlement constructions, and brick making. The loss of wetlands has been exacerbated by rural poverty, overgrazing and farming intensification to meet the market demand boosted by the demographic explosion. One of the tangible degradation effects is the gradual drop in water level. Some socio-economic factors such as household income, type of wetlands use, household head's main activity, and longevity in exploiting wetlands significantly influenced these changes. The current dilemma is whether to preserve these ecosystems for carbon sequestration or to support agricultural development, a sector employing ~70% of adult populations. Our Ph.D. research aims to respond to the need for wetlands identification, loss quantification, and assessment of negative effects on ecosystem services they provide. Therefore, quantifiable indicators should be selected and developed to assess the sustainability of wetland use.

Rezonage

Valentine DEFER, Jean-Marie HALLEUX, Sébastien HENDRICKX, Pierre-François WILMOTTE

Université de Liège, Lepur

Résumé

Dans le cadre de la recherche CPDT « Intensification et requalification des centralités en vue de lutter contre l'étalement urbain et contre la dépendance à la voiture », un des volets a pour but d'évaluer le potentiel de réduction du foncier urbanisable résidentiel à moindre coût d'indemnisation.

En vue de réussir d'ici 2050 l'objectif du « Zéro Artificialisation Nette » (ZAN), la Wallonie est confrontée à une surabondance de gisements fonciers au plan de secteur, surtout de ceux destinés à des fins résidentielles, et à l'indemnisation des propriétaires en cas de décision des pouvoirs publics amenant à une moins-value sur le terrain qu'ils possèdent. En effet, le CoDT prévoit une telle indemnisation en cas de changement d'affectation entraînant une moins-value mais il prévoit également des exceptions à celle-ci lorsque le fond n'est pas jugé apte à recevoir des constructions.

Après une analyse juridique de la jurisprudence à cet égard, une estimation du potentiel foncier qui répondent à divers critères susceptibles de permettre d'empêcher leur urbanisation sans impliquer une indemnisation des propriétaires a été menée.

Deux types de contraintes à l'urbanisation sont à cet égard à prendre en compte :

- Les terrains exposés à un risque naturel ou situés dans un site naturel protégé ;
- Les terrains non riverains d'une voirie suffisamment équipée.

Références :

Defer, V., Wilmotte, P.-F., & Hendrickx, S. (2022). Réduction du potentiel foncier urbanisable au plan de secteur, Notes de recherche de la CPDT, n°81 <https://hdl.handle.net/2268/289465>

Defer, V., Wilmotte, P.-F., Hendrickx, S., & Halleux, J.-M. (Ed.). (2021). Évaluation des gisements qui pourraient être protégés de l'urbanisation à moindres coûts d'indemnisation. CPDT. <https://hdl.handle.net/2268/289468>

Suivi des dynamiques sédimentaires du substrat des rivières à lit caillouteux ardennaises pour la réintroduction des moules d'eau douce (*Margaritifera margaritifera* et *Unio crassus*)

Camille IMBERT, Quintia VAESSEN, Charlie GUFFENS, Geoffrey HOUBRECHTS

Université de Liège, Laboratoire d'Hydrographie et de Géomorphologie Fluviale

Résumé

Un lit de rivière bien oxygéné est essentiel au bon fonctionnement écologique des cours d'eau. Le colmatage des espaces interstitiels par des sédiments fins réduit considérablement la qualité écologique des habitats aquatiques. Ce phénomène est lié à plusieurs paramètres : la disponibilité des sédiments fins dans les bassins versants, l'érosion des sols et l'occupation des sols, et la dynamique de la charge du lit. Dans le cadre de deux projets européens LIFE (LIFE19 NAT/BE/000093 et LIFE 19 NAT BE000054), qui visent notamment à réintroduire deux espèces moules d'eau douce menacées (*Margaritifera margaritifera* et *Unio crassus*) dans les rivières à lit caillouteux du massif des Ardennes, le degré de colmatage/décolmatage des substrats et la dynamique des sédiments sont monitorés. Plusieurs dispositifs de suivi ont été mis en place : des pièges à sédiments fins ont été installés dans la contre-pente des mouilles, connue pour être un habitat favorable aux moules. Cette méthode permet de quantifier la concentration en particules fines qui peuvent s'infiltrer dans la couche de subsurface. Des chaînes d'érosion ont été placées sur des radiers afin de quantifier l'épaisseur de la couche active, qui correspond à l'épaisseur du lit qui peut être décolmatée lors des crues. Des relevés granulométriques ont également été effectués sur des radiers pour caractériser la compétence des rivières. Enfin, la dynamique de la charge du lit a été suivie grâce à des galets marqués par des transpondeurs passifs (PIT-tags). Ces résultats ainsi que les données de biosurveillance et de physico-chimie permettront d'identifier les sites les plus appropriés pour la réintroduction des moules d'eau douce.

