

Inondations et inégalités environnementales

Auteur : Poussard, Clémence

Promoteur(s) : Teller, Jacques; Dewals, Benjamin

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Master en ingénieur civil architecte, à finalité spécialisée en ingénierie architecturale et urbaine

Année académique : 2018-2019

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/8015>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

UNIVERSITE DE LIEGE – FACULTE DES SCIENCES APPLIQUEES
ANNEE ACADEMIQUE 2018-2019



INONDATIONS ET INEGALITES ENVIRONNEMENTALES

TRAVAIL DE FIN D'ETUDES REALISE EN VUE DE L'OBTENTION DU GRADE
DE MASTER « INGENIEUR CIVIL EN ARCHITECTURE »



POUSSARD CLEMENCE
SOUS LA DIRECTION DE TELLER JACQUES ET DEWALS BENJAMIN (PROMOTEURS)
Avec les membres du jury REITER Sigrid et SELMI Wissal

Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu mon promoteur le Pr. Jacques Teller, qui m'a donné l'opportunité de travailler sur le sujet très intéressant et enrichissant que sont les inégalités environnementales, et qui m'a encadrée tout au long de mon projet. Je remercie également tout particulièrement mon co-promoteur le Pr. Benjamin Dewals, pour le temps qu'il m'a accordé et l'aide précieuse qu'il m'a apportée, ainsi que pour son enthousiasme tout au long du projet. Je souhaite également exprimer ma gratitude à M. A. Mustafa et M. B. Bianchet pour les données qu'ils m'ont fournies, ainsi qu'aux membres de mon jury Pr. S. Reiter et Mme W. Selmi.

Je souhaite bien entendu témoigner de ma reconnaissance à toutes les personnes qui ont donné de leur temps et de leur bonne volonté pour répondre à mon enquête, sans qui je n'aurais pas pu mener ce travail à terme. Je remercie également M. P. Wathelet et Mme C. Meter, qui m'ont donné des contacts.

Enfin, je remercie Charlotte Poussard et Hugo Cayla, qui ont relu et corrigé les maintes versions de mon mémoire, et qui m'ont apporté leur aide et leur soutien pendant ces six derniers mois.

Résumé

Ce travail de fin d'études porte sur l'évaluation de l'exposition des populations au risque d'inondation dans la province de Liège. Cette recherche se destine à déterminer s'il existe des inégalités d'exposition au risque d'inondation en province de Liège en fonction des caractéristiques socio-économiques de la population. Ce travail s'inscrit dans la foulée des recherches relatives aux inégalités environnementales.

Le travail se base sur une double analyse : d'une part, une analyse quantitative qui permet de déterminer l'exposition au risque d'inondation en fonction du niveau de précarité de la population. Cette première étude se base sur le croisement des cartes d'alea d'inondation et des caractéristiques socio-économiques de la population (via un indice synthétique de difficulté) sur un logiciel SIG (système d'informations géographiques). D'autre part, une analyse qualitative permet d'étudier le niveau de vulnérabilité face aux inondations de certains quartiers parmi ceux les plus exposés au risque, via des entretiens semi-dirigés réalisés auprès des habitants de ces quartiers.

Abstract

This work studies the social distribution of flood risk in Liege district, Wallonia (Belgium), in order to evaluate potential social inequities among the population of Liège district, in regard to its socio-economic characteristics. This work falls within research on environmental inequities.

The study is based on two analyses: first, a quantitative analysis that identifies people at risk and compares them with people not at risk, based on their socio-economic characteristics. This first part of the study was carried on a GIS (geographic information system) based analysis in order to capture the at-risk population. Then, a qualitative analysis provides more details on the vulnerability of at-risk people living in areas that were chosen in respect to the results of the first analysis. This second part of the study was based on semi-structured interviews.

Table des matières

Remerciements	2
Résumé	3
Abstract	3
Introduction	5
1. La population face aux risques environnementaux	8
Les inégalités environnementales	8
L'exposition au risque	10
Les inondations	12
Inondations et inégalités environnementales	15
Zone d'étude : la province de Liège	16
2. Analyse quantitative de la répartition de l'exposition au risque d'inondation	20
2.1. Méthode	20
2.1.1. Données	20
2.1.2. Choix et validation des données à exploiter	26
2.1.3. Protocole de croisement des données géographiques sur QGIS	31
2.1.4. Protocole de traitement des données sur Excel	34
2.2. Résultats	38
2.2.1. Répartition de la population dans la province de Liège	38
2.2.2. Exposition de la population au risque à l'échelle de la Province de Liège	42
2.2.3. Exposition de la population au risque à l'échelle des arrondissements de la Province de Liège	49
2.2.4. Exposition de la population au risque à l'échelle des communes	74
2.3. Discussion	84
2.4. Conclusion partie 2	87
3. Etude qualitative sur un ensemble de zones choisies	90
3.1. Choix des zones à étudier de manière qualitative	90
3.2. Etude des dynamiques d'urbanisation au sein des secteurs statistiques	95
3.3. Réalisation d'entretiens auprès de la population	100
3.3.1. Méthode	100
3.3.2. Résultats	103
3.4. Discussion	109
3.5. Conclusion partie 3	113
Conclusion	115
Bibliographie	117

Introduction

Ce mémoire s'inscrit dans les travaux de recherche concernant les inégalités environnementales en Wallonie.

Les recherches sur la justice environnementale débutent dans les années 1980 aux Etats-Unis (Fielding, J., 2012). Elles portaient initialement sur les inégalités d'exposition des minorités ethniques à la pollution, émise notamment par les industries, par rapport au reste de la population américaine. Puis les études se sont vastement développées pour couvrir un champ beaucoup plus large sur les inégalités face aux risques naturels (Fielding, J., 2012), et ne s'intéressent plus qu'aux minorités ethniques mais à toutes sortes de groupes de population, comme les retraités, les demandeurs d'emploi, les populations précarisées, etc. (Walker, G., & Burningham, K., 2011).

Les inondations n'étaient originellement pas considérées comme un risque naturel en cause dans les inégalités environnementales, jusqu'aux conséquences dévastatrices et très inégalitaires de l'ouragan Katrina de 2005. Depuis, de plus en plus d'études s'intéressent aux inégalités environnementales face aux inondations, aux Etats-Unis mais également dans d'autres pays (Walker, G., & Burningham, K., 2011), d'autant plus que les inondations sont un problème d'actualité. Leur fréquence et leur intensité augmentent en Europe de l'Est (Mustafa, A., Bruwier, M., Archambeau, P., Erpicum, S., Pirotton, M., Dewals, B., & Teller, J., 2018), et le réchauffement climatique devrait encore accroître les risques d'inondations et leurs conséquences (Bruwier, M., Mustafa, A., Aliaga, D. G., Archambeau, P., Erpicum, S., Nishida, G., Zhang, X. W., Pirotton, M., Teller, J. & Dewals, B., 2018).

A ce jour, les études sur les inégalités environnementales face aux inondations en Wallonie restent limitées. Par ailleurs, la recherche sur les inégalités environnementales face aux inondations a montré à plusieurs reprises que les populations les plus précaires sont plus vulnérables et moins aptes à faire face aux risques d'inondations (Fielding, J., & Burningham, K., 2005).

Ce mémoire s'intéresse donc à déterminer s'il existe ou non des inégalités environnementales face aux inondations dans la province de Liège. Il est articulé en trois parties : premièrement, un état de l'art qui pose les définitions des principales notions abordées dans ce mémoire, et qui permet de se situer par rapport aux avancées dans le domaine ; ensuite, une étude quantitative sur l'exposition de la population au risque en fonction de ses caractéristiques socio-économiques ; et enfin, une étude qualitative sur certains quartiers fortement exposés au risque, qui cherche à déterminer la vulnérabilité des habitants face au risque.

Ce travail ne cherche pas à déterminer le lien de cause à effet qui a mené certaines catégories de populations à résider dans les zones à risque.

Chapitre 1 : La population face aux risques environnementaux



1. La population face aux risques environnementaux

Les inégalités environnementales

La notion d'inégalités environnementales est une notion relativement récente, qui naît dans les années 1970 avec le courant de pensée défini par Vaillancourt (1996), qu'il intitule « sociologie environnementale ». Dans ce contexte, les scientifiques commencent à appréhender l'interaction entre l'environnement et l'être humain (Chaumel & La Branche, 2008). Certaines recherches montrent alors d'une part que l'environnement, qu'il soit naturel ou bâti, impacte le comportement et la santé des êtres humains (Gelormino, E., Melis, G., Marietta, C., & Costa, G., 2015), et d'autre part que les activités humaines ont également des conséquences sur l'environnement (Lejeune, Z., Khignesse, G., Kryvobokov, M., & Teller, J., 2015). Mais, si la notion commence à voir le jour dans la deuxième moitié du XXe siècle, la terminologie « inégalités environnementales » n'est usitée pour la première fois dans un texte officiel qu'en 2002, lors du Sommet mondial pour le développement durable de Johannesburg (Chaumel & La Branche, 2008).

A ce jour, l'approche des inégalités environnementales reste donc peu universalisée, et elle varie selon le contexte socio-politique et philosophique dans lequel elle s'implante, notamment car elle dépend de la conception de la justice, du droit et de l'environnement, ainsi que de l'Etat et de l'action publique (Laigle & Tual, 2007). De ce fait, la notion ne connaît actuellement pas de définition universelle. De plus, l'état de l'art recense un certain nombre de confusions entre différents termes, comme notamment « inégalités environnementales » et « inégalités écologiques », ce qui accentue la difficulté à définir précisément chacun de ces termes (Chaumel & La Branche, 2008).

Néanmoins, Chaumel et La Branche (2006) tentent d'élaborer une définition des inégalités écologiques basée en particulier sur les travaux d'Emelianoff (2006) :

« Individus et populations sont inégaux à la fois par les impacts qu'ils subissent et par ceux qu'ils génèrent. Les différences dans leur empreinte écologique symboliseraient ainsi les inégalités écologiques qui existent entre eux. » (p. 103)

Dans cette définition, les inégalités écologiques englobent les inégalités environnementales, qui, elles, ne concernent que les inégalités de la population face aux impacts subis. Dans les deux cas, l'analyse des inégalités reste indissociable de la notion d'inégalités sociales (Chaumel & La Branche, 2008).

Les inégalités environnementales proviennent donc des différences de situation entre populations face aux diverses potentialités ou risques qu'offrent les environnements naturel et bâti. Dans la littérature, elles sont classées en quatre catégories (Laigle & Tual, 2007 ; Chaumel & La Branche, 2008) :

Inégalités liées à l'héritage et au développement des territoires urbains

Les inégalités territoriales sont liées aux disparités géographiques qui existent entre les territoires, et à la distribution des populations dans ces différents milieux (Chaumel & La Branche, 2008). Ces disparités concernent par exemple la fertilité du sol, la proximité avec des ressources naturelles telles que les cours d'eau ou encore la présence d'aménités environnementales.

Inégalités d'exposition aux nuisances urbaines et aux risques

Cette catégorie concerne les inégalités face à la pollution et face aux risques naturels et industriels. Comme énoncé plus haut, l'activité humaine influe sur la qualité des environnements naturel et bâti à travers toute sorte de pollution (pollution des sols, pollution sonore, visuelle...). L'activité humaine peut donc augmenter la probabilité d'inégalités environnementales dans les régions urbaines. C'est le cas par exemple de la population wallonne, qui à cause du passé industriel de la région, souffre aujourd'hui d'inégalités face à la pollution des sols (Lejeune et al., 2015).

Inégalités d'accès à l'urbanité et à un cadre de vie de qualité

Les inégalités d'accès concernent essentiellement l'environnement bâti. Plusieurs études ont montré une corrélation entre le niveau socio-économique des populations et leurs conditions d'accès à un cadre de vie propice au bien-être et à la bonne santé (Lejeune et al, 2015 ; Lejeune & Teller, 2016). Par exemple, en Belgique, les populations les moins aisées ainsi que les migrants n'ont en général pas la possibilité de choisir leur logement en fonction de critères autres qu'économique, ce qui force la majorité d'entre eux à s'installer dans les vieux quartiers des centres urbains. A l'inverse, les populations plus aisées ont tendance à s'exurbaniser vers les périphéries urbaines moins denses, ce qui renforce l'agrégation des populations plus démunies dans des quartiers de moindre qualité (Lejeune et al., 2015).

Par ailleurs, certaines caractéristiques du milieu bâti, comme la densité, l'accès aux espaces verts et la mixité fonctionnelle, ont des conséquences sur la santé physique et mentale des occupants. Les inégalités environnementales dues aux milieux bâtis sont donc l'un des facteurs influant les inégalités en matière de santé (Gelormino et al., 2015).

Inégalités dans la capacité d'agir sur l'environnement et d'interpeller la puissance politique pour améliorer le cadre de vie

Enfin, la dernière catégorie concerne la capacité des populations à agir sur leur environnement pour réduire les inégalités qu'elles subissent. En Wallonie, il a été montré que ce sont les populations les plus exposées aux inégalités qui ont la moins grande capacité d'action. Cela peut s'expliquer par le statut d'occupation de leur logement, si l'on se base sur le principe qu'il est moins probable qu'un locataire s'installe durablement dans un quartier, et donc qu'il est moins susceptible de s'engager dans l'activisme local ; mais également par le niveau d'éducation des populations moins aisées, qui n'ont pas assez de connaissances en matière de gouvernance urbaine, ni de réseau assez étendu pour faire entendre leur voix auprès des autorités publiques (Lejeune & Teller, 2016).

De plus, les inégalités environnementales ne sont pas toujours perçues en adéquation avec les mesures objectives, ce qui affaiblit encore la propension des populations à agir pour un meilleur cadre de vie (Lejeune et al., 2015).

La notion d'inégalités environnementales est donc une notion complexe et liée à de nombreux facteurs. Par ailleurs, l'étude de plusieurs pays européens a montré que la hiérarchie territoriale d'un pays peut freiner la résolution du problème (Laigle & Tual, 2007). La résolution de ces inégalités nécessite donc la mise en place de politiques urbaines en adéquation avec les recherches effectuées dans le domaine.

Ce mémoire s'intéresse aux inégalités environnementales face au risque d'inondation, qui font donc partie de la catégorie « inégalités d'exposition aux nuisances urbaines et aux risques ».

L'exposition au risque

De la même manière que pour les inégalités environnementales, la définition de la notion de risque varie selon les auteurs dans la littérature. Néanmoins, quelle que soit la définition considérée, la notion de risque est indissociable de la notion de vulnérabilité (Maantay, J., & Maroko, A., 2009). La vulnérabilité manque également d'une définition universalisée malgré un grand nombre de recherches sur le risque et les désastres. Un certain nombre de chercheurs tentent d'élaborer une définition du risque, afin de pouvoir le modéliser au profit des recherches sur la vulnérabilité, par exemple (Cutter, S., 1996).

Deux conceptualisations du risque et de la vulnérabilité plus communément utilisées dans la recherche se dégagent du lien possible entre ces deux notions (Cutter, S., 1996 ; Greiving, S., Fleischhauer, M., & Lückenkötter, J., 2007 ; Fielding, J., 2012). Soit la vulnérabilité est perçue comme une condition préexistante au risque, c'est-à-dire que pour qu'il y ait un risque, il faut qu'un aléa touche des populations vulnérables face à cet aléa (voir [Figure 1](#)). La vulnérabilité est donc une condition pré existante au risque (Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I. and Wisner, B., 1994 ; Greiving, S. et al., 2007).

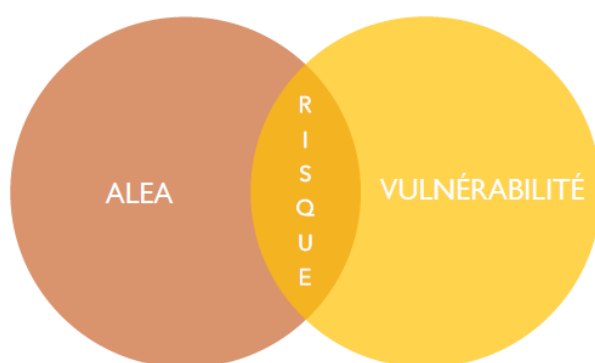


Figure 1 : Définition du risque (source : Jacquemin, P., 2018, p.26)

Soit la vulnérabilité est définie comme la capacité des populations à faire face au risque (Cutter, S., 1996 ; Greiving, S. et al., 2007). Dans cette deuxième définition, le risque n'est donc plus défini comme l'occurrence simultanée de l'aléa et de la vulnérabilité, mais comme la probabilité d'occurrence de l'aléa pondérée par l'intensité de l'aléa (Cutter, S., 1996). Par ailleurs, le risque existe quelle que soit la vulnérabilité des populations qui y sont exposées, mais il peut affecter ces populations à des degrés d'intensité différents en fonction de leur vulnérabilité (Greiving, S. et al., 2007). Par exemple, les populations plus précaires exposées à un risque donné peuvent d'une part y être plus vulnérables à cause d'un environnement physique moins résistant (comme un logement de faible qualité par exemple), et d'autre part, elles peuvent également y être plus vulnérables à cause de leurs conditions socio-économiques.

et politique, qui ne leur permettent pas de protéger leurs biens en cas de désastre, ni de récupérer rapidement. Ainsi, la grande vulnérabilité de ces populations augmente leur probabilité de subir des impacts plus importants que les populations moins vulnérables, en cas d'occurrence de l'aléa (Greiving, S. et al., 2007).

Cutter, S. a élaboré en 1996 un modèle de la vulnérabilité qui prend en compte ces deux grandes conceptualisations, afin de réduire au maximum les écarts trouvés dans la littérature. Dans ce modèle, la vulnérabilité est définie comme le résultat de divers facteurs et non comme un facteur qui influence le risque, et le risque est défini comme la probabilité d'occurrence de l'aléa corrélée à son intensité (voir [Figure 2](#)).

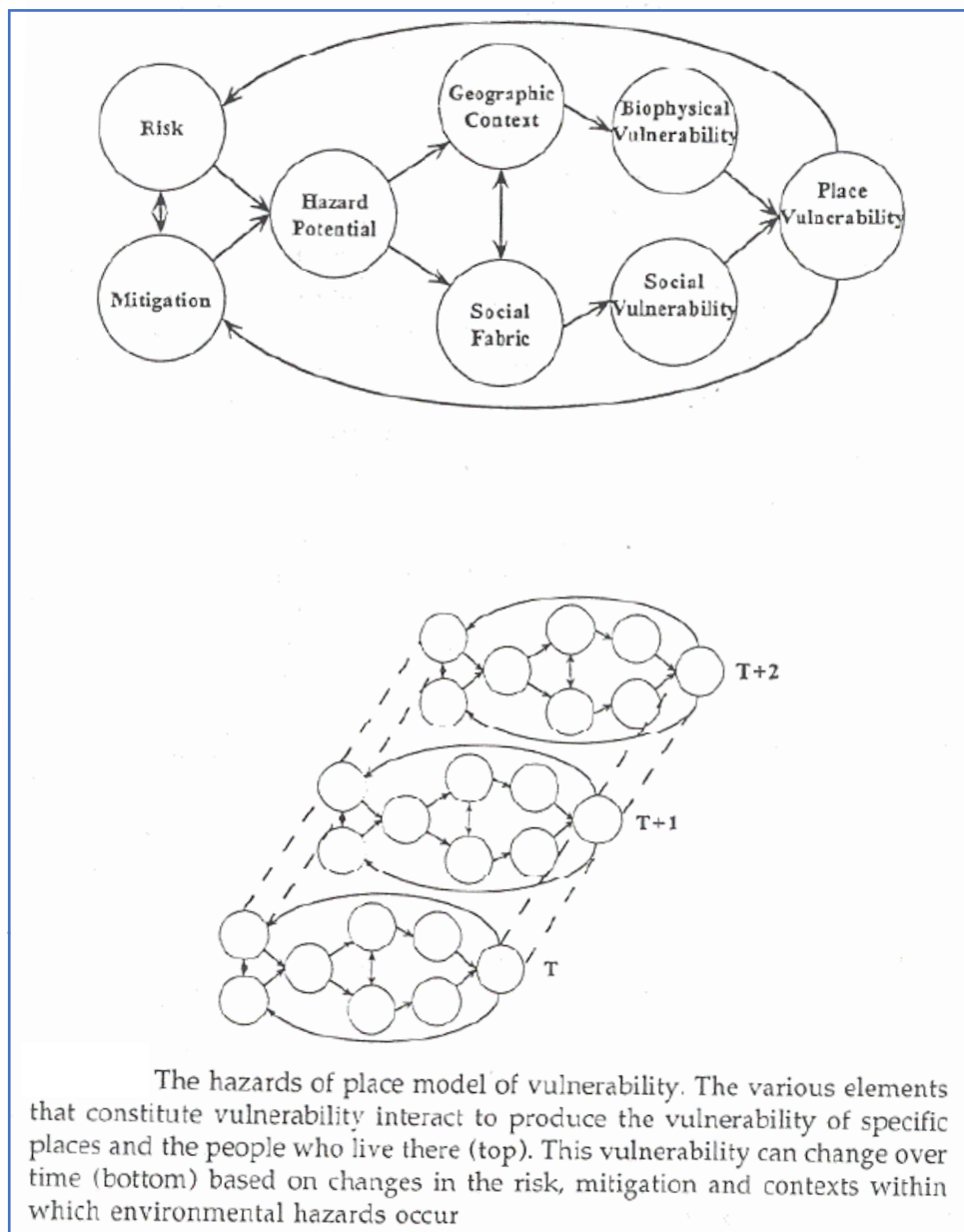


Figure 2 : Modèle de vulnérabilité de Cutter, S., 1996 (source : Cutter, S., 1996, p.536)

Ce mémoire se base sur la définition du risque et de la vulnérabilité élaborée par Cutter, S. en 1996. Ainsi, le risque d'inondation est défini comme la probabilité d'occurrence de l'aléa en corrélation avec les hauteurs d'eau probablement atteintes lors d'un épisode de crue. Les populations exposées au risque sont, de ce point de vue, les populations qui résident dans les zones catégorisées comme zones inondables. C'est cette définition qui a été choisie pour ce mémoire car elle permet d'analyser d'une part l'exposition au risque de manière quantitative grâce aux cartes d'aléa d'inondation qui recensent la localisation des zones à risque ainsi que l'intensité du risque associé, et d'étudier d'autre part la vulnérabilité des populations exposées, une fois que celles-ci ont été identifiées grâce aux cartes d'inondation.

