



**HAL**  
open science

# Cartographie de l'occupation et de l'utilisation du sol et modélisation dasymétrique pour une meilleure gestion des risques en répondant à la directive INSPIRE

Nathalie Stephenne, Eric Hallot, Benjamin Beaumont, Eléonore Wolff

## ► To cite this version:

Nathalie Stephenne, Eric Hallot, Benjamin Beaumont, Eléonore Wolff. Cartographie de l'occupation et de l'utilisation du sol et modélisation dasymétrique pour une meilleure gestion des risques en répondant à la directive INSPIRE. Spatial Analysis and GEOmatics 2017, INSA de rouen, Nov 2017, Rouen, France. hal-01643582

**HAL Id: hal-01643582**

**<https://hal.science/hal-01643582>**

Submitted on 21 Nov 2017

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

---

# Cartographie de l'occupation et de l'utilisation du sol et modélisation dasymétrique pour la gestion des risques

**N. Stephenne<sup>1</sup>, B. Beaumont<sup>1</sup>, E. Hallot<sup>1</sup>, E. Wolff<sup>2</sup>**

1. Cellule Télédétection et Géodonnées, Institut Scientifique de Service Public  
Rue du Chéra, 200, 4000 Liège, Belgique  
(b.beaumont, e.hallot)@issep.be

2. Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire,  
Université Libre de Bruxelles, CP130/03 ULB/IGEAT, av. F. Roosevelt, 50, 1050  
Bruxelles, Belgique  
ewolff@ulb.ac.be

---

*RESUME.* Dans un contexte d'urbanisation et d'augmentation des risques des habitants à cause du changement climatique, les autorités doivent élaborer des plans de gestion pour comprendre, mesurer et cartographier les risques. Cet article traite de l'utilisation des géodonnées, des analyses spatiales et de la télédétection pour développer des méthodes de cartographie d'occupation / utilisation du sol mais aussi de densité de population. Ces cartes sont essentielles dans l'analyse des risques, que ce soit dans l'évaluation des dangers ou dans l'exposition de la population mais elles répondent également aux exigences de la directive européenne INSPIRE et donc aux obligations de l'administration.

*ABSTRACT.* In the context of steady urban population growth and increased risk to these populations due to climate change, cities need to develop management strategies to understand, measure, map and mitigate the challenges and risks. This article deals with the use of geodata, spatial analysis and remote sensing to develop land-cover / land-use mapping and population density methods. These maps are not only essential in the risk analysis, whether in the assessment of hazards or in the exposure of the population, but they also meet the requirements of the European directive INSPIRE and therefore the obligations of the administration.

*MOTS-CLES :* occupation et utilisation du sol, densité de population, risques urbains, INSPIRE, cartographie, modélisation

*KEYWORDS:* Land-cover and land-use, population density, urban risks, INSPIRE, mapping, modeling

---

## 1. Introduction

Les citoyens européens vivent pour 73% dans les villes et ce ratio atteint une valeur de 98% en Belgique (World Bank, 2015). Sous l'impulsion démographique, les surfaces imperméables augmentent et par corollaire certains risques pour la population. Dans les villes, les effets de la pollution atmosphérique (EEA/JRC, 2013) ou l'impact des îlots de chaleur sur la santé sont en croissance dans le contexte du réchauffement climatique. Les zones urbaines concentrent en effet la chaleur dans des « Urban Heat Island – UHI » (Lauwaet *et al.*, 2016). Les études épidémiologiques ont démontré les effets néfastes de la pollution sur la santé avec une réduction de la fonction pulmonaire, de l'asthme et une augmentation des mortalités et morbidités liées aux maladies cardio-vasculaires et respiratoires (Aubrecht et Ozceylan, 2013). Cet article traite de l'élaboration de cartes détaillées de l'occupation et l'utilisation du sol et de la distribution de la population afin d'analyser et de prédire les risques relatifs à la santé et à l'environnement.