Références :

Imbert, C., Vaessen, Q., Tripon, M., Houbrechts, G. (2022). Monitoring the clogging/unclogging and the bedload of gravel bed rivers in the Ardenne massif for the reintroduction of two species of freshwater mussels (*Unio crassus* and *Margaritifera margaritifera*). 10th International Conference of Geomorphology (Coimbra, Portugal).

Effectiveness of measures aiming to stabilize urban gullies in tropical cities: results from field surveys across D.R. Congo

Eric LUTETE LANDU^{1,2}, Guy ILOMBE MAWE^{1,2,3}, Fils MAKANZU IMWANGANA^{2,4}, Jean POESEN^{5,6}, Olivier DEWITTE⁷, Charles BIELDERS⁸, Aurélia HUBERT-FERRARI¹, Matthias VANMAERCKE^{1,5}

¹ University of Liege, Department of Geography, Liege, Belgium

² University of Kinshasa, Geoscience Department, Kinshasa, D.R. Congo

³ Université Officielle de Bukavu, Department of Geology, Bukavu, D.R. Congo

⁴ Geomorphology and Remote Sensing Laboratory, Geological and Mining Research Center, Kinshasa, D.R. Congo

⁵ KU Leuven, Department of Earth and Environmental Sciences, Leuven, Belgium

⁶ *Maria-Curie Skłodowska University, Institute of Earth and Environmental Sciences, Lublin, Poland*

⁷ *Royal Museum for Central Africa, Department of Earth Sciences, Tervuren, Belgium*

⁸ *UCLouvain, Earth and Life Institute - Environnemental Sciences, Louvain-la-Neuve, Belgium*

Résumé

Urban gullies are a rapidly growing concern in many cities of the D.R. Congo, leading to many direct and indirect impacts. Hundreds of such gullies occur (typically hundreds of meters long and tens of meters wide and deep) and their expansion causes major damage to houses and other infrastructure. In several cases, this also claims casualties. Hence, numerous measures are implemented for their stabilization. These measures vary greatly in concept, location and scale: from large structural measures like retention ponds to local initiatives of stabilizing gully heads with waste material. Yet, much of these measures appear ineffective. Earlier work indicated that an estimated 50% of the existing urban gullies continue to expand, despite the implementation of such measures. However, a clear overview of the measures currently implemented and their overall effectiveness is clearly lacking. One reason for this is that most initiatives to stabilize urban gullies happen on an isolated basis and are rarely evaluated afterwards. This work aims to help addressing this research gap by contributing to a better understanding of the different measures that are currently implemented to stabilize urban gullies in D.R. Congo and assessing their overall effectiveness. For this we conducted extensive field campaigns in Kinshasa, Kikwit and Bukavu and combined our terrain observations with data on gully expansion rates (derived from series of satellite imagery). In total, we conducted field surveys to characterize present and previous stabilization initiatives for >390 urban gullies. For nearly 80 of these gullies, the effect of a specific measure on gully expansion rates could be estimated. Our results show that the most commonly applied measures are revegetation and reinforcement of gullies with household waste material (implemented in around 65% of the cases). Measures based on larger engineering works were observed for only 20-30% of gullies. Small infiltration structures and vegetation at parcels are also frequently implemented (> 45% of the cases), in addition to small dams installed along roads (68%). Overall, techniques relying on vegetation are used relatively more frequently in regions with clayey soil, while techniques involving digging (e.g., infiltration pits) and topographic remodeling (e.g., gully reshaping by creation of terraces) are used mainly in sandy or sandy-clay areas. Surprisingly, the huge amount of efforts observed strongly contrasts with their overall low impact. Among all strategies, only the reinforcement of gully channels resulted in significantly lower expansion rates after installment. The numerous initiatives based on the sparse means available seem to have limited effects. This does not imply that they are completely ineffective and should be abandoned. For example, despite possible other negative impacts (e.g., sanitation concerns), installation of organic household waste in gullies may have an indirect effect on gully stabilization by providing more suitable conditions for vegetation to develop. As such, further research is required to see to what extent such smaller measures can be improved or combined in order to stabilize urban gullies as effective and

efficiently as possible. Such improved methods are badly needed as large engineering efforts are often very costly and unfeasible