Dans cette définition, la gestion du risque dépend de la vulnérabilité des populations face à ce risque. Les principales étapes de la gestion du risque sont les mesures prises avant (anticipation du risque), pendant et après le risque (résilience). Ces mesures se répartissent en deux catégories : structurelles et non structurelles. Ces dernières reposent notamment sur l'information, l'avertissement, les services d'urgences ou encore les assurances et les techniques de construction résidentielles adaptées aux inondations (Nasiri, H., Yusof, M., & Ali, T., 2016).

Il est important de noter que la gestion du risque dépend également de la perception que les populations ont du risque, et que cette perception elle-même est conditionnée par le contexte social. Cela s'observe notamment par l'évolution de l'interprétation des risques naturels qu'ont pu avoir les différentes sociétés au fil des époques : avant le XVIIIe siècle, les risques naturels étaient interprétés comme la colère divine, alors qu'aujourd'hui, la société cherche les causes des risques naturels, voire un coupable, qui se trouve être souvent les autorités ou les scientifiques. Les différentes perceptions du risque peuvent donc générer plusieurs représentations différentes d'un même risque, et le terme « catastrophe » ne trouve sa définition que dans un contexte social précis, et il se peut qu'un risque ne soit pas systématiquement perçu comme un désastre. La gestion du risque est donc une notion complexe qui dépend à la fois du risque défini par les scientifiques et les autorités, et de la représentation sociale qu'en font les individus (Baggio, S., & Rouquette, M.-L., 2006).

Les inondations

Une inondation est la submersion temporaire d'un terrain. Il existe plusieurs types d'inondations, dont les causes sont différentes. Dans ce mémoire, seules les inondations par débordement de cours d'eau et par ruissellement d'eau de pluie sont étudiées. Les inondations par débordement surviennent lorsqu'un cours d'eau sort de son lit mineur et envahit les terrains avoisinants, tandis que les inondations par ruissellement apparaissent lorsque le sol n'est pas en mesure de résorber un épisode de pluie assez rapidement (Giraudet, G., 2017).

Les causes des inondations peuvent être naturelles ou anthropiques (Baggio, S., & Rouquette, M.-L., 2006). Par exemple, un cours d'eau peut déborder de son lit à cause d'une augmentation anormale du débit (Giraudet, G., 2017), ou bien un sol peut être naturellement moins apte à résorber un épisode pluvieux intense après une longue période de sécheresse.

Des études ont montré que le changement climatique a un impact significatif sur le risque d'inondation en Europe (Beckers, A., Dewals, B., Erpicum, S., Dujardin, S., Detrembleur, S., Teller, J., Piroton, M., & Archambeau, P., 2013 ; Giraudet, G., 2017 ; Bruwier, M., Mustafa, A., Aliaga, D. G., Archambeau, P., Erpicum, S., Nishida, G., Zhang, X. W., Piroton, M., Teller, J. & Dewals, B., 2018 ; Mustafa, A. et al., 2018). D'autres études se sont intéressées à l'impact du développement urbain sur le risque d'inondation et/ou les dommages causés par les inondations (Beckers, A., et al., 2013 ; Giraudet, G., 2017 ; Bruwier, M., et al., 2018 ; Mustafa, A. et al., 2018). Il en ressort que certains scénarios de développement urbain peuvent augmenter significativement le risque d'inondation, notamment les scénarios d'expansion urbaine avec une augmentation des surfaces imperméabilisées, et que certains scénarios qui ne limitent pas les constructions en zones à risque peuvent augmenter les dommages potentiels causés par les inondations (Mustafa, A. et al., 2018). Néanmoins, dans certaines régions, l'augmentation du risque due au changement climatique est d'une telle ampleur que l'augmentation du risque due au développement urbain n'est pas significative (Beckers, A., et al., 2013).

Les inondations ont en général pour conséquences des dommages matériels, mais elles peuvent également avoir des impacts néfastes sur la santé des individus qui les subissent, tant en termes de santé physique, par les infections causées par la proximité avec l'eau des inondations pendant plusieurs jours par exemple, que de santé mentale, notamment par les troubles psychologiques que peuvent générer un épisode traumatique (Ohl, C., A., & Tapsell, S., 2000 ; Tapsell, S. M., Penning Rowsell, E. C., Tunstall, S. M. and Wilson, T. L., 2002). En 2000, les inondations ont été la cause de 40% de toutes les catastrophes d'origine naturelle et environ 50% des décès dû à une catastrophe naturelle dans le monde (Ohl, C., A., & Tapsell, S., 2000).

Les inondations sont en train d'augmenter en Europe de l'est (Mustafa, A. et al., 2018) et deviennent un problème majeur (Beckers, A., et al., 2013), et les autorités commencent depuis les deux dernières décennies à prendre des mesures pour diminuer les risques et les dommages liés aux inondations. Cependant, actuellement, les autorités prennent en général des décisions basées sur des analyses de coûts causés par les inondations, mais qui n'incluent pas la dimension humaine du dommage, c'est-à-dire les pertes en qualité de vie (Tapsell, M. S. et al., 2002).

En Wallonie, le plan PLUIES (Prévention et Lutte contre les Inondations et leurs Effets sur les Sinistrés) a été adopté en 2003, qui vise à réduire l'impact de l'aménagement du territoire sur le risque d'inondations. Il est composé de cinq objectifs et trente actions qui devraient permettre de réduire les dommages causés par les inondations (voir [Figure 3](#)).

De plus, la Directive européenne Inondations a été transposée en droit wallon en 2007. Cette directive impose aux Etats membres d'évaluer et cartographier les risques d'inondations, et d'élaborer un plan de gestion du risque (www.environnement.wallonie.be). Selon la même source, « L'évaluation préliminaire a conduit au constat suivant pour la Wallonie : toutes les communes de la Région wallonne, soit les 262 communes, ont déjà connu au moins un événement d'inondation depuis 1993, que ce soit par débordement de cours d'eau ou par ruissellement. Les 15 sous-bassins hydrographiques de la Wallonie sont donc

considérés comme des zones à risque potentiel significatif d'inondation ». Le Gouvernement wallon a ensuite élaboré trois cartes de l'inondation, qui ne prennent en compte que les inondations par débordement de cours d'eau et par ruissellement d'eau de pluie, comme prescrit par la Directive Inondation :

- La cartographie de l'aléa d'inondation, qui est la carte de référence pour les autorités wallonnes, et qui est la carte utilisée dans ce mémoire (elle est détaillée dans la partie 2.2.1 *Données*) ;
- La cartographie des zones inondables, qui donne la valeur des débits de pointe pour les inondations par ruissellement et la valeur des hauteurs de submersion pour les inondations par débordement de cours d'eau ;
- La cartographie des risques d'inondation, qui délimite l'emprise des zones inondables et identifie les récepteurs de risques au sein de cette emprise.

Une fois les cartes élaborées, le Gouvernement wallon a pu organiser des groupes de travail pour établir les plans de gestion du risque d'inondation. La réflexion est encore en cours et devrait être prévue pour mi 2020 (www.environnement.wallonie.be).

Enfin, certaines mesures limitent la délivrance des permis de construire en zones inondables depuis la mise en vigueur du CoDT en 2017 (www.environnement.wallonie.be).

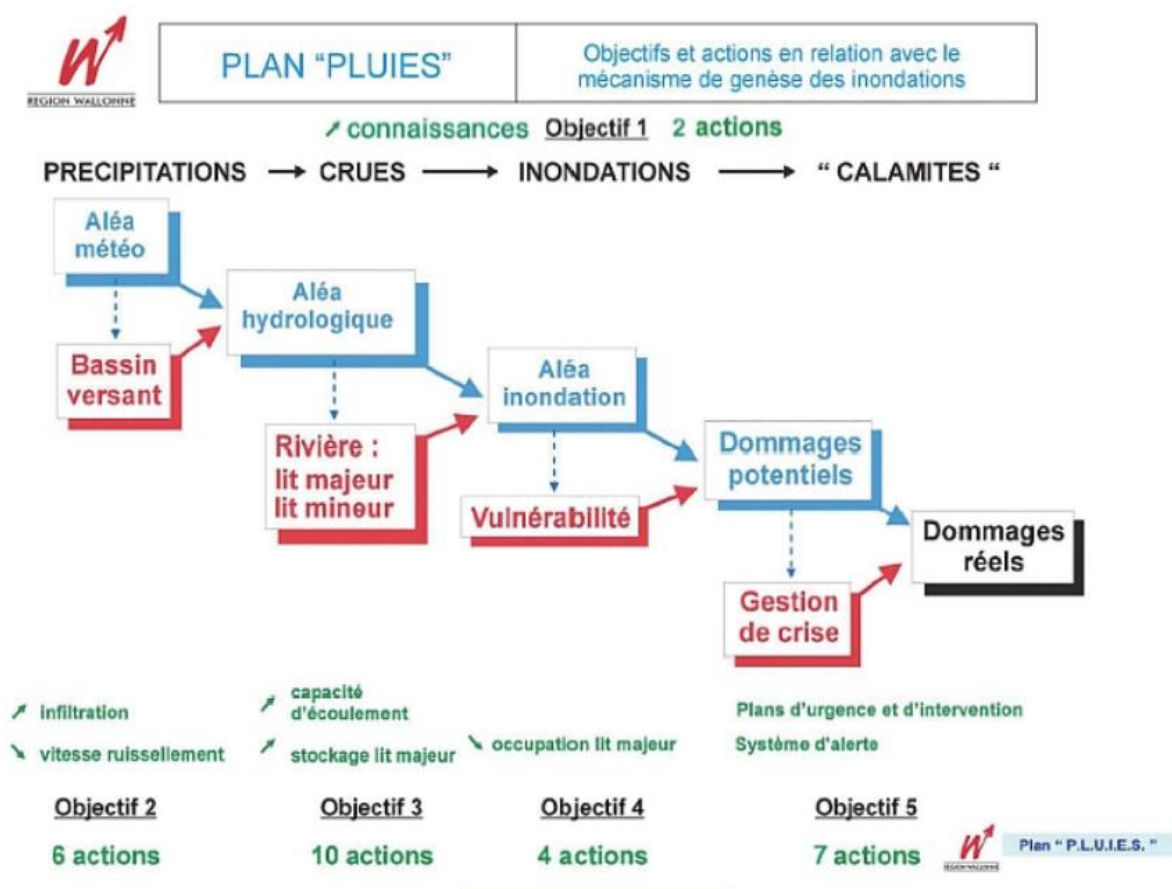


Figure 3 : objectifs du plan PLUIES (source : www.environnement.wallonie.be)

Inondations et inégalités environnementales

Si la vulnérabilité face aux inondations est probablement très différente de celle face aux autres risques, par les caractéristiques uniques du risque lié aux inondations (Rufat, S., Tate, E., Burton, C. G., Maroof, A. S., 2015), sa définition dans la littérature reste similaire à celle de la vulnérabilité de manière générale. Comme énoncé plus haut, dans ce mémoire, la définition de la vulnérabilité adoptée est celle de Cutter, S. (1996).

Ainsi, afin d'étudier la vulnérabilité des populations face au risque, il faut d'abord déterminer quelles populations sont exposées au risque. L'analyse porte donc dans un premier temps sur l'évaluation quantitative de l'exposition des populations au risque, puis sur l'évaluation qualitative de la vulnérabilité des populations exposées au risque.

Par ailleurs, les caractéristiques socio-économiques de la population forment un des indicateurs les plus mesurés dans les études sur la vulnérabilité face aux inondations. Ce facteur influence la vulnérabilité à différentes échelles : à l'échelle de l'individu et à l'échelle de la communauté. Il ressort de ces études que les ménages les plus aisés ont une meilleure capacité de résilience grâce à leurs revenus, notamment car les dommages engendrés par les inondations représentent un coût moins important par rapport au capital total que pour les ménages plus précaires (Fielding, J., 2012 ; S. Rufat et al., 2015). Mais aucune des études ne concerne la Belgique. Cette étude évalue donc le degré d'exposition au risque des populations de la province de Liège, en fonction de leurs caractéristiques socio-économiques.

Dans la littérature, quatre principaux groupes de méthodes ont été recensés dans les recherches sur la vulnérabilité face aux inondations : les méthodes basées sur les indicateurs de vulnérabilité, les méthodes basées sur les courbes de dommages, les méthodes basées sur la collecte de données sur les pertes subies pendant les inondations, et enfin les méthodes de modélisation numérique (Nasiri, H. et al., 2016).

Les méthodes de modélisation numérique à l'aide de Systèmes d'Informations Géographiques (GIS) permettent d'identifier des zones où le risque est plus ou moins élevé, à petite échelle (Negri et al., 2005, p. 1245). Comme le but de ce mémoire est d'identifier des zones à l'échelle du secteur statistique, tout en distinguant les différentes intensités de l'aléa dans les zones à risque de manière objective, c'est cette méthode qui a été choisie pour étudier le niveau d'exposition au risque de la population en fonction de ses caractéristiques socio-économiques.

Néanmoins, ce type de méthodes se base sur les modèles d'inondation, qui permettent de prédire l'occurrence et l'intensité des inondations, c'est-à-dire le risque, mais ne permettent pas de faire le lien avec les dommages causés par les inondations, c'est-à-dire la vulnérabilité (Nasiri, H. et al., 2016). De plus, d'après Baggio, S., et Rouquette, M.-L., (2006, p.103-104), « les sociologues ont montré que la perception des risques par les acteurs institutionnels (scientifiques et représentants de l'autorité publique) est différente de la perception sociale des risques par les individus tout venant [...] et le risque perçu ne correspond pas au risque réel ». C'est pourquoi, dans une deuxième partie, la vulnérabilité des populations et leur perception du risque a été étudiée dans des quartiers situés dans des zones où le risque est élevé, identifiés grâce à l'analyse numérique de la première partie.

Plusieurs études ont tenté d'identifier les indicateurs de la vulnérabilité face aux inondations. Il en ressort notamment que la conscience du risque est un paramètre clé de la vulnérabilité, dans le sens où une personne qui n'est pas consciente du risque ne peut pas se préparer à réagir en cas d'occurrence de ce risque (Fielding, J., 2012). Par ailleurs, une étude menée sur la vulnérabilité face aux inondations en Angleterre a permis, grâce à la réalisation de focus groups¹ dans trois zones inondées quelques mois avant l'enquête, de dégager quelques indicateurs de la vulnérabilité, tels que l'appréhension du risque, le fait d'avoir une assurance, la perception de l'habitat après le dégât et la vision des autorités. Tous ces indicateurs ont été décrits par les participants des focus groups comme impactant l'importance des dommages qu'ils ont subis et leur capacité de résilience (Tapsell, M. S. et al., 2002).

Les méthodes de collecte de données qualitatives, par le biais de focus groups par exemple, se sont montrées particulièrement enrichissantes pour interpréter le moyens mis en œuvre par les populations pour faire face au risque d'inondation (Tapsell, M. S. et al., 2002). Cette deuxième partie de l'analyse se base donc sur une collecte de données réalisée par le biais d'entretiens semi-dirigés effectués auprès des habitants de quartiers identifiés comme étant à risque.

Les inégalités environnementales face aux inondations peuvent donc être déterminées en analysant l'exposition au risque et la vulnérabilité des populations, mais pour conclure si ces inégalités environnementales peuvent être qualifiées d'injustice environnementale, il faudrait déterminer si les populations les plus précaires sont situées dans les zones les plus à risque à cause de ou malgré leur précarité (Fielding, J., 2012). Certaines études ont par exemple montré que dans certains pays, les populations les plus précarisées s'installent dans les zones les plus à risque car celles-ci sont plus abordables financièrement (Fielding, J., 2012). Ce sujet ne fait pas partie du domaine d'étude de ce mémoire, mais il serait intéressant de prolonger l'analyse par une recherche sur les causes de la répartition des populations en province de Liège telle qu'elle se présente actuellement.

Zone d'étude : la province de Liège

Ce mémoire se concentre uniquement sur la province de Liège. Le territoire de la province de Liège s'étend sur 3 862 km² à l'Est de la Wallonie (voir [Figure 5](#)), et comprend 4 arrondissements composées de 84 communes, divisées en 2609 secteurs statistiques (découpage de 2011). Son réseau hydrographique est principalement structuré autour du district hydrographique de la Meuse, divisé en quatre sous-bassins hydrographiques (voir [Figure 5](#)).

¹ Un focus groupe est un atelier qui réunit plusieurs individus précisément choisis afin de leur faire partager leur perception et leur ressenti sur le thème de recherche considéré.

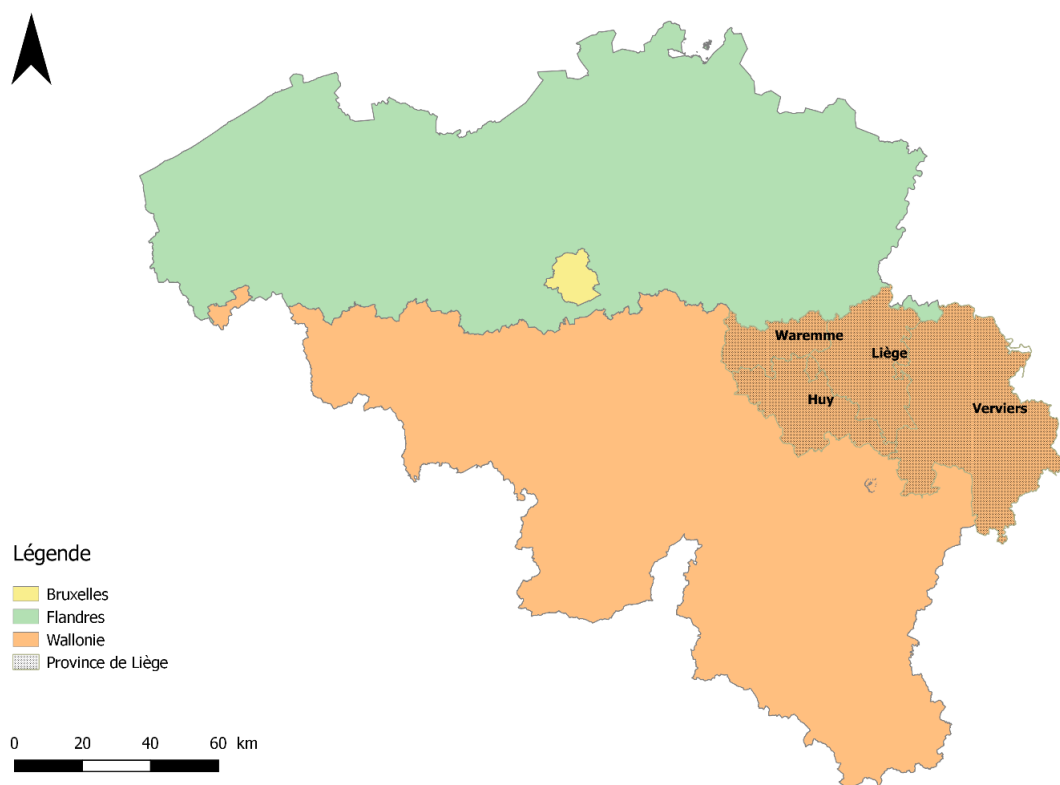


Figure 4 : les quatre arrondissements de la province de Liège localisés à l'échelle de la Belgique

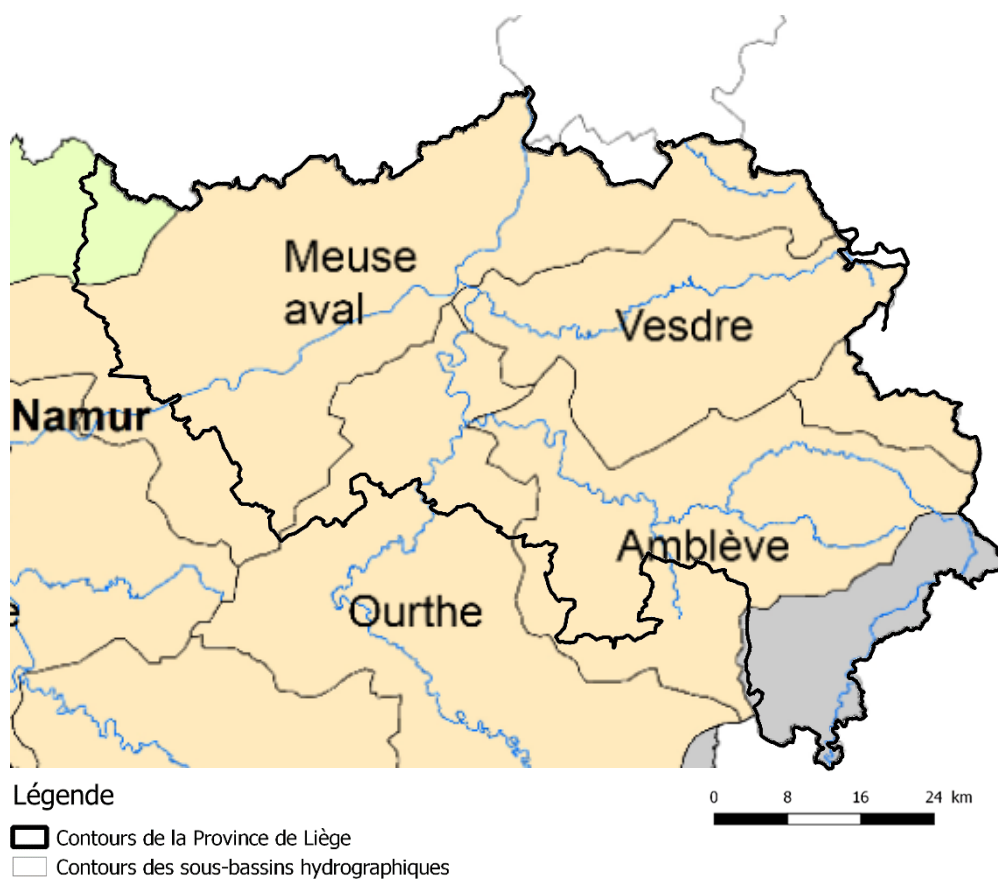


Figure 5 : Les sous-bassins hydrographiques de la province de Liège (source : Mustafa, A. et al., 2018)

Chapitre 2 : Analyse quantitative de la répartition de l'exposition au risque d'inondation



2. Analyse quantitative de la répartition de l'exposition au risque d'inondation

La première partie du travail réalisé consiste donc à analyser la répartition de la population de la province de Liège face au risque d'exposition aux inondations, en fonction de ses caractéristiques socio-économiques. Cette analyse s'est basée sur le croisement de quatre bases de données : la carte de l'aléa d'inondation et les données socio-économiques de la population, élaborées par deux laboratoires de l'université de Liège, et le cadastre de 2010 et la carte de la province de Liège, délivrés par le Service Public de Wallonie. Le croisement des données s'est effectué sur un Système d'Informations Géographiques, puis des calculs se sont ensuivis sur Excel afin de pouvoir comparer la répartition de la population dans la province de Liège en fonction des données socio-économiques avec la répartition de la population dans les zones inondables de la province en fonction de ces mêmes données. Cette comparaison a permis de proposer des premières conclusions sur l'existence d'inégalités environnementales face au risque d'inondation en province de Liège.