La gestion des risques doit mettre à profit les informations spatiales disponibles et pertinentes telles que celles d'observation de la Terre (OT) dans un système d'information géographique (SIG). L'OT permet de construire des cartes d'utilisation et d'occupation du sol (Land Use & Land Cover en anglais, LULC) qui sont les intrants des modèles de climat urbain (pollution de l'air et îlots de chaleur) (Stephene *et al.*, 2017). Le projet SmartPop compare deux méthodes de cartographies orientée-objet (en anglais, object-based image analysis - OBIA) de LULC intégrant des données d'OT. Grâce à une méthode dasymétrique désagrégant l'information statistique sur la carte LULC, nous proposons une carte de l'exposition humaine aux dangers. Un modèle de simulation de l'utilisation du sol permet aux responsables wallons d'analyser et de prédire le développement urbain et la localisation des citoyens.

## 2. Données

L'aménagement du territoire repose sur les données géospatiales existantes et accessibles. Le géoportail wallon répond à la directive Inspire (2007/2/CE). La carte LULC de Wallonie (COSW), réalisée en 2007, combine les données thématiques disponibles en 2005 mais, contrairement aux recommandations de la directive INSPIRE, mélange les classes d'«utilisation» et l'«occupation» comme dans CORINE (Baltus *et al.*, 2007).

Pour mettre à jour cette carte, les données suivantes ont été utilisées: (1) Orthophotos infrarouge et proche infrarouge (VNIR; 4 bandes, 0,25 m) et un modèle numérique de surface (MNS, 1 m) généré par photogrammétrie (Claessens *et al.*, 2015); (2) Données satellitaires VNIR Pléiades (2013, multispectrales 2 m et panchromatique 0,5 m); et (3) Modèle Numérique de Terrain (MNT) et Modèle Numérique de Surface (MNS) générés à l'aide de données LiDAR à faible résolution durant les hivers 2013 et 2014.

Pour la cartographie dasymétrique, les données démographiques sont fournies par l'Institut Statistique National (INS, 2011) par secteur statistique. Pour des

raisons de confidentialité, le registre national des personnes physiques (RNPP) qui localise le nombre exact de personnes par habitation n'est pas accessible au public. L'Institut Wallon pour l'Évaluation Statistique et Prospective (IWEPS) a agrégé le RNPP de 2013 sur une grille de 100x100m. Ces données sont fournies dans le cadre de la recherche et ne sont pas diffusées.

### **3. Méthodes et résultats**

#### **3.1. Cartes d'occupation et d'utilisation du sol**

La méthode de cartographie de LC développée dans SmartPop développe une chaîne de traitement semi-automatique avec des outils libres (Grippa *et al.*, 2016). La classification OBIA s'avère efficace pour classer l'occupation du sol en zones urbaines à partir d'images métriques et sub-métriques (Patino, 2013) en intégrant les sources d'information soit dans l'étape de segmentation soit dans la classification. Les données à très haute résolution (VHR) sont fusionnées avec des données LiDAR pour dériver l'information sur la végétation et les bâtiments (Kim *et al.*, 2014). Cette représentation 3D de la surface terrestre permet de définir des métriques sur la hauteur et la texture des caractéristiques du sol (Wurm *et al.*, 2010). Le capteur actif du LiDAR dépasse les problèmes d'ombre et réduit les incertitudes de classification entre les surfaces artificielles. Les performances de ces classifications sont évaluées en calculant la précision générale de la carte (overall accuracy - OA) et le kappa. Les matrices de confusion sont construites par comparaison à un jeu de validation par interprétation visuelle sur un ensemble de points aléatoires stratifiés (Beaumont *et al.*, JARS 2017). Par ces valeurs variant entre 0,85 à 0,95% et des critères qualitatifs, les coûts et bénéfices des différentes combinaisons de données sont comparés.