Transformation d'un bas – fond marécageux en zone d'habitat en contexte urbain camerounais et vulnérabilités au risque d'inondation : cas de Nkolmintag, Nylon et Tergal

Casimir Pascal Kamgho Kamsu¹, Mesmin Tchindjang², Saha Frédéric²

¹ *Université de Yaoundé 1, département de Géographie, doctorant au CRFD-UFDSHSE*

² *Université de Yaoundé 1, département de Géographie*

Résumé

Cet article est une étude régressive des conséquences de l'opération d'aménagement d'un bas-fond marécageux sur les vulnérabilités au risque d'inondation dans les quartiers Nkolmintag, Nylon et Tergal dans la ville de Douala. En effet, construits de manière informelle sur un site impropre à l'habitat ces quartiers sont devenus, après une opération de restructuration menée par l'État, des espaces habités et attractifs. Cependant, de nouvelles vulnérabilités liées à l'état marécageux antérieur du site exposent les populations au risque d'inondation. Ces nouvelles vulnérabilités se traduisent, entre autres, par les remontées de capillarité, la subsidence des habitations et une faible perception du risque. Dès lors, des actions d'aménagements préventifs et de conservation de la mémoire du risque devraient être prises. L'objectif de ce travail est de ressortir les vulnérabilités au risque d'inondation relatives à l'effet produit par l'adaptation des populations à l'état marécageux initial du site. La réalisation de cette étude a nécessité d'un côté la collecte, le traitement et l'analyse des données pluviométriques, hydrologiques, pédologiques afin de montrer la sensibilité intrinsèque de ce milieu aux inondations. De l'autre côté, la collecte, le traitement et l'analyse des données sociodémographiques qui a permis de mettre en exergue les nouvelles vulnérabilités. Il est apparu, que la transformation du marécage en lieu d'établissement humain, la zone présente de nouvelles vulnérabilités aux inondations liées à l'état marécageux antérieur du site.

Références :

D'ERCOLE, R., THOURET, J.-C., DOLLFUS, O., ASTÉ J.-P. (1994). Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés : concepts, typologie et modes d'analyse. *Revue de géographie alpine*, tome 82, n°4, pp. 87 – 96.

KUETE, M. (2005). Urbanisation, conquête des zones à risque et qualité de vie dans une ville d'estuaire tropical à mangroves : cas de Douala (Cameroun). Cerehuds@yahoo.fr

MAINET, G. (1985). Douala : Croissance et servitudes. L'Harmattan. 616p.

NOUBOUWO, A. (2014). Développement urbain et stratégies d'acteurs dans les quartiers précaires de Douala. Thèse de Doctorat en Étude urbaines, Université du Québec, 299p. (avec les annexes).

PIGEON, P. (2012). Apports de la résilience à la géographie des risques : l'exemple de La Faute-sur-Mer (Vendée, France). *Vertigo*, la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne], 12, 1. <https://doi.org/10.4000/vertigo.12031> Consulté le : 06 février 2019.

Quantifying the direct impacts and risks of urban gullies in the Democratic Republic of Congo

Guy ILOMBE MAWE^{1,2,3}, Eric LUTETE LANDU^{1,3}, Fils MAKANZU IMWANGANA^{3,4}, Charles NZOLANG⁵, Caroline MICHELLIER⁶, Jean POESEN^{7,8}, Charles BIELDERS⁹, Olivier DEWITTE⁶, Aurélia HUBERT-FERRARI¹, Matthias VANMAERCKE⁷

¹ *University of Liege, Department of Geography, Liege, Belgium*

² *Université Officielle de Bukavu, Department of Geology, Bukavu, D.R. Congo*

³ *Université de Kinshasa, Geoscience Department, Kinshasa, D.R. Congo*

⁴ *Geomorphology and Remote Sensing Laboratory, Geological and Mining Research Center, Kinshasa, D.R. Congo*