2.1. Méthode

2.1.1. Données

Carte de l'aléa d'inondation

La carte de l'aléa d'inondation peut être délivrée par le SPW au format ESRI shapefile (.shp) dans le système de référence spatiale Belge 1972 / Belgian Lambert 72 (EPSG : 31370), après obtention d'une licence d'utilisation. Cette version a été élaborée en 2013 sur base de sources de données qui ont été introduites dans un modèle géologique, puis elle a été soumise à enquête publique en 2015 auprès des riverains pour être revue et approuvée par le Gouvernement Wallon le 10 mars 2016.

Cette carte est donc une collection de données, qui recense les zones soumises à un risque d'inondation par débordement de cours d'eau ou par ruissellement concentré d'eaux pluviales, sur les quinze bassins de la Province de Liège. Ces zones sont réparties en quatre catégories :

- Risque très faible,
- Risque faible,
- Risque moyen et
- Risque élevé.

L'aléa très faible n'a été calculé que le long de la Meuse, il n'a donc pas été pris en compte dans les calculs.

Le calcul de la valeur du risque repose sur deux paramètres : la fréquence de l'aléa (occurrence ou période de retour) et l'importance de l'inondation (hauteur de submersion ou débit de pointe). Ainsi, une zone catégorisée en risque élevé, par exemple, peut être à la fois

une zone où les inondations sont très fréquentes et où la hauteur de submersion est élevée, ou encore une zone où les inondations sont très fréquentes et où la hauteur de submersion est moyenne. Le schéma en [Figure 6](#) explique la méthodologie de détermination de l'aléa dans la carte de l'aléa d'inondation.

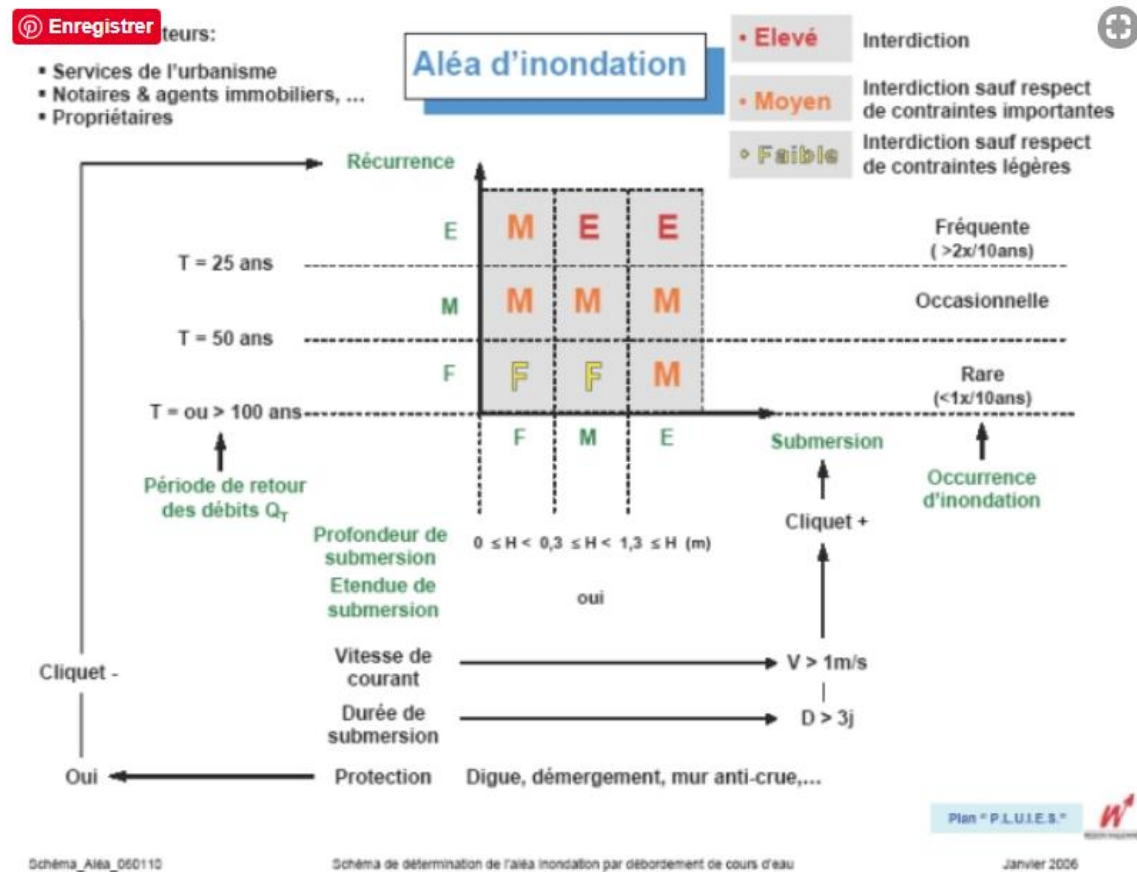


Figure 6 : Schéma de détermination de l'aléa d'inondation (Source : environnement.wallonie.be)

Aperçu :

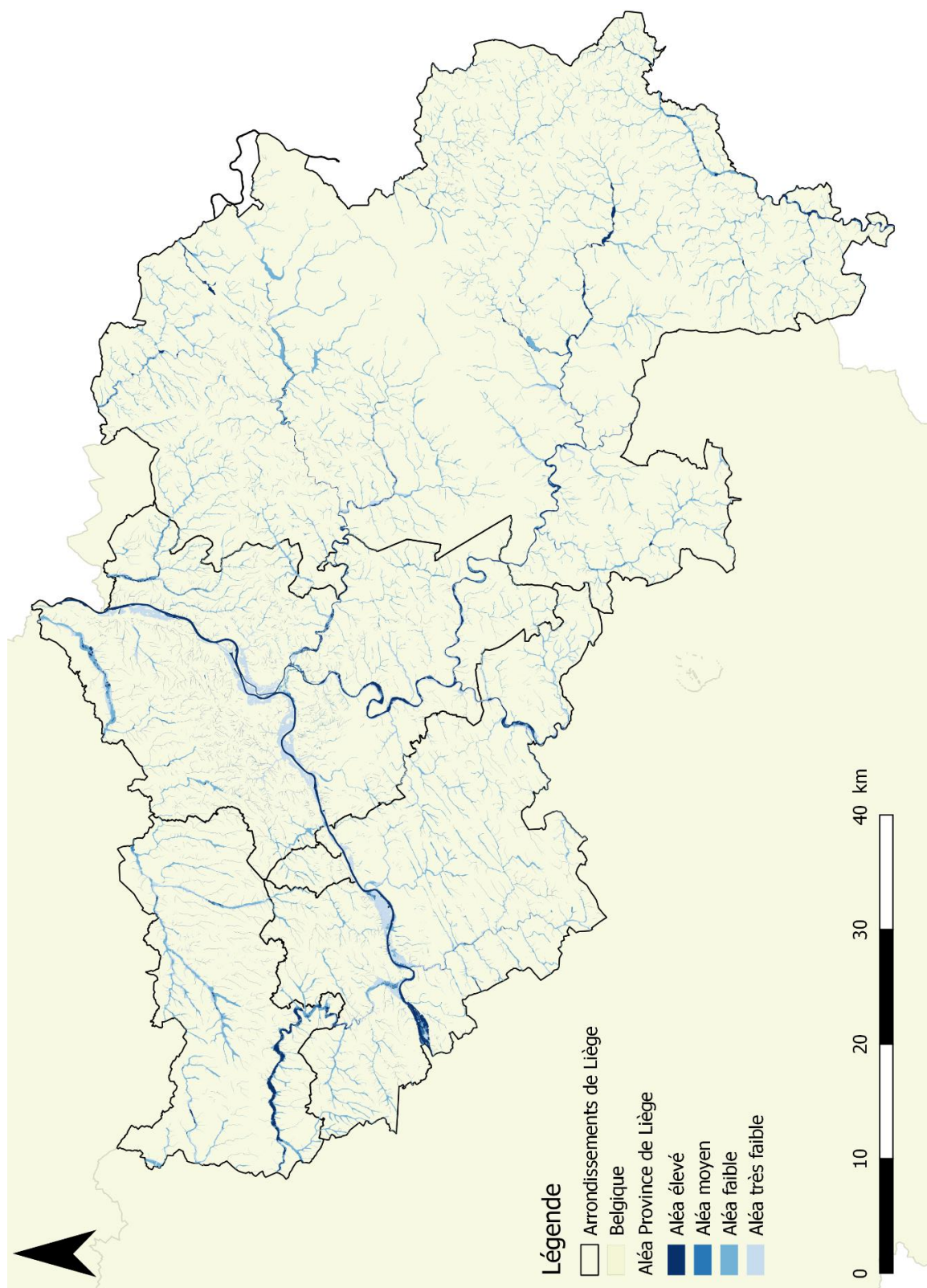


Figure 7 : Carte de l'aléa d'inondation

Paramètres socio-économiques

La vulnérabilité des populations face au risque ne dépend pas uniquement de leurs revenus, mais également des structures de soutien social dont elles bénéficient (Maantay, J. & Maroko, A., 2009). Il est donc important de considérer tous les paramètres de la précarité dans une étude sur la vulnérabilité, et pas seulement les données de revenus (Tapsell, M. S. et al., 2002).

C'est pourquoi la base de données utilisée pour prendre en compte les paramètres socio-économiques de la population liégeoise dans cette étude est un **indice synthétique de difficulté (ISD)**, qui a été calculé par le laboratoire du Lepur (Centre de recherche sur la Ville, le Territoire et le Milieu rural) de l'Université de Liège en 2013. Cet ISD a été calculé afin de servir à l'étude *Dynamiques des quartiers en difficultés dans les régions urbaines belges* (Grippa, T., Marissal, P., May, X., Wertz, I., & Loopmans, M., 2015). Il est pour cela construit de manière innovante par rapport aux études précédentes, notamment en se basant sur des données autres que celles du recensement. Les indicateurs sur lesquels se base le calcul de l'ISD sont classés en quatre catégories : origines, revenus, précarité sur le marché du travail et ménage précaire et revenu de transfert. Ils sont recensés en annexe.

L'indice synthétique de difficulté (ISD) a été calculé par une analyse en composantes principales (ACP). L'ACP est une méthode d'analyse statistique multivariée qui permet, à partir d'un grand nombre de variables corrélées entre elles, de dégager les principaux facteurs influant la donnée étudiée (ici, le niveau de difficulté de la population). Le calcul de l'ISD se base sur vingt-trois paramètres socio-économiques, à l'échelle du plus petit secteur administratif en Belgique, le secteur statistique, dans les secteurs statistiques qui abritent plus de cinquante habitants. Cette méthode permet de réduire les biais statistiques grâce à la corrélation des différents indicateurs, en évitant les effets de petit nombre. De plus, le découpage en secteurs statistiques est la plus fine échelle de données statistiques disponible en Wallonie, et les données au sein d'un secteur restent relativement homogènes malgré l'évolution des morphologies urbaines depuis la mise en place du découpage.

Néanmoins, certains facteurs importants n'ont pas pu être intégrés au calcul de l'indice synthétique de difficulté à cause d'un manque de statistiques, comme les données concernant la qualité, le prix et le statut du logement par exemple. De plus, les données sur les revenus présentent également des limites, car elles ne prennent pas en compte certains paramètres importants comme le pouvoir d'achat ou encore les transferts informels entre ménages. Cela provoque quelques aberrations dans le résultat, notamment les quartiers d'étudiants qui sont classés en zones précaires alors qu'en général les étudiants du supérieur sont issus de familles aisées, qui continuent à subvenir à leurs besoins pendant leurs études.

Les résultats de l'ACP ont permis ensuite de classer les secteurs statistiques dans cinq catégories de niveau de précarité, 1 étant l'indice synthétique de difficulté représentant les 20% de la population wallonne la plus précarisée, et ainsi de suite. La [Figure 8](#) représente l'ISD attribué à chaque secteur statistique.

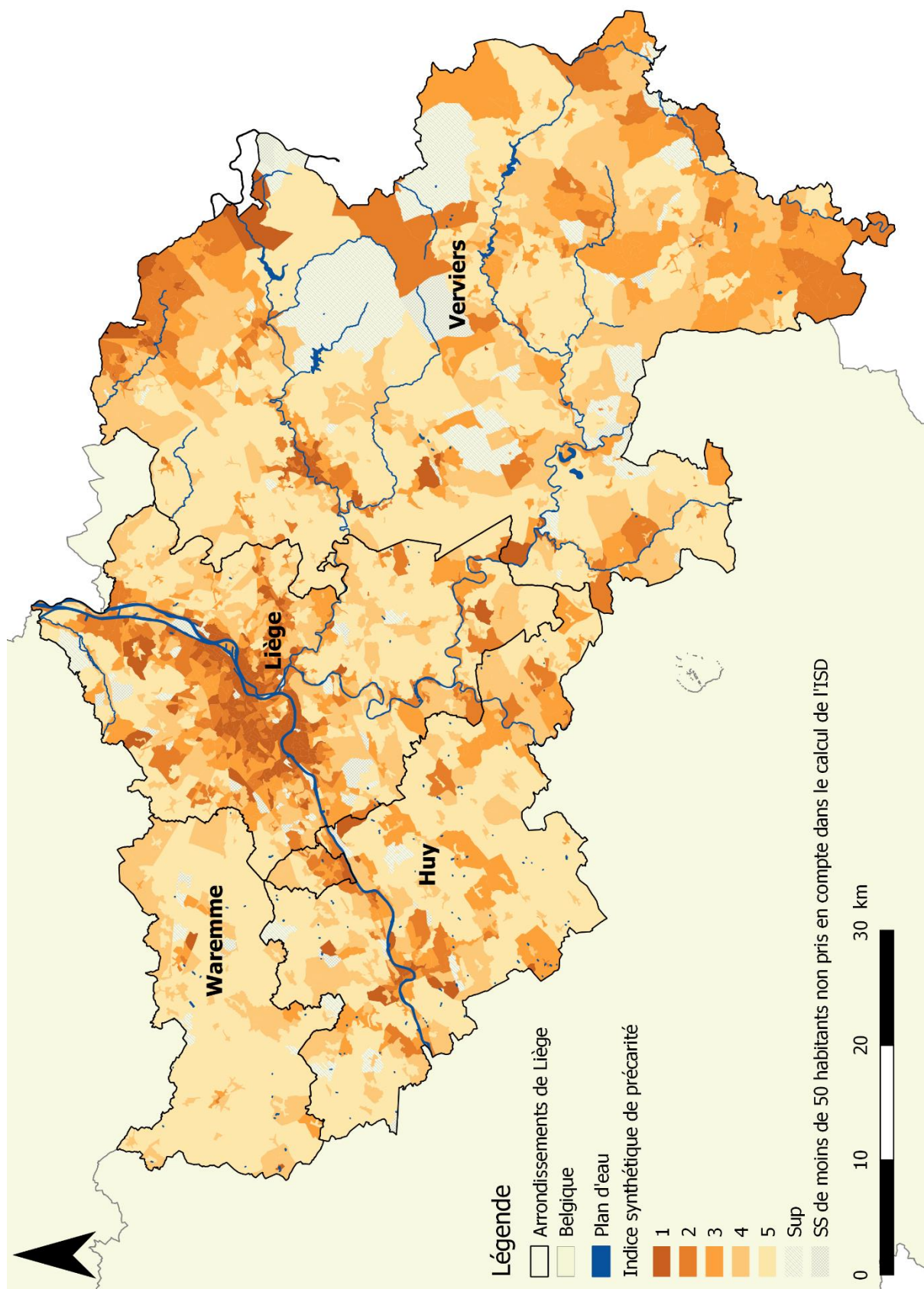


Figure 8 : Carte de l'ISD

Cartes de la Belgique

Enfin, les dernières données utilisées pour cette partie de l'étude sont les cartes de la province de Liège à l'échelle du secteur statique et le cadastre de 2010.

La carte des secteurs statistiques est disponible sur le site statbel.be au format ESRI shapefile. Elle contient seulement les données de localisation de chaque secteur (Code du secteur, nom du secteur, commune, arrondissement, province, région), mais grâce au code de chaque secteur statistique, il est possible d'ajouter des attributs comme les données de population à la table attributaire de cette carte. Ces données sont également disponibles sur statbel.be au format Excel.



Figure 9 : Carte des secteurs statistiques de la province de Liège

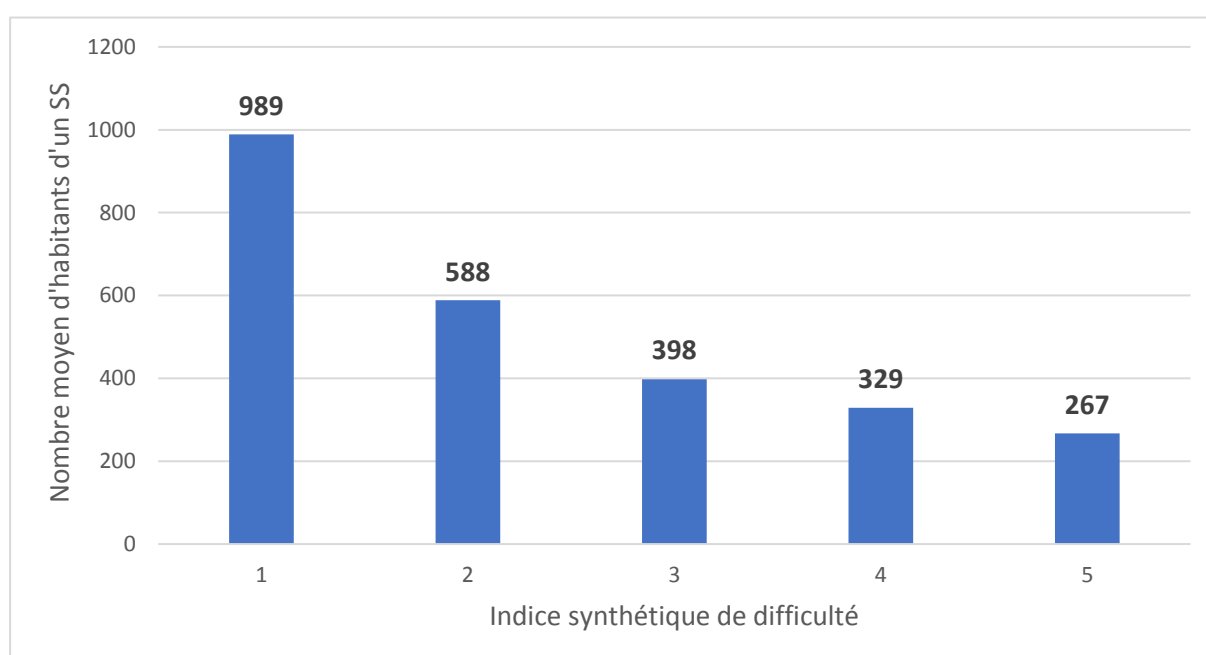
2.1.2. Choix et validation des données à exploiter

Le but de l'étude est de déterminer si l'exposition de la population au risque d'inondation varie significativement selon ses caractéristiques socio-économiques. Pour cela, il faut corrélérer la distribution spatiale de l'ISD avec les distributions spatiales des différentes zones d'inondation, afin d'analyser la répartition de la population dans les différentes zones d'inondation d'aléa plus ou moins élevé, en fonction de son niveau de difficulté.