#### **3.2. Carte de densité de population**

La dasymétrie distribue les données démographiques dans des zones spatiales homogènes significatives et augmente ainsi la précision spatiale (Eicher et Brewer, 2001). Les données démographiques fournies à l'échelle des unités administratives par l'Institut national de statistique sont distribuées sur la carte d'occupation du sol pour produire une carte de densité d'habitants par pixel. Les dasymétries existantes exploitent les images satellites de lumières nocturnes (Sutton *et al.*, 1997), des cartes LULC comme CORINE ou des cartes d'imperméabilisation (Batista *et al.*, 2013).

En Wallonie, l'algorithme de dasymétrie (Van Esch *et al.*, 2009) distribue la population des secteurs statistiques sur la COSW. Pour une meilleure intégration et harmonisation entre la région wallonne et la Flandre et dans l'attente d'une cartographie de l'utilisation du sol validée et mise à jour dans le projet SmartPop, la légende de la carte COSW existante a été adaptée en conservant une analogie avec la carte utilisée par le VITO. En plus de la COSW, l'algorithme intègre une carte de densités relatives pour chaque classe définissant ainsi le poids de chacune, ou la part de population par type d'occupation du sol. Sur base du RNPP, trois niveaux de

densité ont été distingués pour les zones habitées (densités de population élevée, moyenne et faible), des zones habitables (non urbaines) et inhabitées (zones presque nulles ou nulles). Une densité de population moyenne est ensuite dérivée du RNPP pour pondérer le modèle (Hallot *et al.*, 2016). La validation de cette méthode a été effectuée avec un jeu de données RNPP fourni au format vectoriel original non rastérisé sur la ville de Liège. On obtient erreur moyenne de 0,16 habitant / pixel et une erreur quadratique moyenne (RMSE) de 20 habitants / pixel. 90% des valeurs présentent de -30 à 30 habitants / pixel.

#### 4. Conclusions et perspectives

Le projet SmartPop propose des outils de gestion des territoires urbanisés intégrant les géodonnées existantes en Wallonie. Une chaîne de traitement semi-automatisée avec des outils libres permet de mettre à jour la carte d'occupation du sol. Des perspectives d'application opérationnelle à l'échelle du territoire régional sont envisagées. La production d'une carte d'utilisation du sol est une deuxième étape dans cette voie. Pour ce faire, des indicateurs spatiaux vont caractériser et discriminer les unités pertinentes, ici les îlots et les parcelles. Une analyse des bases de données socio-économiques existantes et de leur intégration potentielle à la carte d'occupation du sol permettra de proposer une carte fonctionnelle d'utilisation du sol. La compatibilité de cette carte avec la COSW existante utilisée par les autorités régionales et locales sera analysée et discutée avec le groupe d'implémentation du projet dans les prochains mois. L'objectif étant de fournir une méthode qui puisse permettre en partie la mise à jour de cette carte tout en respectant les normes de la directive INSPIRE qui préconise de découpler l'occupation de l'utilisation.

L'algorithme de cartographie dasymétrique permettra de s'affranchir des données du registre national qui ne sont pas disponibles en accès gratuit et de combiner cette carte de densité avec les cartes de danger afin d'étudier l'exposition de la population. Cet algorithme nous donne la possibilité de produire une carte de densité de la population à partir d'autres cartes d'utilisation du sol, d'éventuellement l'affiner avec une carte d'imperméabilisation et donc ultérieurement d'intégrer notre nouvelle carte d'utilisation du sol produite par télédétection lorsque celle-ci sera validée par les utilisateurs. Par ailleurs, cette méthode permet également de produire des indicateurs socio-économiques associés à la population comme le genre, ou la distribution par âge de la population dont la répartition spatiale plus précise permet d'affiner les politiques de mitigation des risques.