⁵ *Université Officielle de Bukavu, Department of Geology, Bukavu, D.R. Congo*

⁶ *Royal Museum for Central Africa, Department of Earth Sciences, Tervuren, Belgium*

⁷ *KU Leuven, Department of Earth and Environmental Sciences, Leuven, Belgium*

⁸ *Maria-Curie Skłodowska University, Institute of Earth and Environmental Sciences, Lublin, Poland*

⁹ *UCLouvain, Earth and Life Institute - Environmental Sciences, Louvain-la-Neuve, Belgium*

Abstract

Large urban gullies (UGs) cause major infrastructural damage and often claim casualties in many tropical cities of the Global South. Nonetheless, our insight into this new type of geo-hydrological hazard remains limited to some case studies and the overall impacts remain poorly quantified. Here, we aim to bridge this gap by making a first assessment of the number of persons affected by urban gullies at the scale of the Democratic Republic of Congo (DRC). We used Google Earth imagery in combination with local news sources and earlier research to identify 25 cities in DRC where UG occur at a significant scale (at least ten UGs). This list is likely exhaustive. Next, for each of these cities, we used Google Earth imagery and other high resolution satellite images to map all visible UG, evaluate their expansion rate and inventories detectable damages to houses and roads. In total, >2,000 UGs were mapped across the 25 affected cities. Overall, the problem of UGs in DRC is especially acute in the cities of Kinshasa, Mbuji-Mayi, Kikwit, Tshikapa and Kananga. Over 90% of these gullies were active during the observation period (typically from 2002 to 2020).

Next, we assessed the total number of people that are directly affected, as well as the number of persons currently at risk. Using available high resolution population density data and taking into account the current position of urban gullies, we estimate that around 68,700 people

were directly displaced due the formation and expansion of UGs over the last 15 years. This corresponds to an average of ca. 4,300 persons per year. By considering the population that lives in the direct vicinity (<100 m) of an UG, we estimate that around 1.3 million people in D.R. Congo are currently at risk and/or experience significant impacts because of UGs (e.g. reduced land value, problems with trafficability, stress). This number has doubled over the past 10 years (2010-2020) and will likely continue to increase as a result of urban expansion and climate change.

Overall, this research shows that urban gullying is a very serious problem in the Democratic Republic of Congo, but likely also in many other countries of the Global South. More research is needed to better understand these processes and, ultimately, to prevent and mitigate its impacts. The results and the database of this study provide an important step towards this.

Évaluations de la gestion des inondations dans les terroirs de Kékem en contexte de changement climatique et de décentralisation

Zidane KEMEDJEU DAMENI et Mesmin TCHINDJANG

Département de Géographie, Université de Yaoundé 1, Cameroun

Résumé

Les modèles climatiques du GIEC prédisent un accroissement de l'intensité et de la fréquence des pluies ainsi que des températures extrêmes avec l'évolution du climat. Ces pluies extrêmes couplées au réseau hydrographique assez dense de la commune de Kékem génèrent des inondations tous les ans depuis 2012. Ces inondations sont exacerbées par les activités humaines. Elles induisent des dégâts énormes (pertes en vies humaines, destructions des cultures, panne des systèmes électriques, etc...).

La gestion des extrêmes pluviométriques devra désormais se positionner au cœur des politiques de développement, car, les aménageurs doivent impérativement penser et prendre en compte les évènements pluvieux dans l'optique non seulement de réduire le risque d'inondation, mais aussi de stocker ce trop-plein d'eau en vue d'autres usages.

La gestion locale des inondations dans les terroirs de Kékem représente ainsi pour la commune un défi considérable à intégrer dans le plan communal de développement. Aussi, cette étude se propose-t-elle d'évaluer les stratégies de gestion des inondations par la commune de Kékem. Elle propose en outre une cartographie de la vulnérabilité de cette commune d'arrondissement aux inondations.

La méthodologie adoptée s'appuie essentiellement (i) sur les observations et les enquêtes de terrain par questionnaire et par guide d'entretien. (ii) sur une analyse de la vulnérabilité aux inondations suivant l'approche géo- historique telle qu'implémentée par Bruckmann et al., (2019) pour la ville de Douala, iv) l'utilisation des logiciels surfer et ArcGis pour la réalisation des cartes (carte altimétrique et carte de vulnérabilité selon les altitudes). Les efforts de la commune restent mitigés face à la gravité de la situation à un moment où l'Etat et les bailleurs de fonds se focalisent sur les grands centres urbains.