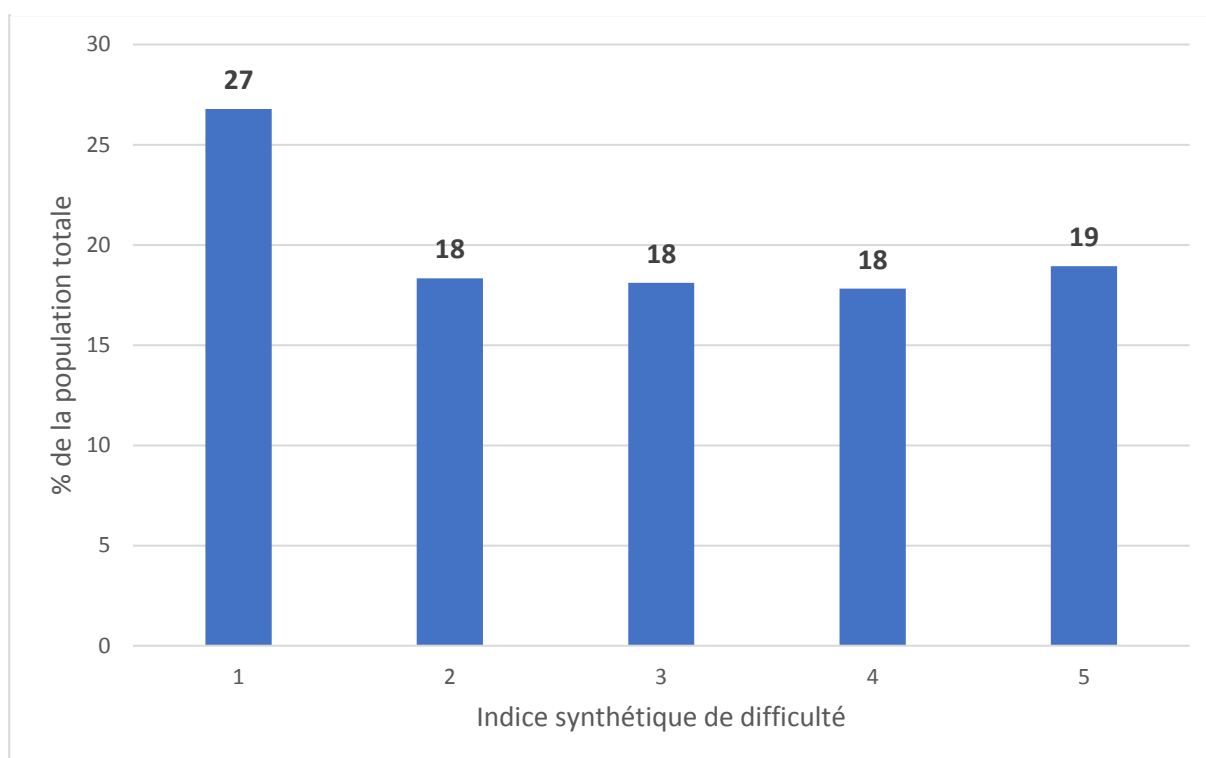
Dans un premier temps, une étude de la répartition spatiale des différentes classes socio-économiques définies par l'ISD permet de déterminer la répartition de la population dans les différentes zones plus ou moins urbanisées de la province de Liège. Cette donnée n'est pas à négliger puisque les formes urbaines et la densité du bâti influencent le débit des inondations (Mustafa, A., et al., 2018). La seule donnée disponible pertinente pour réaliser cette phase de l'étude est le fichier du cadastre, qui permet d'évaluer la densité de bâtiments au km² par secteur statistique, et donc de calculer une densité moyenne par ISD.

Dans un deuxième temps, l'étude se consacre au croisement de la répartition de la population en fonction de l'ISD avec les cartes d'aléa. Comme l'ISD est défini à l'échelle du secteur statistique, une première approche possible serait de déterminer l'exposition moyenne des secteurs d'ISD *i*, *i* allant de 1 à 5, en calculant pour chaque secteur statistique la moyenne des surfaces des zones à risque qui recoupent le secteur, pondérées par l'intensité du risque et divisées par la surface du secteur statistique. Ainsi, l'exposition moyenne des secteurs statistiques d'ISD *i* serait la moyenne des expositions de tous les secteurs statistiques d'ISD *i*. Cependant, comme le montrent le [Graphique 1](#) et le [Graphique 2](#), le nombre moyen d'habitants par secteur statistique varie fortement en fonction de l'ISD, et les secteurs d'ISD 1 ne représentent pas le même poids dans la population totale de la province de Liège que les secteurs d'ISD 2 à 5 : ils concentrent plus d'un quart de la population de la province.

Graphique 1 : Nombre moyen d'habitants d'un secteur statistique en fonction de l'ISD



Graphique 2 : Répartition de la population dans les différents indices de difficulté



Il est donc crucial d'intégrer au calcul des données de population. En Wallonie, l'échelle la plus fine à laquelle les données de populations sont disponibles est l'échelle du secteur statistique. Si les premières recherches sur les inégalités environnementales ont été basées sur les données agrégées à l'échelle des secteurs administratifs (Chakraborty, J., & Armstrong, M. P., 1997), plusieurs études ont montré par la suite qu'utiliser des données de population agrégées à l'échelle d'un secteur administratif dans l'étude des inégalités environnementales génère en général des erreurs significatives, car les échelles des secteurs administratifs et celles du risque ne coïncident pas, et cela revient à supposer que la population est répartie de manière homogène dans les secteurs administratifs alors qu'en générale elle répartie de manière très hétérogène (Chakraborty, J., & Armstrong, M. P., 1997 ; Eicher, C. L., & Brewer, C. A., 2001 ; Mennis, J., 2003 ; Holt, J. B., Lo, C. P., & Hodler, T. W., 2004 ; Fielding, J., & Burningham, K., 2005 ; Maantay, J., Hermann C., & Maroko, A. 2007 ; Maantay, J. & Maroko, A., 2009). Ainsi, des méthodes couramment utilisées pour étudier les densités de population, telles que la pondération spatiale, ont montré un pourcentage d'erreur moyen beaucoup plus élevé que d'autres méthodes statistiques utilisant des données désagrégées (Goodchild, M., Anselin, L., & Deichmann, U., 1993). En effet, la méthode de la pondération spatiale redistribue la population simplement proportionnellement à la surface. Par exemple, si une zone d'aléa recouvre $\frac{1}{4}$ de la surface d'un secteur statistique, alors la population résidant dans la zone à risque sera égale à $\frac{1}{4}$ de la population totale du SS (Maantay, J., & Maroko, A., 2009). Or, les zones inondables sont délimitées à une échelle plus fine que le secteur statistique, donc un même secteur statistique peut être traversé par aucune ou plusieurs zones d'inondations d'aléas et de surfaces différents. Les zones d'inondation peuvent par conséquent ne pas atteindre de zones d'habitat sur le secteur statistique considéré, comme le montre la Figure

10 : le secteur de Renory (délimité en vert) est partiellement recouvert par les zones d'inondation, mais celles-ci n'impactent aucun des bâtiments résidentiels de Renory (en rouge).

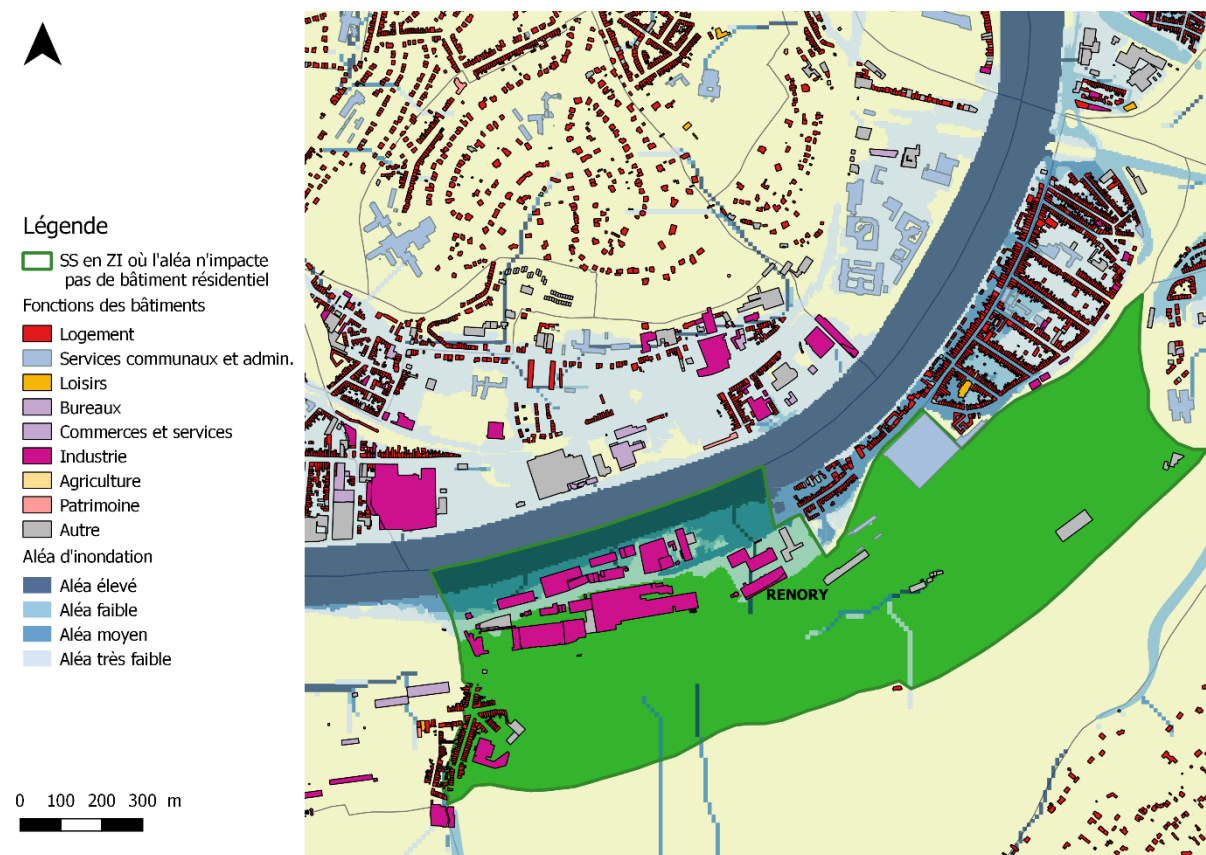


Figure 10 : Exemple secteur statistique partiellement en zone inondable où l'aléa n'impacte pas de bâtiments résidentiels

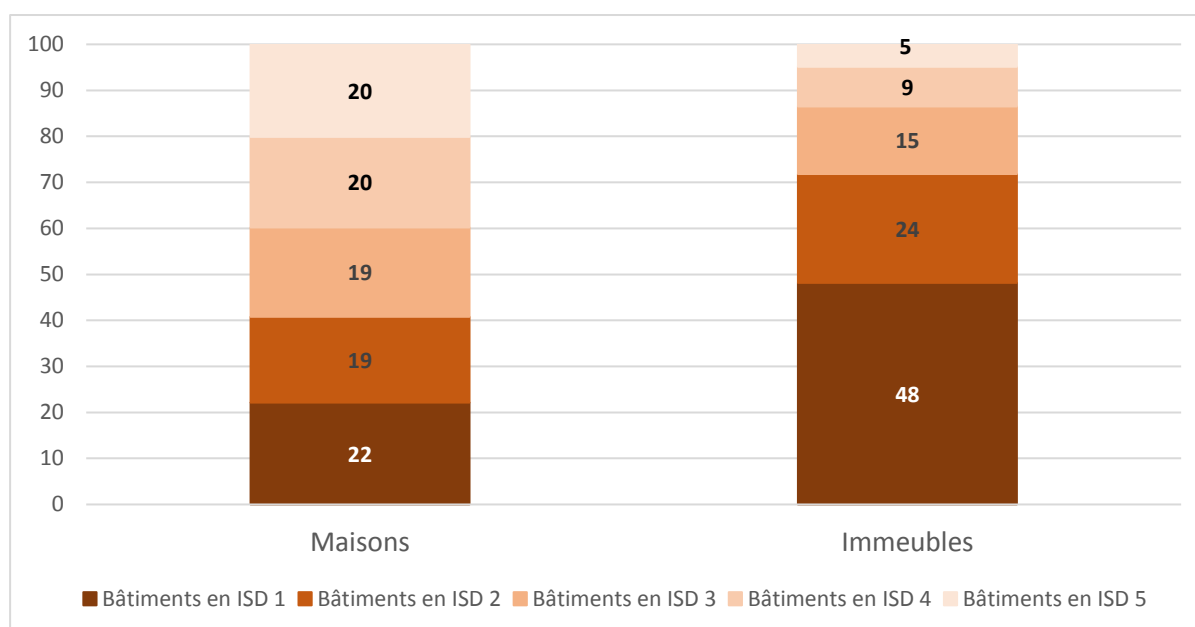
Une méthode possible pour rectifier cette fausse homogénéité est la pondération spatiale filtrée (Maantay, J., & Maroko, A., 2009). Elle consiste à découper la couche de la région avec les espaces ouverts (espaces verts, plans d'eau...) et à calculer les densités de population dans les zones à risque en pondérant la population totale du secteur administratif par l'aire de la zone étudiée (hors espaces ouverts) divisée par l'aire du secteur administratif (hors espaces ouverts) (Maantay, J., et al., 2007). Mais cette méthode n'est pas suffisamment précise puisqu'elle ne fait pas la distinction entre la couverture et l'utilisation des sols (Maantay, J., & Maroko, A., 2009). Or les statistiques utilisées pour calculer l'ISD ont été récoltées auprès des habitants et non auprès des travailleurs des secteurs statistiques, il paraît donc important de prendre en compte exclusivement les zones d'inondation qui touchent des zones d'habitat.

La donnée de population doit donc être prise en compte au travers d'une autre source de données. Une deuxième approche possible est de prendre en compte le poids de la population non plus en termes de nombre d'habitants mais en termes de nombre de bâtiments affectés par les inondations. C'est cette deuxième approche qui a été retenue pour effectuer cette partie de l'étude, car le passage à l'échelle du bâtiment permet d'élaborer par la suite un calcul plus cohérent, qui s'adapte à la fois à l'échelle de la carte de l'aléa et à l'échelle de l'indice synthétique de difficulté. Grâce à cette méthode, il est en effet possible

de déterminer précisément le nombre et la nature des bâtiments situés dans les zones inondables délimitées dans la carte de l'aléa d'inondation.

Cependant, connaître simplement la nature des bâtiments n'est pas suffisant puisque la densité de logements par lot d'habitation varie grandement (Maantay, J., & Maroko, A., 2009). En effet, si l'on prend seulement en compte le nombre de bâtiments résidentiels exposés au risque et non le nombre de logements, le poids de la population résidant dans les immeubles d'appartement est affaibli par rapport à la réalité. Or, comme le montre le Graphique 3, la population résidant dans les immeubles d'appartements est pour moitié composée de la population la plus en difficulté. Cette méthode peut donc risquer de biaiser les conclusions sur l'influence de la classe socio-économique sur les inégalités environnementales.

Graphique 3 : Part du nombre de maisons et d'immeubles dans les différents ISD en % du nombre total de maisons et d'immeubles en province de Liège



Le fichier du cadastre disponible le plus récent (2018) ne contenant pas la nature cadastrale des bâtiments, il n'est donc pas adapté à cette phase de l'étude puisqu'il n'est pas possible de différencier les bâtiments résidentiels des autres bâtiments à partir de ce fichier. La nature cadastrale des bâtiments est néanmoins renseignée dans la table attributaire du cadastre de 2010, c'est donc celui-ci qui a été utilisé pour cette étude.

Comme le nombre de logements par bâtiment n'est pas renseigné dans le cadastre, une solution possible est d'estimer le nombre moyen de logements par bâtiment avec une nouvelle donnée : la surface moyenne des appartements dans la province de Liège. Ce calcul comporte donc plus d'incertitudes puisqu'il se base sur une moyenne, mais il permet de mieux prendre en compte dans les calculs les populations résidant dans les immeubles d'appartements.

Cependant, lorsque l'on compare le nombre de logements obtenu ainsi au nombre de ménages (ensemble des occupants d'un même logement) obtenus sur l'IWEPS, dans chaque

secteur statistique, on observe des différences significatives (l'erreur relative $\frac{|\text{Nombre de ménage} - \text{nombre total de logements}|}{\text{Nombre de ménages}}$ moyenne sur tous les secteurs statistiques est de 32%). Cela s'explique d'un part par le fait qu'un certain nombre de logements ne sont pas habités, et d'autre part par le fait que beaucoup d'opérations de division des bâtiments résidentiels ne sont pas recensées au cadastre. La répartition des logements ainsi obtenue ne coïncide donc pas précisément avec la répartition des ménages dans la province de Liège. Ainsi, la donnée de nombres de logements obtenue par cette méthode permet uniquement d'étudier l'exposition potentielle des populations au risque (dans le cas où la totalité du parc de logements tels que recensés dans le cadastre serait habitée), mais pas l'exposition réelle.

Un deuxième calcul, détaillé par la suite, a donc été effectué en prenant en compte le nombre moyen de ménages par logement, et non plus le nombre moyen de logements par bâtiment résidentiel. Cela permet d'améliorer la précision en termes de nombre de ménages exposés au risque, mais à l'inverse cela augmente l'incertitude sur la localisation des ménages, puisque l'on ne connaît pas avec précision la localisation des cellules vides et des bâtiments divisés et on fait l'hypothèse que les ménages sont répartis de manière homogène dans les bâtiments résidentiels du cadastre (avec une distinction entre les maisons et les appartements). Or, comme la localisation et le nombre de ménages sont des paramètres importants pour cette étude, les deux calculs ont été effectués à la suite pour en comparer les résultats.

Le Tableau 1 présente les avantages et les inconvénients des deux méthodes.

Méthode	Nombre moyen de logements par bâtiment résidentiel	Nombre moyen de ménages par bâtiment résidentiel
Avantages	Plus précis en termes de géolocalisation	Plus précis en termes de nombre de ménages impactés
Inconvénients	Moins précis en termes de nombre de ménages impactés	Moins précis en termes de répartition spatiale des ménages

Tableau 1 : Avantages et inconvénients des deux méthodes employées

Le nombre moyen de ménage a été calculé de la manière suivante : dans chaque secteur statistique, on connaît le nombre total de ménages (données de recensement de 2011). De plus, on connaît le nombre total de maisons et d'immeubles inscrits au cadastre. Plusieurs cas de figure se présentent alors :

	Si $N_{im,k} > 0$	Si $N_{im,k} = 0$
Si $M_{tot,k} > N_{Bât,k}$	$M_{M,k} = 1$ et $M_{im,k,l} = \frac{M_{tot,k} - M_{M,k} \times N_{M,k}}{E_{im,k}} \times E_{im,k,l}$	$M_{M,k} = \frac{M_{tot,k}}{M_{M,k}}$
Si $M_{tot,k} < N_{Bât,k}$	$M_{M,k} = M_{im,k} = \frac{M_{tot,k}}{N_{Bât,k}}$	

Tableau 2 : Calcul du nombre moyen de ménages

Où $M_{tot,k}$ est le nombre total de ménages dans le secteur statistique k,

$M_{M,k}$ est le nombre moyen de ménages par maison dans le secteur statistique k,

$M_{im,k,l}$ est le nombre moyen de ménages d'un immeuble d'appartements l dans le secteur statistique k,

$M_{im,k}$ est le nombre moyen de ménages par immeuble d'appartements dans le secteur statistique k,

$N_{Bât,k}$ est le nombre total de bâtiments résidentiels dans le secteur statistique k,

$N_{M,k}$ est le nombre total de maisons dans le secteur statistique k,

$N_{im,k}$ est le nombre d'immeubles d'appartements dans le secteur statistique k,

$E_{im,k}$ est le nombre d'étages d'immeubles d'appartement dans le secteur statistique k. Le RDC n'est pas compté lorsque celui-ci est un commerce.

$E_{im,k,l}$ est le nombre d'étages dans l'immeubles d'appartement l dans le secteur statistique k. Le RDC n'est pas compté lorsque celui-ci est un commerce.

Avec ce calcul, l'erreur relative $\frac{| \text{Nombre de ménages donnés} - \text{Nombre de ménages calculés} |}{\text{Nombre de ménages donnés}}$ moyenne est de 0,78%, ce qui est beaucoup plus faible que l'erreur obtenue par le calcul précédent.

Enfin, les données socio-économiques étant également définies à l'échelle statistique, la suite de l'étude s'est basée sur l'hypothèse que tous les bâtiments résidentiels d'un même secteur statistique ont le même indice synthétique de difficulté. Cette hypothèse trouve sa cohérence dans l'homogénéité du découpage des secteurs statistiques, mais une étude plus fine pourrait être réalisée en récoltant des données socio-économiques à l'échelle non plus du secteur statistique mais du bâtiment.