#### *Remerciements:*

*Cette recherche a bénéficié d'une aide financière provenant (i) du fonds Moerman de l'ISSeP et (ii) de Belspo (Belgian Science Policy Office) dans le cadre du programme STEREO III - projet SmartPop no. SR/00/313.*

## Bibliographie

- Aubrecht C., Ozceylan D., 2013. Identification of heat risk patterns in the U.S. National Capital Region by integrating heat stress and related vulnerability. *Environ. Int.* 2013, 56, p. 65-77.
- Baltus C., Lejeune P., Feltz C., 2007. *Mise en œuvre du projet de cartographie numérique de l'Occupation du Sol en Wallonie (PCNOSW)*, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux.
- Batista Silva F., Gallego J., Lavalley C., 2013. A high-resolution population grid map, *Journal of Maps*, 9, p. 16-28.
- Beaumont B., Grippa T., Lennert M., Vanhuysse S., Stephenne N., Wolff E., 2017. Towards an operational framework for fine-scale urban land-cover mapping in Wallonia using sub-meter remote sensing and ancillary vector data, *Journal of Applied Remote Sensing*.
- Claessens H., Henrotay F., Mengal C., Michez A., 2015. Intégration d'un monitoring des secteurs de cours d'eau dans le Programme d'Actions sur les Rivières par une approche Intégrée et Sectorisée (PARIS) - Rapport final IMAGEAU 3 (2015), p. 0-90.
- EEA/JRC, 2013. *Environment and human health*, EEA report n°5.
- Eicher C., Brewer C., 2001. Dasymetric mapping and areal interpolation: Implementation and evaluation. *Cartography and Geographic Information Science*, 28, p. 125-138.
- Hallot E., Poelmans L., Uljee I., Beaumont B., Stephenne N., 2016. Localiser la population urbaine pour optimiser la gestion du Territoire. *RUGC 2016, 25-27 mai*, Liège, Belgique.
- Institut National des Statistiques, 2011. *Census 2011*, Service Public Fédéral Economie, [http://statbel.fgov.be/fr/statistiques/collecte\\_donnees/recensement/Census2011](http://statbel.fgov.be/fr/statistiques/collecte_donnees/recensement/Census2011).
- Kim, Y., 2014. Improved classification accuracy based on the output-level fusion of high-resolution satellite images and airborne LIDAR data in urban area. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 11, p. 636-640.
- Lauwaet D., De Ridder K., Saeed S., Brisson E., Chatterjee F., van Lipzig N. P. M., Maiheu B., Hooyberghs H., 2016. Assessing the current and future urban heat island of Brussels. *Urban Clim.* 2016, 15, p. 1-15.
- Patino J., Duque J., 2013. A review of regional science applications of satellite remote sensing in urban settings. *Computers, Environment and Urban Systems*, 37, p. 1-17
- Stephenne, N., Beaumont, B., Hallot, E., Lenartz, F., Lefebvre, F., Lauwaet, D., Poelmans, L., and Wolff, E.: Exposure and Vulnerability Geospatial Analysis using Earth Observation Data in the city of Liege, Belgium, *ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, IV-1/W1, 149-156, <https://doi.org/10.5194/isprs-annals-IV-1-W1-149-2017>, 2017.
- Sutton P., Roberts D., Elvidge C., Meij H., 1997. A Comparison of Nighttime Satellite Imagery and population Density for the Continental United States. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 63, p. 1303-1313.
- Van De Kerchove R., Strale M., Hanson E., Wolff E., 2015. *Cartographie des surfaces imperméables en Wallonie*. Rapport de recherche Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire, Université Libre de Bruxelles.
- Van Esch L., Vos G., Janssen L., Engelen G., 2009. The Emission Inventory Water: a planning support system for reducing pollution emissions in the surface waters of Flanders, in: *Planning Support Systems: Best Practices and New Methods*, edited by: Geertman S. and Stillwell J., Springer.
- World Bank. 2015. *World Development Indicators 2015*. Washington, DC. © World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/21634>
- Wurm M., Taubenböck H., Schardt M., Esch T., Dech S., 2010. Object-based image information fusion using multisensor earth observation data over urban areas. *International Journal of Image and Data Fusion*, vol. 2, p. 121-147.