Références :

Bruckman, L., Amanejieu, A., Zogning, M.O., Ozer, P. (2019). Analyse géohistorique de l'évolution spatio-temporelle du risque d'inondation et sa gestion dans la zone urbaine de Douala (Cameroun). *Physio-Géo, varia, vol.13*.

Douvunet J., Defossez S., Anselme A., Denolle A-S., (2011). Les maires face aux plans de prévention du risque inondation. *L'espace Géographique, tome 40, 31-46p*.

Epanda Edimo, F.A., Tchokomakwa, E.R., (2021). Inondations et impact sur les activités agricoles dans la plaine de Kékem (HAUT-NKAM-OUEST CAMEROUN). *Espace Géographique et Société Marocaine, 49, 101-113p*.

Saha, F., Nkemta, D., Tchindjang, M., Mbevo, P. (2018). Production des risques dits naturels dans les grands centres urbains du Cameroun. *Nature Science Société, vol.26, p 418-433*.

Veyret Y., Reghezza M., (2006). Vulnérabilité et risque. L'approche récente de la vulnérabilité. *Annales des mines 43, 9-13p*.

L'exploitation incontrôlée de *Pterocarpus tinctorius* Welw., une menace sur les écosystèmes forestiers et la sécurité alimentaire dans le territoire de Kasenga en République Démocratique du Congo (R.D.C.)

Médard MPANDA MUKENZA^{1*}, Dieudonné N'TAMBWE NGHONDA², Héritier KHOJI MUTEYA², Raoul KOUAGOU SAMBIENI^{3,4}, François MALAISSE⁵, Sylvestre CABALA KALEBA², Jan BOGAERT⁵ & Yannick USENI SIKUZANI^{2,6}

¹Département de Gestion des Ressources Naturelles Renouvelables, Faculté des Sciences Agronomiques, Université Technologique Katumba Mwanke, B.P. 74 (via Lubumbashi), RD Congo.

²Unité Ecologie, Restauration Ecologique et Paysage, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi, 1825 Lubumbashi, RD Congo.

³Ecole Régionale Post-Universitaire d'Aménagement et Gestion Intégrés des Forêts et Territoires Tropicaux (ERAIFT), Kinshasa, RD Congo.

⁴Faculté d'Architecture, Université de Lubumbashi, 1825 Lubumbashi, RD Congo.

⁵Unité Biodiversité et Paysage, Gembloux Agro-Bio Tech, Université de Liège, 5030 Gembloux, Belgique.

⁶Centre de Compétences en Planification et Gestion Urbaine, Université de Lubumbashi, 1825 Lubumbashi, RD Congo

Résumé

L'exploitation forestière incontrôlée de *Pterocarpus tinctorius* Welw (Bois rouge), dans le territoire de Kasenga, au sud-est de la République Démocratique du Congo, présente des avantages socio-économiques importants, mais constitue surtout une menace pour la

stabilité des écosystèmes forestiers. Comme de nombreuses espèces de la famille des Fabaceae, *P. tinctorius* est un arbre d'ombrage apprécié et son feuillage est un fourrage commun pour la faune domestique. Les fleurs sont importantes pour la production de miel. Sur la base d'images Landsat de 2009, 2013, 2017 et 2021, la dynamique du paysage d'une zone d'exploitation de *P. tinctorius*, la région de Kasomeno dans le territoire du Kasenga, a été quantifiée à l'aide d'une approche cartographique couplée à des outils d'analyse de l'écologie du paysage. Les résultats révèlent une perte continue du couvert forestier sur l'ensemble des périodes étudiées, nettement plus marquée entre 2013 et 2017, à travers la dissection des tâches. Aussi, à travers le processus spatial de suppression, les champs ont enregistré une dynamique régressive entre 2013-2017, signe d'un abandon de l'activité agricole au profit de l'exploitation de *P. tinctorius*. Ces dynamiques paysagères sont les conséquences de fortes activités anthropiques dans la zone d'étude conduisant à une importante savanisation. En conséquence, le niveau de perturbation du paysage a doublé, passant de 0,8 à 1,7 entre 2009 et 2021. Nos résultats suggèrent que, sans application de la réglementation, l'exploitation illégale de *P. tinctorius* compromet dangereusement la santé des écosystèmes forestiers et la sécurité alimentaire des ménages dans la région.