2.1.3. Protocole de croisement des données géographiques sur QGIS

Toutes les données listées dans la partie 2.1.1. *Données* ont été importées dans QGIS dans le système de référence spatiale Belge 1972 / Belgian Lambert 72 (EPSG : 31370), afin de pouvoir effectuer une analyse géographique. L'analyse comporte deux phases : d'une part le croisement des données socio-économiques avec le cadastre, et d'autre part le croisement du résultat de cette première phase avec les cartes d'aléa d'inondation. Le protocole de croisement des données s'est déroulé en trois grandes étapes, qui sont résumées dans la [Figure 11](#). A chaque étape (représentée en bleu sur le schéma), des hypothèses ont dû être posées (représentées en rouge). La méthodologie et l'outil utilisés sont représentés en vert et les données entrantes et sortantes sont représentées en noir.

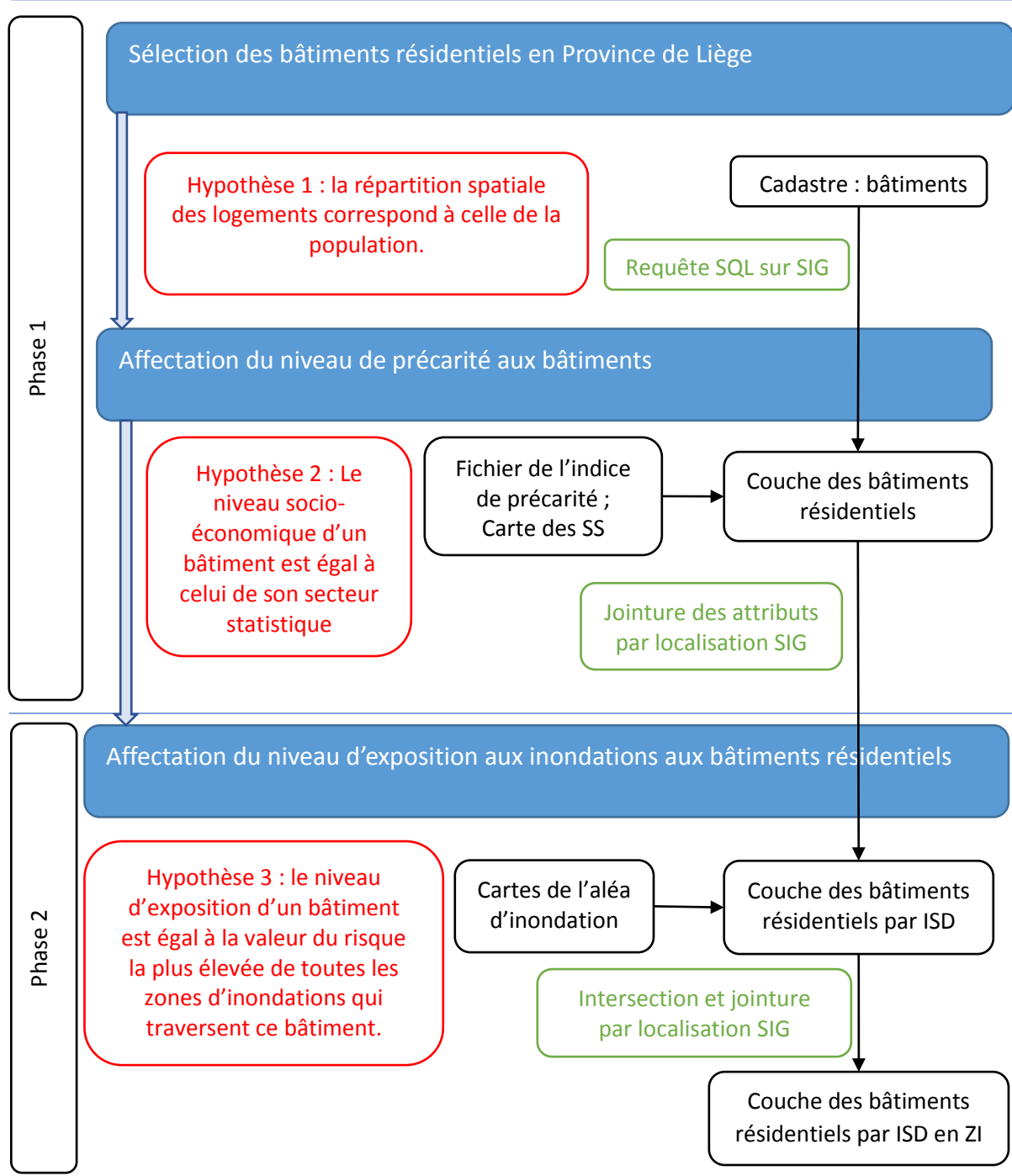


Figure 11 : Protocole de croisement des données

Croisement des données socio-économiques avec le cadastre : comment la population est-elle répartie dans la province de Liège ?

La première étape, dont les hypothèses ont été présentées et validées dans la partie précédente, consiste à sélectionner les bâtiments résidentiels dans le cadastre par une requête SQL sur QGIS. Pour ce faire, les bâtiments de nature « Maison », « Haus », « Building » et « M.Commerce » ont été sélectionnés. La nature M.Commerce correspond aux immeubles dont le rez-de-chaussée est occupé par une fonction commerciale. Même si le seul étage qui est directement impacté par les inondations est le RDC, il a quand même été décidé de prendre en compte les immeubles à appartement dont le RDC n'est pas affecté à un usage résidentiel, car les habitants des étages sont eux aussi impactés par le risque, quoiqu'en moindre mesure, notamment en termes d'accès à leur logement en période de crue.

Comme les annexes des maisons sont comptées comme des bâtiments à part sur le cadastre, celles-ci n'ont pas été prises en compte dans le calcul pour ne pas surestimer le nombre de propriétaires dans les zones résidentielles.

Ensuite, l'étape 2 consiste à attribuer un niveau de précarité à chaque bâtiment résidentiel. Comme énoncé plus haut, cette étape s'est basée sur l'hypothèse que tous les bâtiments résidentiels d'un même secteur statistique ont l'indice synthétique de difficulté du secteur dans lequel ils sont situés.

Cette première phase permet dans un premier temps d'observer la répartition de la population sous forme de cartes, afin de situer les zones d'habitat denses et de tirer des premières conclusions quant à la répartition de la population en fonction de ses caractéristiques socio-économiques dans les zones plus ou moins urbanisées. Un traitement ultérieur dans Excel, expliqué dans la partie 2.1.5 *Protocole de traitement des données sur Excel*, permet une étude plus détaillée.

La carte des bâtiments résidentiels associés à un indice synthétique de précarité obtenue dans cette première phase sert ensuite pour la deuxième phase du traitement sur QGIS.

Croisement de la répartition de la population en fonction de ses caractéristiques socio-économiques avec les cartes de l'aléa d'inondation : comment l'exposition au risque varie-t-elle selon les caractéristiques socio-économiques de la population ?

Enfin, la troisième étape du protocole consiste à affecter un niveau d'exposition au risque à chaque bâtiment résidentiel. Cette étape se base sur deux hypothèses :

- Tout d'abord, un bâtiment résidentiel est considéré comme exposé au risque d'inondation dès lors qu'il est recouvert partiellement ou totalement par une ou plusieurs emprises de zones inondables, aussi petites soient-elles. Cette hypothèse prend en compte le fait qu'il existe un périmètre d'incertitude autour des zones inondables déterminées dans la carte de l'aléa d'inondation.
- Ensuite, un même bâtiment pouvant être recouvert par plusieurs zones inondables de valeurs différentes, il a fallu tester plusieurs hypothèses quant au choix de la valeur

d'exposition au risque du bâtiment en question. La première solution retenue est de considérer l'aléa le plus élevé qui traverse un bâtiment, quelle que soit sa taille : la valeur d'exposition au risque d'un bâtiment est égale au maximum des valeurs des zones inondables qui traversent le bâtiment. Néanmoins, cette hypothèse présente le risque de favoriser la thèse des inégalités environnementales, en augmentant exagérément la valeur du risque sur certains bâtiments. Les résultats du calcul ont donc été comparés à ceux d'un deuxième calcul, où la valeur d'exposition au risque d'un bâtiment est égale à la valeur de la zone inondable qui recouvre le bâtiment avec la plus grande surface, quelle que soit la valeur de l'aléa. Dans les deux cas, la jointure de l'attribut « valeur d'exposition au risque » à la couche des bâtiments résidentiels s'est faite dans Excel par le biais d'une macro. Les résultats de ces deux calculs n'ont pas montré de différence significative. La première hypothèse a donc été retenue pour effectuer la suite des calculs car elle semble représenter plus fidèlement le niveau d'exposition.

Une fois le croisement des données terminé, la table d'attribut de la couche de bâtiments résidentiels a été exportée dans Excel afin d'effectuer des calculs pour analyser les résultats.

2.1.4. Protocole de traitement des données sur Excel

Croisement des données socio-économiques avec le cadastre

Un bref calcul sur Excel a ensuite été effectué afin de valider les conclusions tirées de l'analyse cartographique sur la répartition de la population, et de faire une étude plus quantitative. Comme énoncé dans la partie 2.1.3 *Choix et validation des données à exploiter*, le calcul consiste à comparer la densité moyenne de bâtiments au km² des secteurs statistiques de chaque ISD.

Croisement de la répartition de la population avec le niveau d'exposition

Afin de pouvoir interpréter les résultats du croisement des données de population avec la carte de l'aléa sur QGIS, ceux-ci ont été exploités dans Excel. De nouveau, un certain nombre d'hypothèses ont dû être posées, notamment quant à la définition de la zone inondable et au regroupement de certains niveaux d'ISD.

Les résultats de l'analyse QGIS donnent accès à un certain nombre de renseignements. Comme expliqué dans la partie 2.1.3 *Choix et validation des données à exploiter*, les deux méthodes retenues sont de travailler d'une part avec le nombre moyen de logements par bâtiment résidentiel, en se basant sur la surface moyenne des appartements en région wallonne (75m²), puis avec le nombre moyen de ménages par bâtiment résidentiel. Rappelons qu'à chaque logement est attribué l'indice synthétique de difficulté du secteur statistique dans lequel il se situe.

Ainsi, une première étape permet d'obtenir la répartition de tous les logements/ménages en province de Liège selon leur indice synthétique de difficulté. Cette répartition sert ensuite de courbe témoin, comme expliqué en détails par la suite.

La deuxième étape consiste à déterminer de la même manière, la répartition des logements/ménages de la province de Liège qui sont situés en zone inondable selon leur indice synthétique de difficulté. Afin de vérifier si les conclusions dépendent de la valeur de la zone inondable considérée, les calculs ont été effectués puis comparés sur trois zones inondables différentes, intitulées ZI faible, ZI moyen et ZI élevée :

- « ZI faible » : les zones d'aléa faible, moyen et élevé sont considérées dans la zone inondable.
- « ZI moyen » : les zones d'aléa moyen et élevé sont considérées dans la zone inondable.
- « ZI élevée » : seulement la zone d'aléa élevé est considérée dans la zone inondable.

Enfin, la troisième étape consiste à comparer chacune des trois répartitions de logements/ménages en zones inondables avec la courbe témoin. Pour ce faire, les valeurs sont étudiées en valeur relative : la répartition des logements/ménages en zone inondable en fonction de l'ISD, en pourcentage du nombre total de logements/ménages en zone inondable, est comparée à la répartition des logements/ménages en province de Liège en fonction de l'ISD, en pourcentage du nombre total de logements/ménages en province de Liège. Le passage en valeurs relatives permet de déterminer si certains niveaux de difficulté sont plus exposés au risque d'inondation que les autres. En effet, si le pourcentage de logements/ménages en zone inondable d'un niveau de difficulté dépasse le pourcentage de logements/ménages en province de Liège de ce même niveau de difficulté, alors cela signifie que la population de ce niveau de difficulté est sur-représentée en zone inondable, et que donc elle est potentiellement sujette à des inégalités environnementales face au risque d'inondation.

Graphiques agrégés

Au vu des résultats obtenus, et pour une meilleure lisibilité, les indices de précarité ont ensuite été regroupés en deux catégories. Comme sur la grande majorité des graphiques obtenus, les classes 4 et 5 ont des résultats similaires, et les classes 2 et 3 également, les indices de précarité ont été regroupés comme suit : classes 1, 2 et 3 d'une part et classes 4 et 5 d'autre part.

Calculs à l'échelle des arrondissements et des communes

Sachant que le niveau socio-économique de la population varie entre les arrondissements et entre les communes, ces mêmes calculs ont ensuite été effectués à l'échelle des quatre arrondissements de la province Liège, puis à l'échelle des quatre-vingt-quatre communes, afin de vérifier que les résultats ne changent pas fondamentalement à plus petite échelle.

La méthodologie suivie à l'échelle des arrondissements est la même qu'à l'échelle de la province de Liège.

En ce qui concerne les calculs à l'échelle des communes, ils ont été effectués de la même manière, puis chaque commune a été classée dans une de ces trois catégories :

- Catégorie 1 - communes où les logements/ménages classés en ISD plus précaires sont les plus exposés au risque : le pourcentage de logements/ménages les plus précaires situés en zone inondable dans la commune considérée est supérieur de plus de cinq points au pourcentage de logements/ménages les plus précaires situés dans la commune considérée ;
- Catégorie 2 - communes où les logements/ménages classés en ISD plus aisés sont les plus exposés au risque : le pourcentage de logements/ménages les plus aisés situés en zone inondable dans la commune considérée est supérieur de plus de cinq points au pourcentage de logements/ménages les plus aisés situés dans la commune considérée ;
- Catégorie 3 - communes où il n'y a pas de différence significative d'exposition selon l'ISD : les pourcentages de logements/ménages situés en zone inondable dans la commune considérée ne sont ni supérieurs ni inférieurs de plus de cinq points au pourcentage de logements/ménages situés dans la commune considérée dans aucun ISD.

A titre d'exemple, considérons trois communes A, B et C, dont la répartition des logements est la suivante :

Commune A	ISD 1	ISD 2	ISD 3	ISD 4	ISD 5
Part des logements dans la commune A en (%)	9	30	35	15	9
Part des logements en ZI 1 dans la commune A (%)	20	43	29	6	3
Différence	-11	-12	6	10	6

Commune B	ISD 1	ISD 2	ISD 3	ISD 4	ISD 5
Part des logements dans la commune A en (%)	0	0	0	30	69
Part des logements en ZI 1 dans la commune A (%)	0	0	0	6	94
Différence				24	-25

Commune C	ISD 1	ISD 2	ISD 3	ISD 4	ISD 5
Part des logements dans la commune A en (%)	0	0	1	22	74
Part des logements en ZI 1 dans la commune A (%)	0	0	0	24	76
Différence			1	-2	-3

Tableau 3 : Exemple fictif de trois cas d'exposition au risque possibles dans les communes

Les communes A, B et C sont donc classées respectivement dans les catégories 1, 2 et 3.

Néanmoins, toutes les communes classées dans une même catégorie n'étant probablement pas exposées au risque d'inondation de la même manière, celles-ci ont été rangées dans les sous-catégories suivantes, i allant de 1 à 3 :

- Catégorie 1,i : forte exposition de la commune au risque d'inondation (entre X et Y logements) ;
- Catégorie 2,i : moyenne exposition de la commune au risque d'inondation (entre X et Y logements) ;

- Catégorie 3,i : faible exposition de la commune au risque d'inondation (entre X et Y logements).

L'exposition d'une commune est calculée comme suit :

$$E_{i,ZI\ k} = \frac{\theta_{i,ZI\ k}}{\theta_i}$$

Où $E_{i,ZI\ k}$ est l'exposition de la commune i, i allant de 1 à 84, dans la ZI k, k = {faible, moyenne, élevée},

$\sum \theta_i$ est le nombre total de logements ou de ménages (selon le calcul) de la commune i,

$\theta_{i,ZI\ k}$ est le nombre total de logements ou de ménages dans la commune i, situés dans la ZI k.

X et Y sont ensuite calculés dans chaque ZI par rapport à la moyenne des expositions des communes :

$$X = \mu_{ZI\ k} - \frac{\sum_{i=1}^{84} \frac{|E_{i,ZI\ k} - \mu_{ZI\ k}|^2}{84}}{2}$$

$$Y = \mu_{ZI\ k} + \frac{\sum_{i=1}^{84} \frac{|E_{i,ZI\ k} - \mu_{ZI\ k}|^2}{84}}{2}$$

Où $\mu_{ZI\ k}$ est la moyenne des expositions $E_{i,ZI\ k}$ sur les 84 communes dans la ZI k.

On obtient finalement une répartition du nombre de communes dans un tableau à double entrée dont les variables sont, en ligne, l'intensité d'exposition de la commune au risque d'inondation et, en colonne, les secteurs statistiques les plus exposés au risque (les plus précaires à l'échelle communale, les plus aisés à l'échelle communale et pas de différence significative).

	Secteurs les plus précaires en surexposition	Secteurs les plus aisés en surexposition	Pas de différence significative d'exposition
Exposition forte	$C_{1,1}$	$C_{1,2}$	$C_{1,3}$
Exposition moyenne	$C_{2,1}$	$C_{2,2}$	$C_{2,3}$
Exposition faible	$C_{3,1}$	$C_{3,2}$	$C_{3,3}$

Tableau 4 : présentation des résultats à l'échelle des communes sous forme d'un tableau

2.2. Résultats

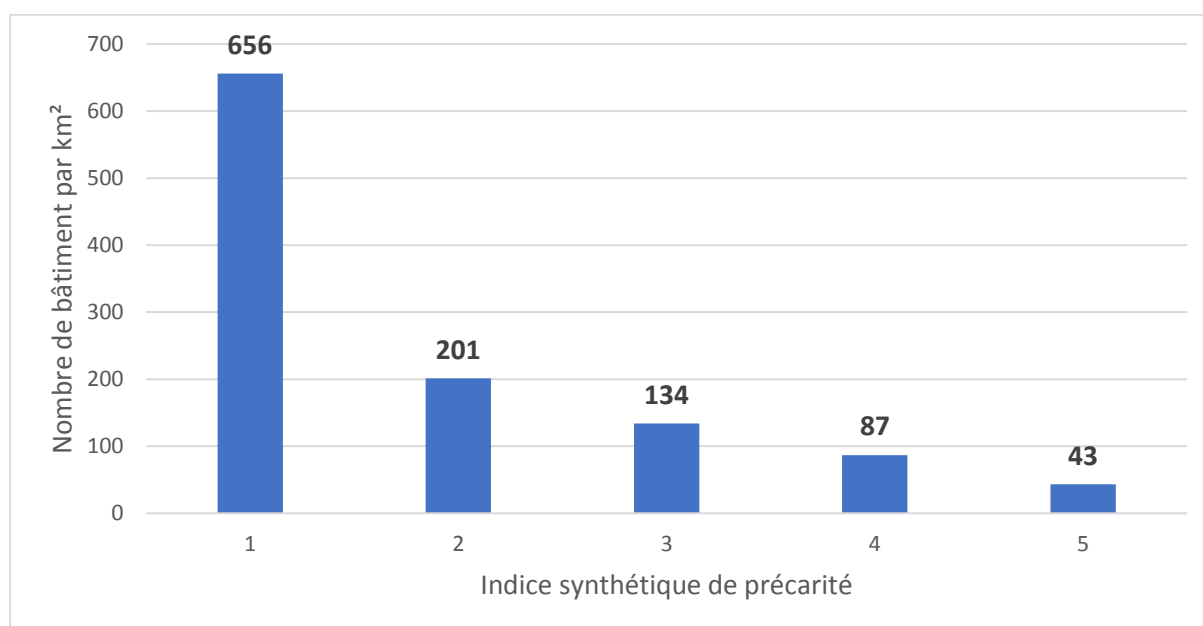
2.2.1. Répartition de la population dans la province de Liège

Pour rappel, la répartition spatiale des secteurs statistiques en province de Liège se fait comme suit : les secteurs statistiques d'indices plus faibles sont concentrés dans la ville de Liège, le long de la Meuse et le long des frontières avec les Pays-Bas et l'Allemagne (voir [Figure 13](#)).

Si l'on compare ces données avec la répartition spatiale des bâtiments en province de Liège représentée sur la [Figure 12](#), on observe que les zones de forte densité correspondent aux zones de plus forte précarité, comme le montre l'exemple de la ville de Liège sur la [Figure 14](#). A l'inverse, les secteurs d'ISD plus élevé sont urbanisés de manière moins dense, avec des constructions plus étendues et plus espacées, comme le montre la [Figure 15](#).

Le [Graphique 4](#) appuie ces observations en montrant qu'en effet, la densité de bâtiments est plus forte dans les zones d'ISD plus faible. La densité moyenne d'un secteur statistique d'ISD égal à 1 s'élève à plus de 650 bâtiments au km² alors que pour les secteurs statistiques classés dans les quatre autres niveaux de difficulté, cette densité est inférieure à 200 bâtiments au km².

Graphique 4 : Densité de bâtiments au km² par ISD



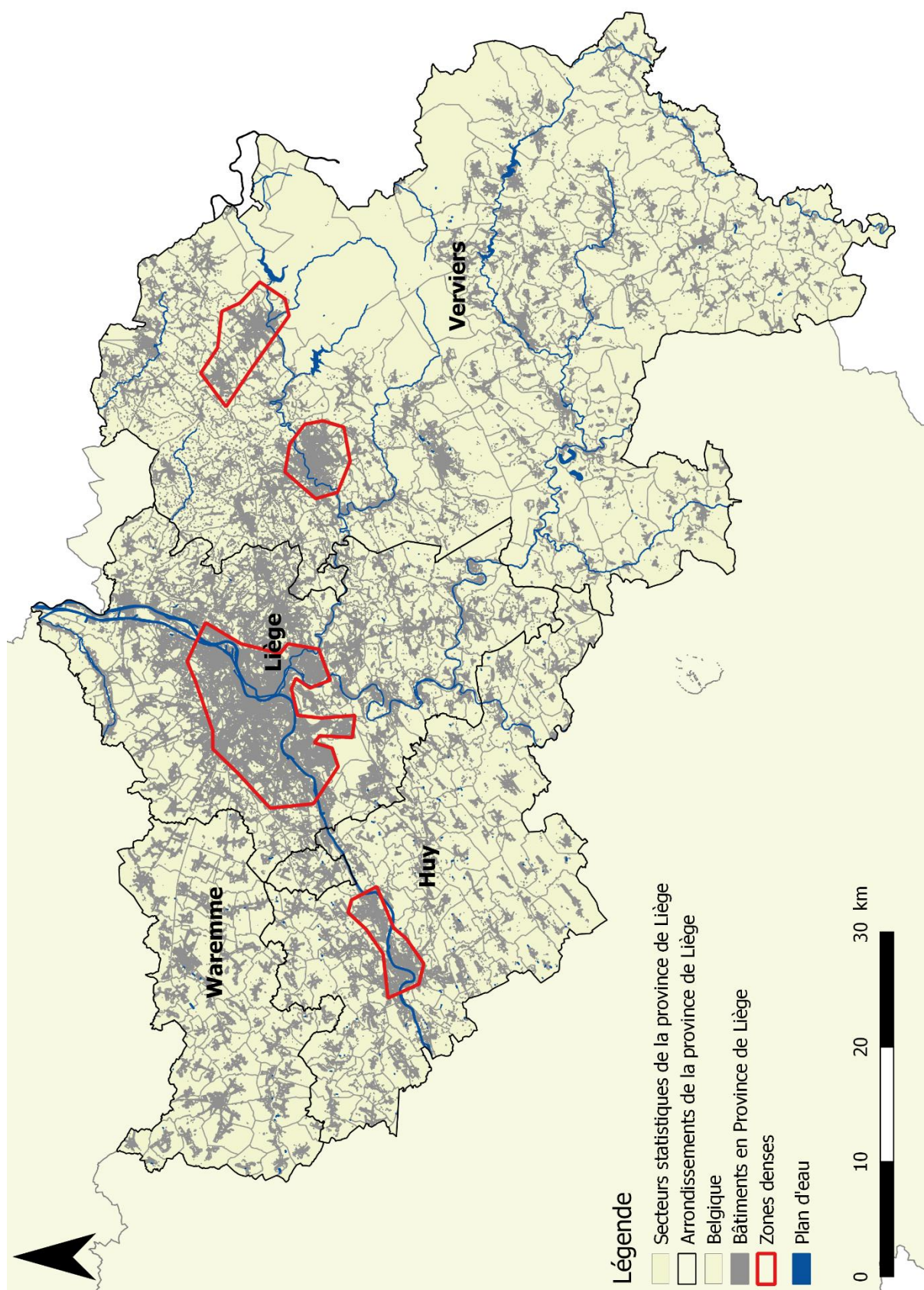


Figure 12 : Identification des zones denses dans la province de Liège

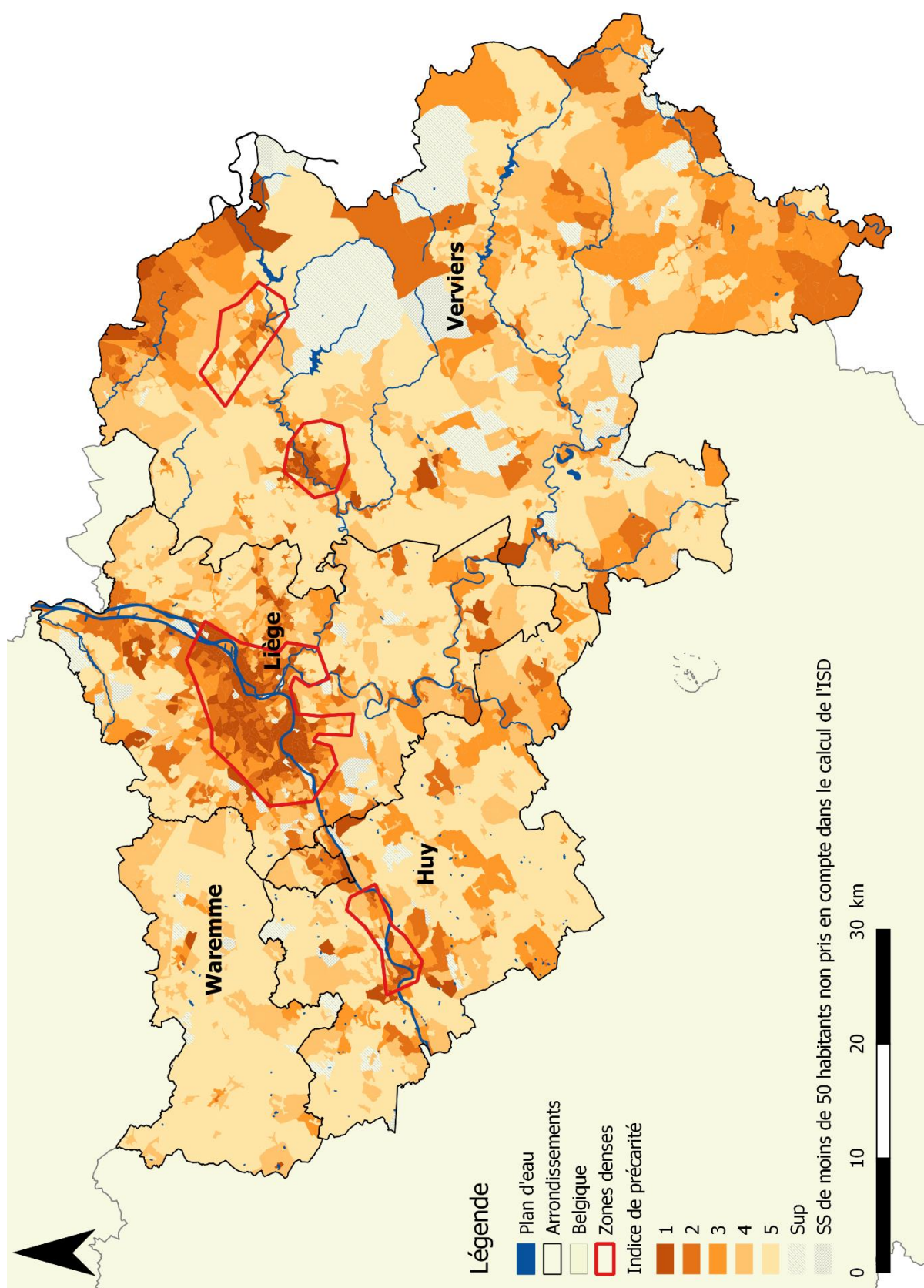


Figure 13 : Répartition spatiale des secteurs statistiques en fonction de leur ISD

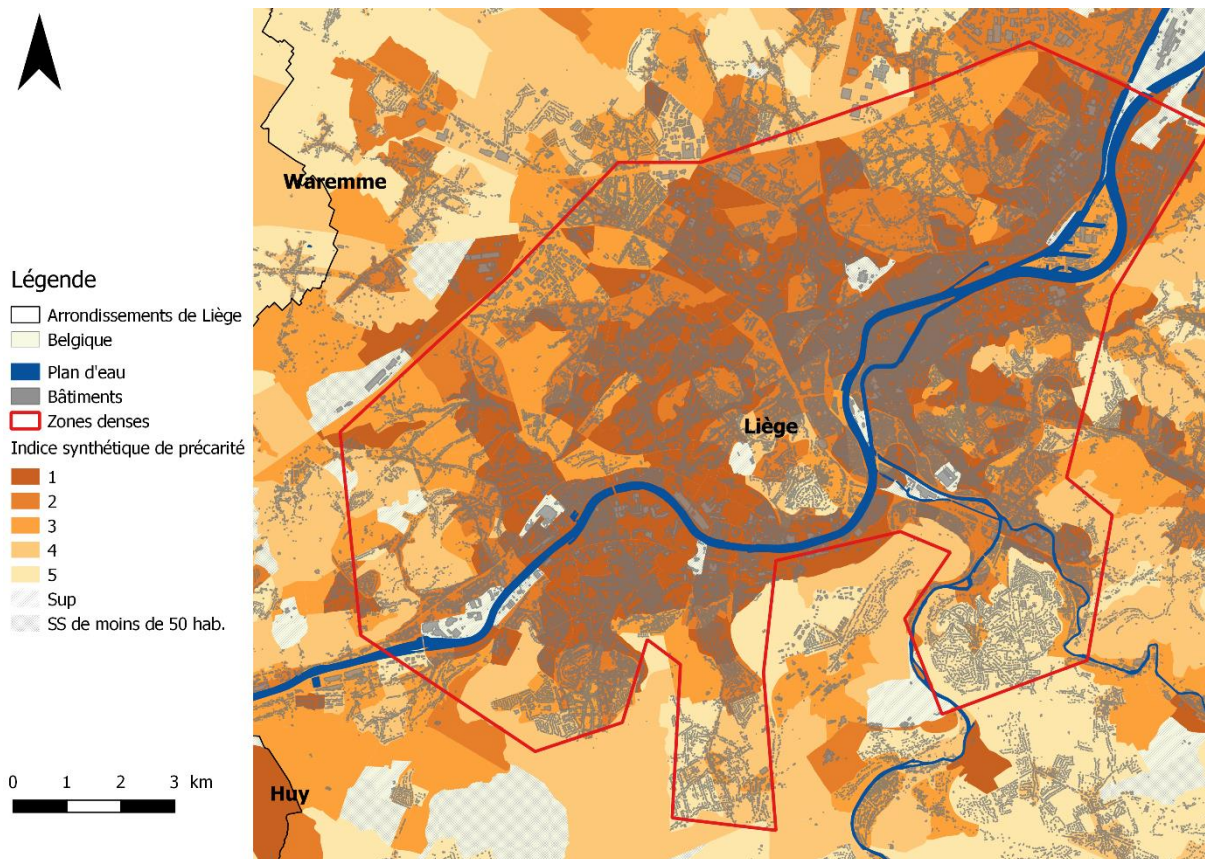


Figure 14 : Zoom sur la zone dense de la ville de Liège

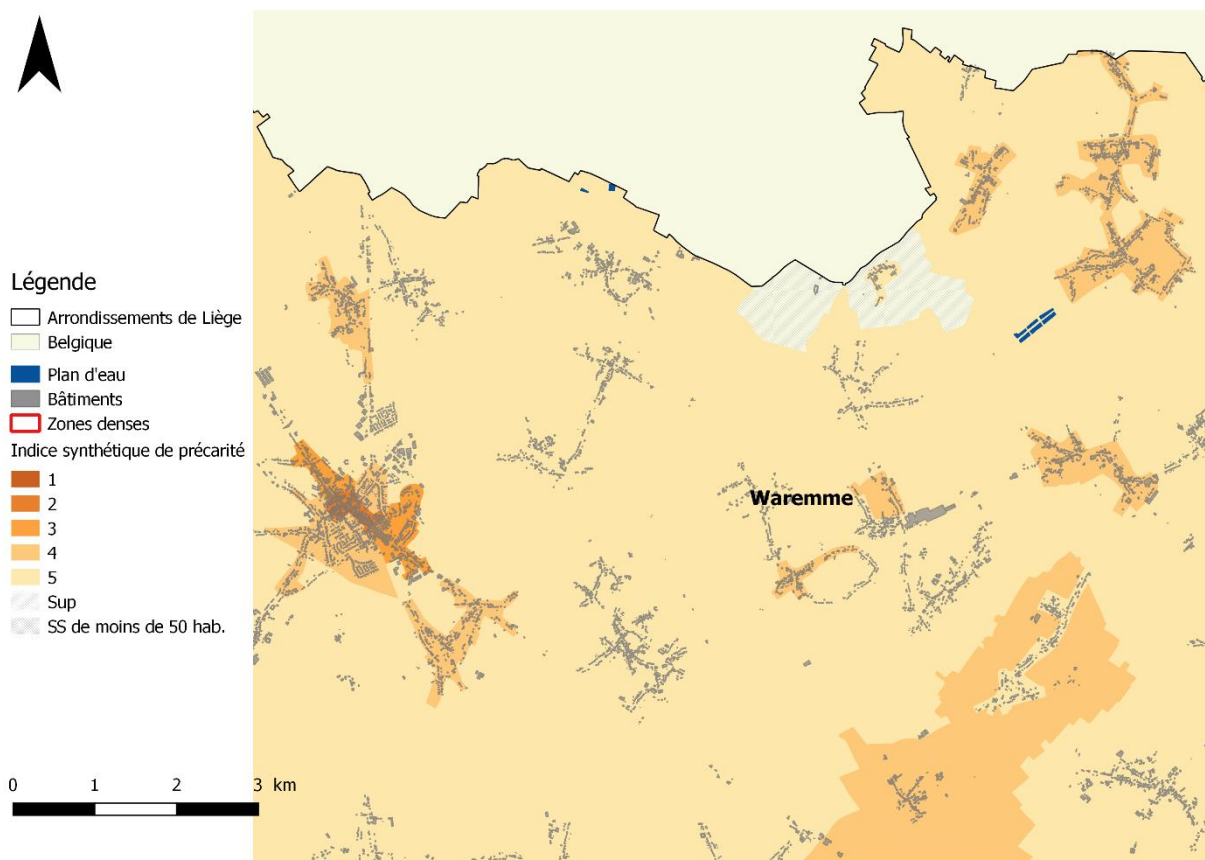


Figure 15: Zoom sur une zone moins dense dans l'arrondissement de Waremme

2.2.2. Exposition de la population au risque à l'échelle de la Province de Liège

L'exploitation des résultats des calculs Excel se base sur la comparaison des distributions dans les trois zones inondables, à la distribution des logements/ménages dans la zone étudiée. Pour un ISD donné, si le pourcentage de logements/ménages dans une zone inondable est supérieur au pourcentage de logements/ménages dans la zone étudiée, cela signifie que les logements/ménages de cet ISD sont plus concentrés dans la zone inondable que dans le reste de la zone étudiée.

Les calculs sont d'abord présentés en valeur absolue dans un tableau, puis en valeur relative dans un graphique qui permet de comparer la répartition des logements/ménages dans les trois ZI étudiées (faible, moyenne et élevée) à la répartition des logements/ménages dans la zone étudiée (la province de Liège, puis les 4 arrondissements de la province). Enfin, un tableau récapitulatif permet de présenter les résultats des graphiques de manière synthétique.

Les tableaux récapitulatifs des graphiques représentent les résultats des trois calculs (en ZI faible, moyenne ou élevée), pour un ISD donné. Dans chaque ISD, le résultat du calcul peut donc être classé dans une des deux catégories suivantes :

- En sous-exposition : si la part de logements/ménages d'ISD i (i allant de 1 à 5) situés dans la ZI k (où $k=\{\text{faible, moyenne, élevée}\}$) en pourcentage du nombre total de logements/ménages en ZI k est inférieure à la part des logements/ménages d'ISD i dans l'ensemble de la province de Liège, alors l'ISD est en sous-exposition dans la ZI k , et le résultat du calcul en ZI k est placé dans la case (ISD i ; sous-exposition) ;
- En sur-exposition : à l'inverse, si la part de logements/ménages d'ISD i situés dans la ZI k en pourcentage du nombre total de logements/ménages en ZI k est supérieure à la part des logements/ménages d'ISD i dans l'ensemble de la province, alors l'ISD est en sous-exposition dans la ZI k , et le résultat du calcul en ZI k est placé dans la case (ISD i ; surexposition) .

D'autre part, les écarts entre les répartitions en ZI et les répartitions dans la province sont catégorisés en trois degrés d'intensité :

- Ecart léger : de -5 à +5 points. Les écarts légers sont représentés dans des cellules vert clair lorsque l'ISD considéré est en sous-exposition, et en rose lorsque l'ISD est en surexposition ;
- Ecart modéré : de -10 à -5 points et de +5 à +10 points. Les écarts modérés sont représentés dans des cellules vert lorsque l'ISD considéré est en sous-exposition, et en rouge clair lorsque l'ISD est en surexposition ;
- Ecart fort : inférieur à -10 points et supérieur à +10 points. Les écarts forts sont représentés dans des cellules vert foncé lorsque l'ISD considéré est en sous-exposition, et en rouge foncé lorsque l'ISD est en surexposition.

A l'échelle de la province de Liège, les calculs ont permis de répartir les 444 608 logements et les 481 500 ménages de la province de la manière suivante dans les différentes zones d'exposition et les différents indices synthétiques de précarité :

Tableau 5 : Répartition des Logements de la province de Liège en fonction de leur exposition et de leur ISD, en nombre de Logements

	Précarité					Total
	1	2	3	4	5	
Province de Liège	129 165	85 061	80 066	75 731	74 585	444 608
ZI faible	6 371	6 948	8 260	5 782	5 071	32 433
ZI moyenne	4 675	5 080	5 101	2 959	2 425	20 240
ZI élevée	2 289	2 743	2 980	1 404	912	10 328

Tableau 6 : Répartition des ménages de la province de Liège en fonction de leur exposition et de leur ISD, en nombre de ménages

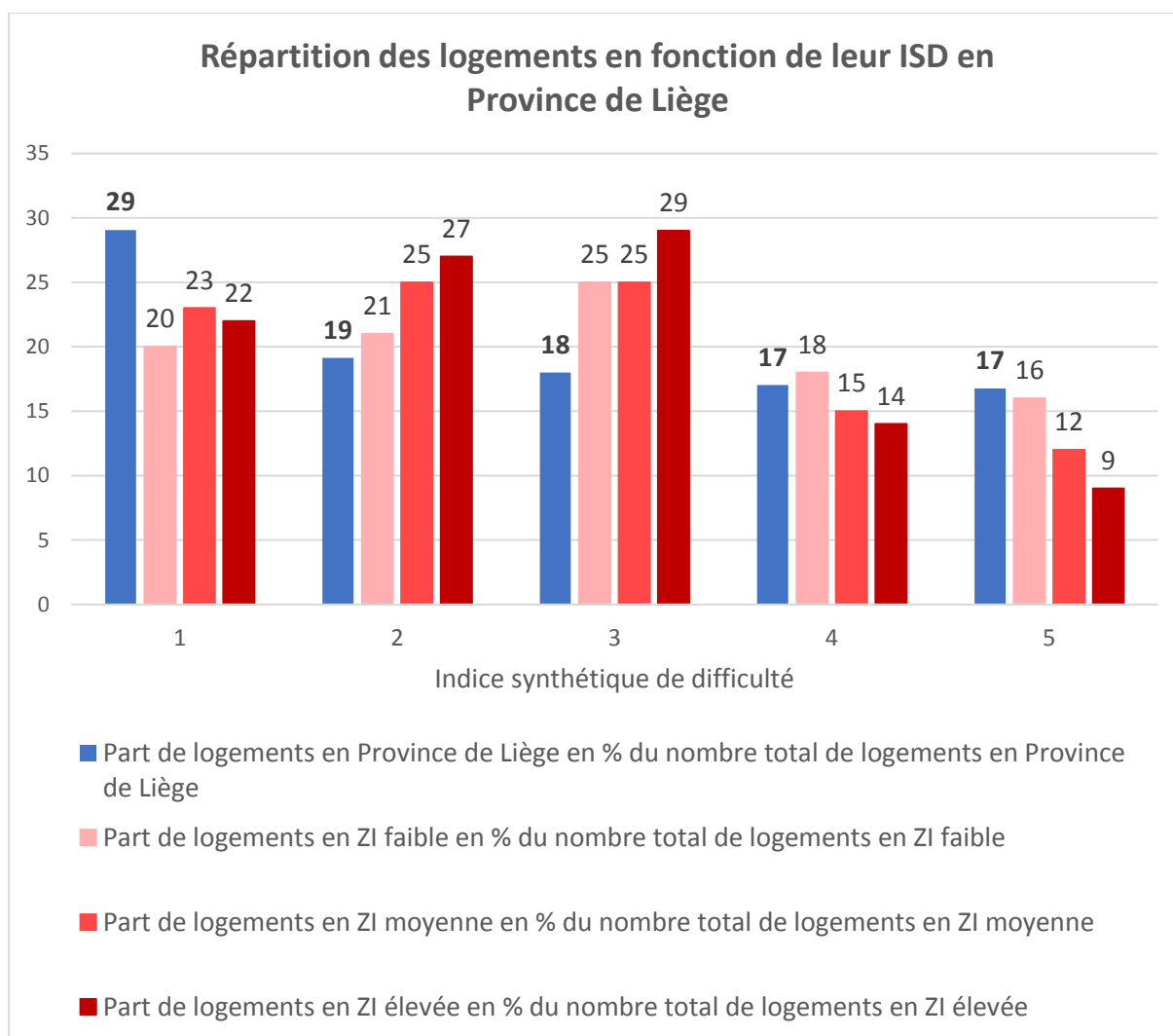
	Précarité					Total
	1	2	3	4	5	
Province de Liège	143 612	94 572	85 425	79 583	78 308	481 500
ZI faible	6 227	7 000	8 235	5 939	5 244	32 645
ZI moyenne	4 395	5 160	5 032	3 062	2 484	20 133
ZI élevée	2 237	2 776	2 878	1 492	941	10 324

Le graphique suivant montre la répartition des logements en fonction de leur ISD en ZI élevée (en rouge foncé) ; en ZI moyenne (en rouge clair) ; et en ZI faible (en rose) ; en comparaison avec la répartition des logements en fonction de leur ISD dans la province de Liège (en bleu).