Références :

Mukenza, M.M.; Muteya, H.K.; Nghonda, D.-D.N.; Sambiéni, K.R.; Malaisse, F.; Kaleba, S.C.; Bogaert, J.; Sikuzani, Y.U. Uncontrolled Exploitation of *Pterocarpus tinctorius* Welw. and Associated Landscape Dynamics in the Kasenga Territory: Case of the Rural Area of Kasomeno (DR Congo).

Spatialiser l'aléa inondation en contexte de changements climatiques : essai de couplage de l'approche hydrogéomorphologique et de la modélisation hydraulique. Cas de la plaine d'inondation de la Bénoué (Nord-Cameroun)

Gilles YVANS AKAMBA, Jean-Guy DZANA

Université de Yaoundé 1, Département de Géographie

Résumé

La gestion des inondations s'organise autour de la connaissance de leur extension spatiale qui s'articule sous la forme de cartes d'aléa d'inondation. La réalisation de ces cartes fait appel à deux méthodes scientifiques opposées à savoir : la modélisation hydraulique et l'approche hydrogéomorphologique (Ballais et *al.*, 2011 ; Goutx, 2014). Ces débats épistémologiques, sont liés au fait que la modélisation hydraulique appréhende l'aléa en se basant sur des séries de débits enregistrés, pendant que le fondement de l'hydrogéomorphologie est l'analyse géomorphologique des lits qui composent la plaine d'inondation. Face aux incertitudes climatiques, la recherche d'une approche capable de cartographier efficacement l'aléa,

d'autant plus qu'à côté de ces questions climatiques, les contraintes liées au manque et à l'insuffisance des données sont réelles dans la majorité des pays en développement. En prenant pour espace d'analyse la vallée supérieure de la Bénoué au Nord-Cameroun, cette recherche confronte l'hydrogéomorphologie et la modélisation hydraulique. L'objectif étant, de mesurer les écarts entre ces approches et de poser les bases d'une perspective de couplage. Son dispositif méthodologique associe revue de littérature, observations de terrains, analyses géomatiques et statistiques. Les résultats permettent de montrer d'abord, que dans un contexte d'indisponibilité des données hydro-climatiques, l'hydrogéomorphologie peut servir d'alternative pour la réalisation des cartes d'aléa d'inondation. Il est ensuite mis en exergue que, l'enveloppe hydrogéomorphologique semble être plus résiliente aux extrêmes climatiques car, tend à contenir les crues de fréquence plus élevée. Il est à noter enfin, une forte complémentarité entre les deux méthodes : l'hydrogéomorphologie pourrait servir de base pertinente pour la construction des hypothèses utiles aux modélisations hydrauliques, qui offriraient à leur tour, une perspective de quantification des modelés l'hydrogéomorphologiques en débit de fréquence.

Références :

- Feumba, R. A. (2017). Adaptation planifiée de l'Etat aux impacts de la variabilité et des changements climatiques au Cameroun depuis 1916. Thèse de doctorat en géographie. Université de Ngaoundé (Cameroun).
- Tanoï, (2014). Analyse et prévision des crues du Bassin de la Bénoué. Mémoire de Master de statistique appliquée. Université de Yaoundé 1. Ecole Nationale Polytechnique.
- Tchotsoua, M., Fotsing, J. M. et Moussa, A. (2007). Evaluation des risques d'inondation dans la vallée de la Bénoué en aval du barrage de Lagdo (Cameroun). Actes des JSIRAUF, Hanoi, 6-9 novembre 2007.
- Goutx, D. (2014). Les leçons de l'incorporation de l'expertise hydro géomorphologique dans la doctrine française de prévention des risques d'inondation. Vertigo. Volum14, numéro 2.
- Ballais, J. L., Chave, S., Delorme, D. et Espocito, C. (2011) Le lit majeur exceptionnel : premier bilan. Revue Géographique de l'Est [En ligne], vol. 51 / 3-4 | 2011, mis en ligne le 28 août 2012, consulté le 03 octobre 2016. URL : <http://rge.revues.org/3365>.