Si l'on s'intéresse aux différentes répartitions des logements d'ISD 1, on observe d'une part que cette population représente 29% du nombre total de logements en province de Liège. D'autre part, les logements d'ISD 1 représentent entre 20 et 23% des logements dans les zones inondables. La répartition des logements d'ISD 1 est donc modérément inférieure dans les zones inondables (-6 à -9 points).

En ce qui concerne l'ISD 2, la part des logements d'ISD 2 en province de Liège est de 19%, tandis que la part des logements d'ISD 2 est supérieure à 21% dans les trois ZI (de 21 à 27%). La part des logements d'ISD 2 est donc légèrement à modérément supérieure dans les zones inondables que dans la province de Liège (+2 à +8 points). Cet écart s'agrandit de la ZI faible (+2 point) à la ZI élevée (+8 points).

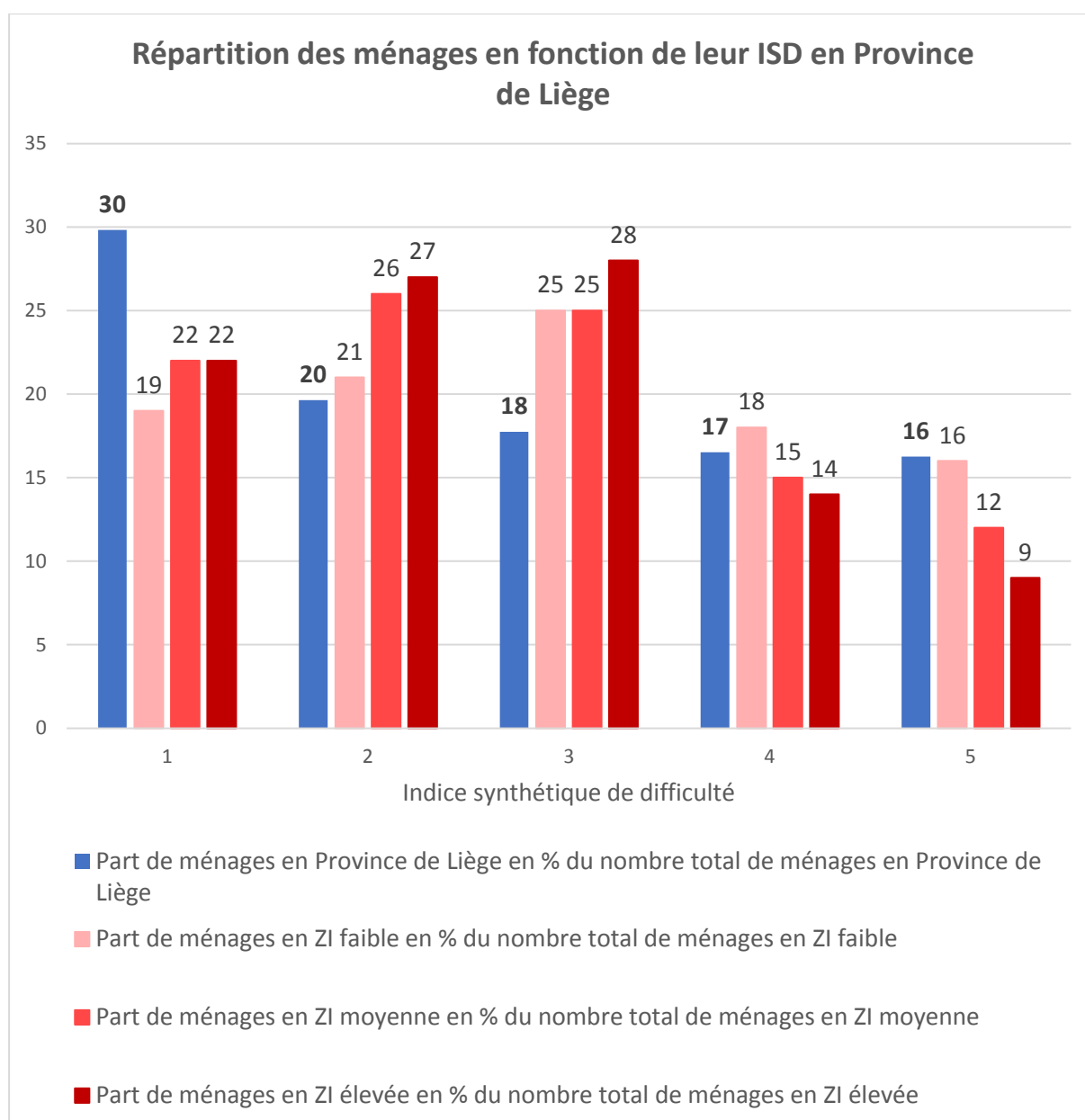
Les résultats pour l'ISD 3 sont à peu près similaires aux résultats de l'ISD 2. Le pourcentage de logements d'ISD 3 en province de Liège est de 18% tandis que les pourcentages dans les ZI augmentent de 25 à 29%. La répartition des logements d'ISD 3 est donc modérément à fortement supérieure dans les zones inondables que dans la province de Liège (+7 à +11 points).



A l'inverse, les résultats de l'ISD 4 montrent que le pourcentage de logements d'ISD 4 dans les ZI moyenne et élevée (14 à 15%) est inférieur au pourcentage de logements d'ISD 4 dans la province de Liège (17%), et il est supérieur dans la ZI faible (18%). La répartition des logements d'ISD 4 est donc légèrement inférieure dans les ZI moyenne et élevée que dans la province de Liège (-2 à -3 points), et légèrement supérieure dans la ZI faible.

Enfin, les résultats pour l'ISD 5 sont à peu près similaires aux résultats de l'ISD 4. Le pourcentage de logements d'ISD 5 dans les trois ZI (9 à 16%) est inférieur au pourcentage de logements d'ISD 5 dans la province de Liège (17%). La répartition des logements d'ISD 5 est donc légèrement à modérément inférieure dans les zones inondables que dans la province de Liège (-1 à -8 points). Cet écart augmente de la ZI faible (-1 point) à la ZI élevée (-8 points).

Le graphique suivant montre la répartition des ménages en fonction de leur ISD en comparaison avec la répartition des ménages en fonction de leur ISD dans la province de Liège.



Si l'on s'intéresse aux différentes répartition des ménages d'ISD 1, on observe d'une part que cette population représente 30% du nombre total de ménages en province de Liège. D'autre part, les ménages d'ISD 1 représentent entre 19 et 22% des ménages dans les zones inondables. La répartition des ménages d'ISD 1 est donc modérément inférieure dans les zones inondables (-8 à -11 points).

En ce qui concerne l'ISD 2, la part des ménages d'ISD 2 en province de Liège est de 20%, tandis que la part des ménages d'ISD 2 est supérieure à 21% dans les trois ZI (de 21 à 27%). La part des ménages d'ISD 2 est donc légèrement supérieur dans la ZI faible que dans la province de Liège (+1 point), et modérément supérieure dans les ZI moyenne et élevée que dans la province de Liège (+6 à +7 points). Cet écart s'agrandit de la ZI faible (+1 point) à la ZI élevée (+7 points).

Les résultats pour l'ISD 3 sont à peu près similaires aux résultats de l'ISD 2. Le pourcentage de ménages d'ISD 3 en province de Liège est de 18% tandis que les pourcentages

dans les ZI augmentent de 25 à 28%. La répartition des ménages d'ISD 3 est donc modérément supérieure dans les zones inondables que dans la province de Liège (+7 à +10 points). Cet écart augmente de la ZI faible (+7 point) à la ZI élevée (+10 points).

A l'inverse, les résultats de l'ISD 4 montrent que le pourcentage de ménages d'ISD 4 est inférieur au pourcentage de ménages d'ISD 4 dans la province de Liège (17%) dans les ZI moyenne et élevée (15 à 14%). Le pourcentage en ZI faible (18%) est similaire à celui en province de Liège. La répartition des ménages d'ISD 4 est donc légèrement inférieure dans les ZI moyenne et élevée que dans la province de Liège (-2 à -3 points). Cet écart augmente de la ZI moyenne (-2 point) à la ZI élevée (-3 points).

Enfin, les résultats pour l'ISD 5 sont à peu près similaires aux résultats de l'ISD 4. Le pourcentage de ménages d'ISD 5 dans les trois ZI (9 à 16%) est inférieur ou égal au pourcentage de ménages d'ISD 5 dans la province de Liège (16%). La répartition des ménages d'ISD 5 est donc légèrement inférieure dans ZI faible et moyenne que dans la province de Liège (-0 à -4 points) et modérément inférieure dans la ZI élevée (-7 points). Notons que cet écart augmente de la ZI faible (-0 point) à la ZI élevée (-7 points).

Les résultats des deux calculs sont résumés dans les deux tableaux ci-dessous. Ceux-ci montrent que les résultats ne changent pas significativement si l'on considère le calcul par nombre moyen de logements par bâtiment résidentiel ou bien le nombre moyen de ménages par bâtiment résidentiel.

Tableau 7 : récapitulatif des résultats à l'échelle de la province de Liège du calcul par nombre moyen de logements

ISD	Sous-exposition	Surexposition
1	ZI faible (-9) ZI moyenne (-6) ZI élevée (-7)	
2		ZI faible (+2) ZI moyenne (+6) ZI élevée (+8)
3		ZI faible (+7) ZI moyenne (+7) ZI élevée (+11)
4		ZI faible (+1)
	ZI moyenne (-2) ZI élevée (-3)	
5	ZI faible (-1) ZI moyenne (-5) ZI élevée (-8)	

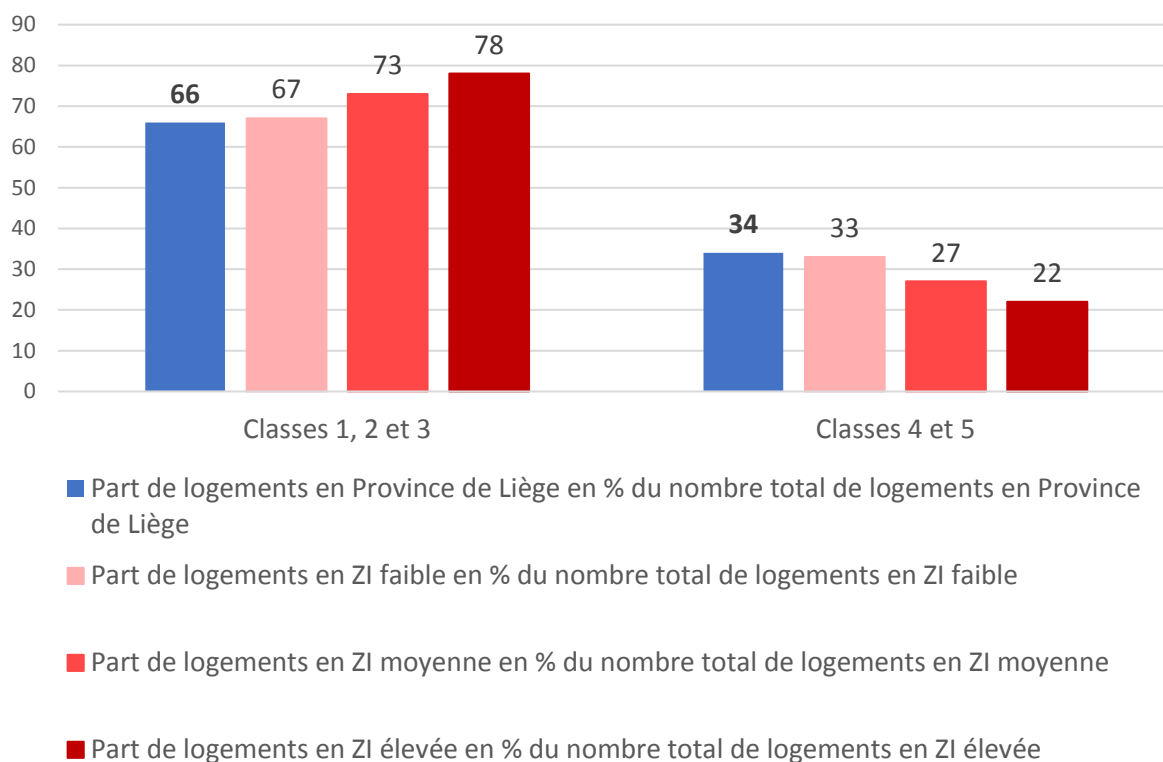
Tableau 8 : Récapitulatif des résultats à l'échelle de la province de Liège du calcul par nombre moyen de ménages

ISD	ZI dans lesquelles le % de ménages est inférieur à celui en province de Liège	ZI dans lesquelles le % de ménages est supérieur à celui en province de Liège
1	ZI faible (-11)	
	ZI moyenne (-8)	
	ZI élevée (-8)	
2		ZI faible (+1)
		ZI moyenne (+6)
		ZI élevée (+7)
3		ZI faible (+7)
		ZI moyenne (+7)
		ZI élevée (+10)
4		ZI faible (+1)
5	ZI faible (-0)	
	ZI moyenne (-4)	
	ZI élevée (-7)	

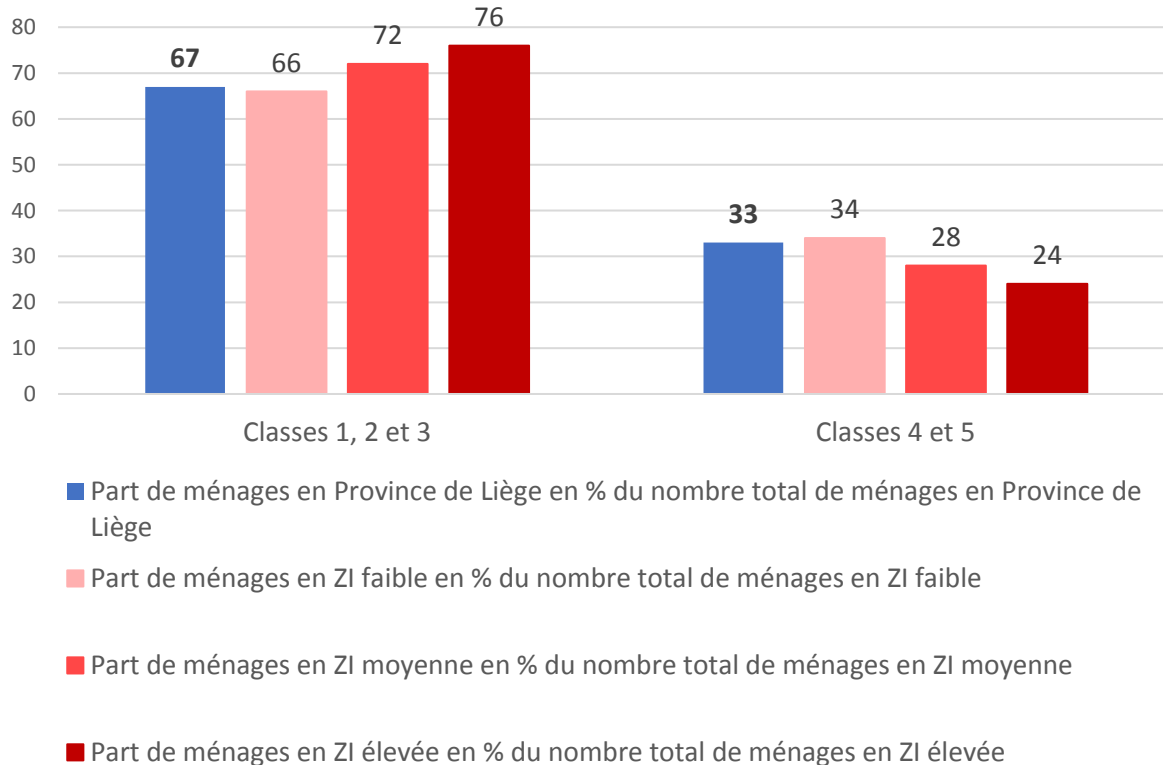
Au vu des résultats obtenus, et pour une meilleure lisibilité des graphiques, les indices de précarité ont ensuite été regroupés en deux catégories. Comme d'une part les classes 2 et 3 ont des résultats similaires, et les classes 4 et 5 également, les indices de précarité ont été regroupés comme suit : classes 1, 2 et 3 d'une part et classes 4 et 5 d'autre part.

On observe sur ces deux graphiques qu'il y a une différence d'exposition entre les classes d'ISD {1, 2, 3} et {4, 5} : les logements de la classe {1, 2, 3} sont surexposés dans les trois ZI, et l'écart avec la répartition en province de Liège augmente au fur et à mesure que le risque considéré augmente (de la ZI faible à la ZI élevée). On peut noter que l'écart n'est pas significatif en ZI faible (+1 point), et qu'il est modéré (+7 points) en ZI moyenne et fort (+12 points) en ZI élevée. Les résultats sont similaires pour les ménages, à l'exception du calcul en ZI faible, où la tendance est inversée mais reste non significative (-1 point pour la classe {1, 2, 3} et +1 point pour la classe {4, 5}).

Répartition des logements en fonction de leur ISD en Province de Liège

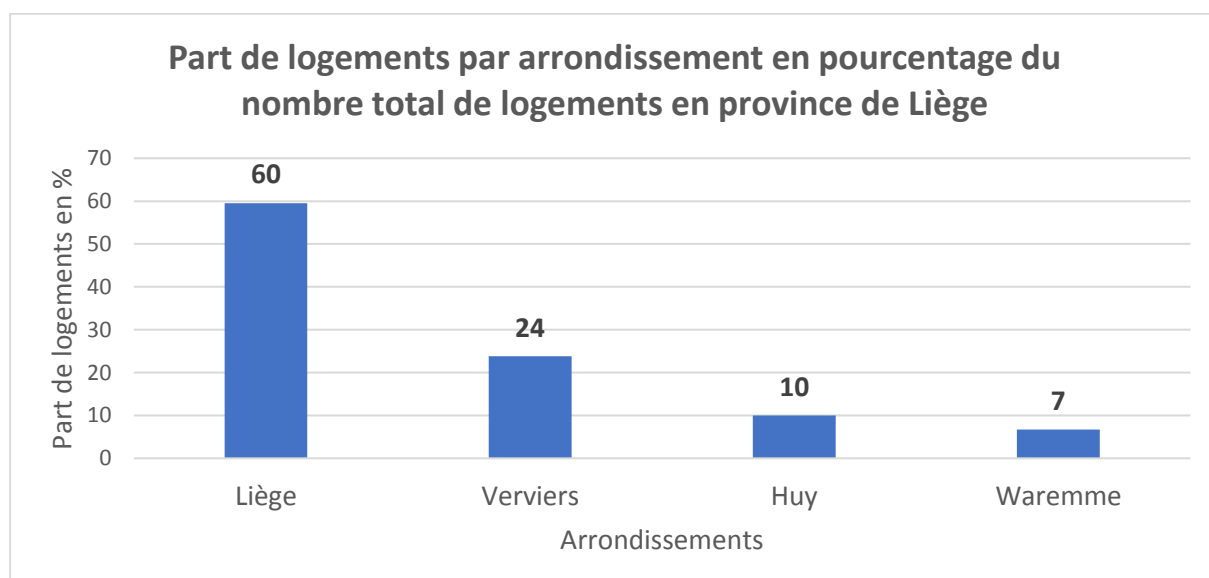
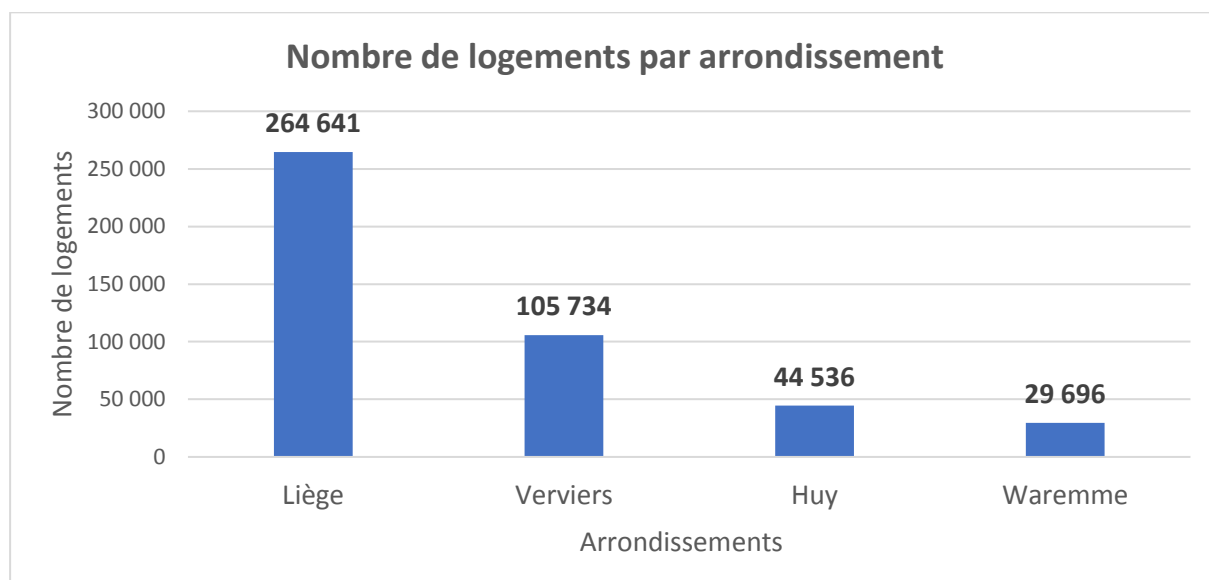


Répartition des ménages en fonction de leur ISD en Province de Liège



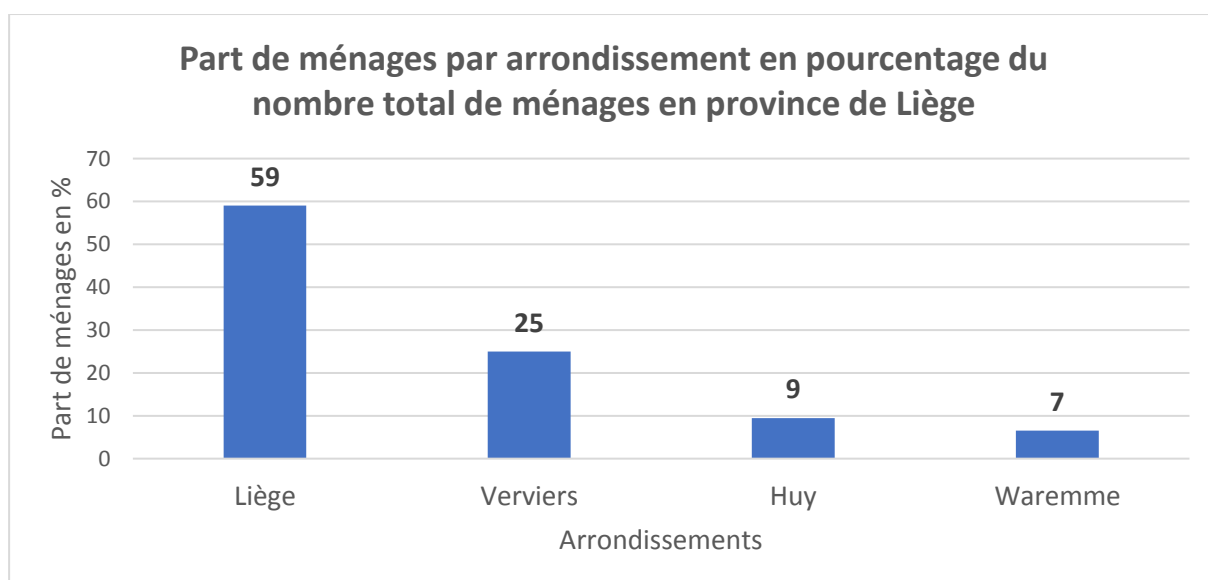
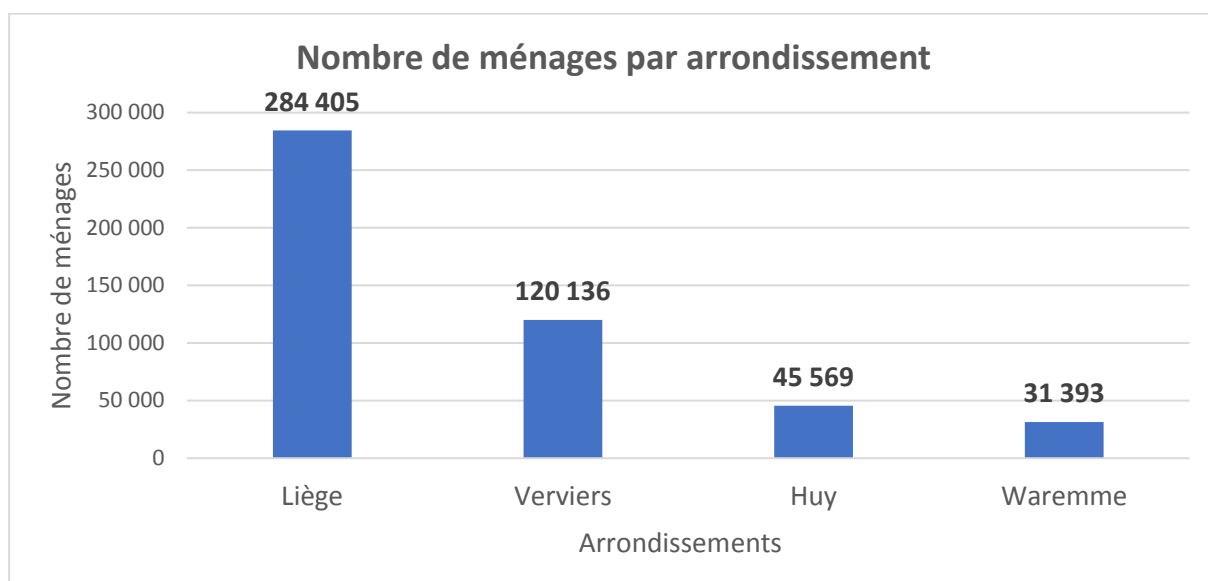
2.2.3. Exposition de la population au risque à l'échelle des arrondissements de la Province de Liège

Cette section présente les résultats à l'échelle des arrondissements de la province de Liège, qui sont au nombre de quatre : Liège, Verviers, Huy et Waremme. Les logements sont répartis entre ces quatre arrondissements de la manière suivante :



L'arrondissement de Liège concentre donc plus de la moitié des logements de la province de Liège, et l'arrondissement de Verviers un quart.

La répartition des ménages obtenue par les calculs est similaires à celle des logements :



Le poids des arrondissements de Liège et Verviers impactent donc beaucoup les résultats à l'échelle de la province de Liège, et c'est pourquoi il est intéressant de faire les calculs à l'échelle des arrondissements, afin de vérifier si les conclusions changent, en particulier dans les arrondissements de Huy et Waremme.

Les 264 648 logements et les 284 408 ménages de l'arrondissement de Liège sont répartis de la manière suivante dans les différentes zones d'exposition et les différents indices synthétiques de précarité :

Tableau 9 : Répartition des logements de l'arrondissement de Liège en fonction de leur exposition et de leur ISD, en nombre de logements

	Précarité					Total
	1	2	3	4	5	
Province de Liège	103 608	60 199	43 392	32 092	25 357	264 648
ZI faible	4 551	4 602	5 246	2 508	1 476	18 383
ZI moyenne	3 664	3 504	3 418	1 299	916	12 801
ZI élevée	1 928	1 993	2 078	626	399	7 023

Tableau 10 : Répartition des ménages de l'arrondissement de Liège en fonction de leur exposition et de leur ISD, en nombre de ménages

	Précarité					Total
	1	2	3	4	5	
Province de Liège	113 743	66 843	44 497	33 226	26 099	284 408
ZI faible	4 384	4 582	5 019	2 473	1 518	17 977
ZI moyenne	3 461	3 590	3 288	1 303	935	12 577
ZI élevée	1 833	2 050	1 943	633	408	6 867

Le graphique suivant montre la **répartition des logements** en fonction de leur ISD en ZI élevée (en rouge foncé) ; en ZI moyenne (en rouge clair) ; en ZI faible (en rose) ; en comparaison avec la répartition des logements en fonction de leur ISD dans l'arrondissement de Liège (en bleu).

Les résultats à l'échelle de l'arrondissement de Liège sont très similaires à ceux calculés à l'échelle de la province de Liège.

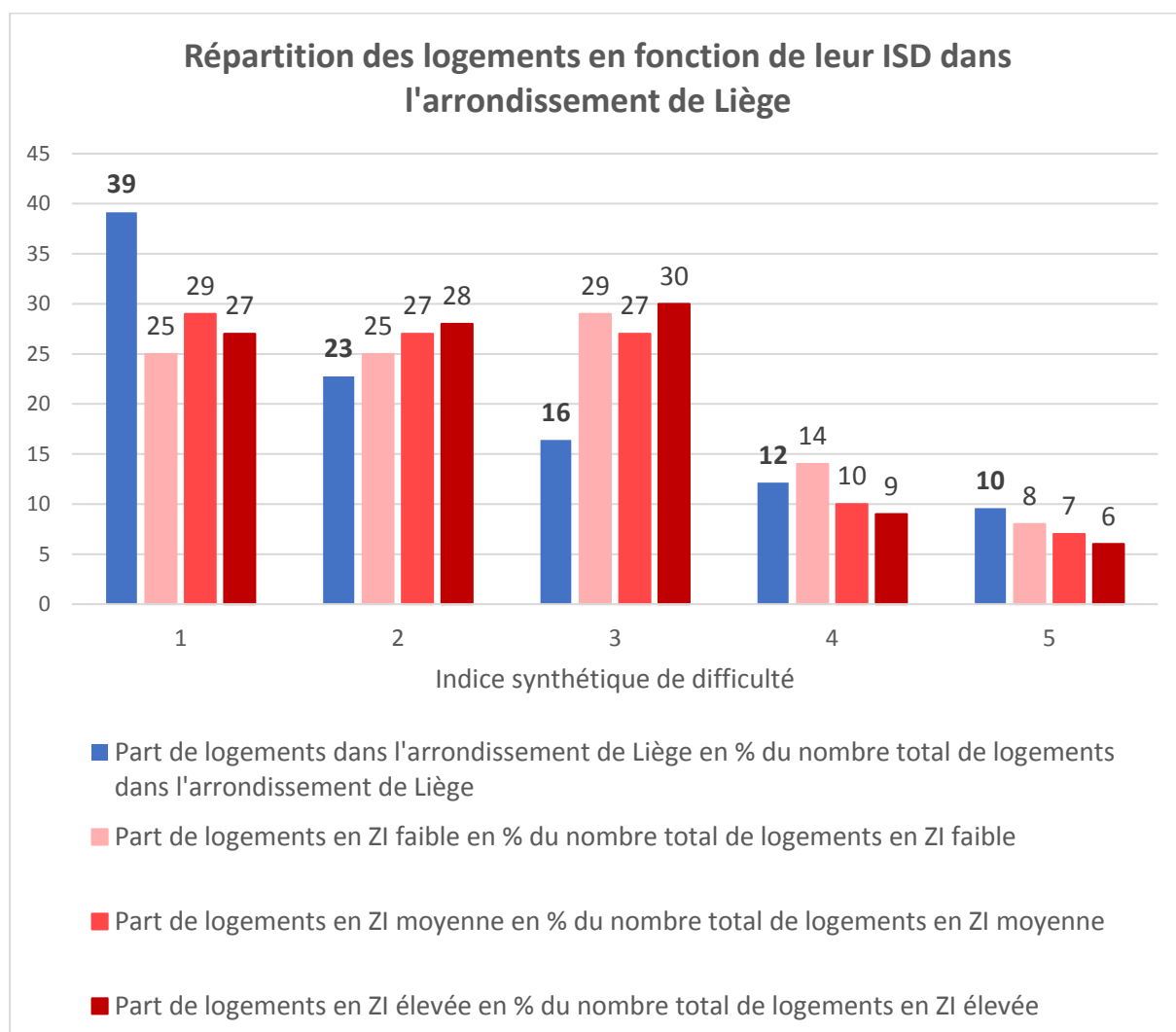
En effet, le nombre de logements en ISD 1 représente 39% du nombre total de logements dans l'arrondissement de Liège, tandis que le nombre de logements d'ISD 1 représentent entre 25 et 29% des logements dans les zones inondables. La répartition des logements d'ISD 1 est donc modérément à fortement inférieure en zones inondables que dans l'arrondissement de Liège (-10 à -14 points).

En ce qui concerne l'ISD 2, la part des logements d'ISD 2 dans l'arrondissement de Liège est de 23%, tandis que la part des logements d'ISD 2 est supérieure à 25% dans les trois ZI (de 25 à 28%). La répartition des logements d'ISD 2 est donc légèrement supérieure dans les zones inondables que dans l'arrondissement de Liège (+2 à +5 points). Cet écart s'agrandit de la ZI faible (+2 point) à la ZI élevée (+5 points).

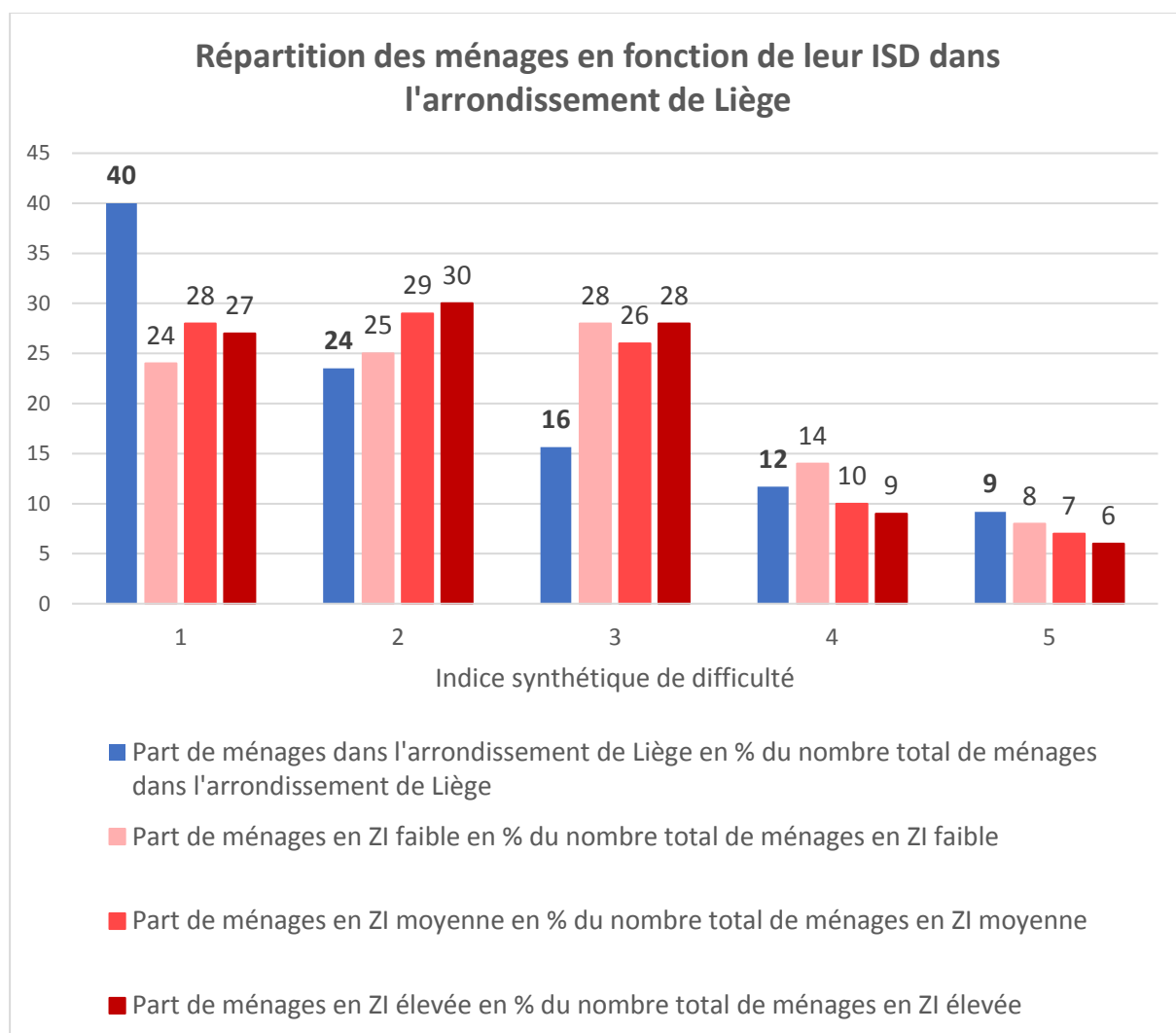
Les résultats pour l'ISD 3 sont à peu près similaires aux résultats de l'ISD 2. Le pourcentage de logements d'ISD 3 dans l'arrondissement de Liège est de 16%, tandis que le pourcentage de logements d'ISD 3 est supérieur à 27% dans les ZI (27 à 30%). La part des logements d'ISD 3 est donc fortement supérieure dans les zones inondables que dans l'arrondissement de Liège (+11 à +14 points).

A l'inverse, les résultats de l'ISD 4 montrent que le pourcentage de logements d'ISD 4 dans les ZI moyenne et élevée (9 à 10%) est inférieur au pourcentage de logements d'ISD 4 dans l'arrondissement de Liège (12%), et supérieur dans la ZI faible (14%). La répartition des logements d'ISD 4 est donc légèrement inférieure dans les ZI moyenne et élevée que dans l'arrondissement de Liège (-2 à -3 points), et légèrement supérieure dans la ZI faible (+2 points).

Enfin, les résultats pour l'ISD 5 sont à peu près similaires aux résultats de l'ISD 4. Le pourcentage de logements d'ISD 5 dans les trois ZI (6 à 8%) est inférieur au pourcentage de logements d'ISD 5 dans l'arrondissement de Liège (10%). La répartition des logements d'ISD 5 est donc légèrement inférieure dans les zones inondables que dans l'arrondissement de Liège (-2 à -4 points). Cet écart augmente de la ZI faible (-2 point) à la ZI élevée (-4 points).



Le graphique suivant montre la **répartition des ménages** en fonction de leur ISD en comparaison avec la répartition des ménages en fonction de leur ISD dans l'arrondissement de Liège.



Le nombre de ménages en ISD 1 représente 40% du nombre total de ménages dans l'arrondissement de Liège, tandis que le nombre de ménages d'ISD 1 représentent entre 24 et 28% des ménages dans les zones inondables. La répartition des ménages d'ISD 1 est donc fortement inférieure en zones inondables que dans l'arrondissement de Liège (-12 à -16 points).

En ce qui concerne l'ISD 2, la part des ménages d'ISD 2 dans l'arrondissement de Liège est de 24%, tandis que la part des ménages d'ISD 2 est supérieure à 25% dans les trois ZI (de 25 à 30%). La répartition des ménages d'ISD 2 est donc légèrement supérieure dans la ZI faible que dans l'arrondissement de Liège (+1 point), et modérément supérieure dans les ZI moyennes et élevées que dans l'arrondissement de Liège (+5 à +6 points). Cet écart s'agrandit de la ZI faible (+1 point) à la ZI élevée (+6 points).

Le pourcentage de ménages d'ISD 3 dans l'arrondissement de Liège est de 16%, tandis que le pourcentage de ménages d'ISD 3 est supérieur à 26% dans les ZI (de 26 à 28%). La part

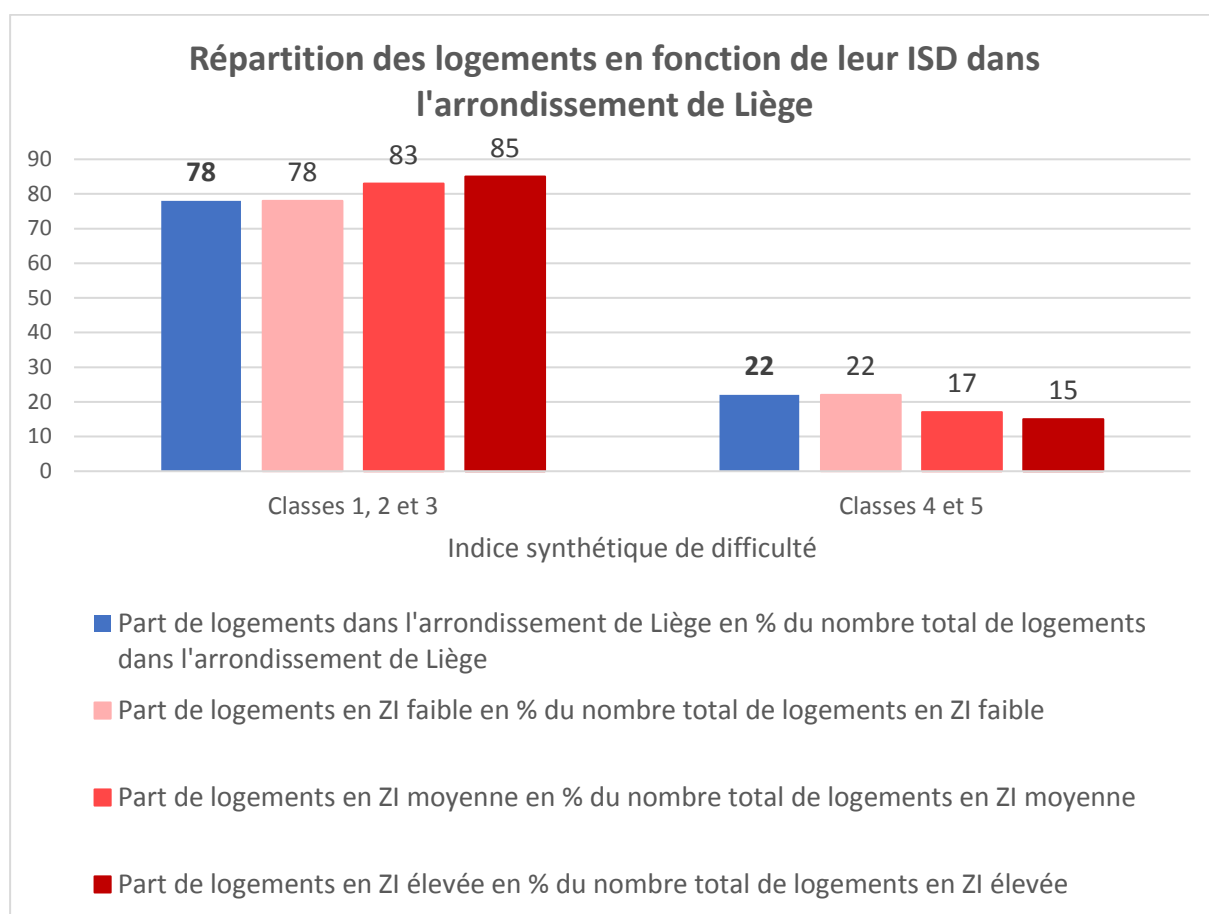
des ménages d'ISD 3 est donc fortement supérieure dans les zones inondables que dans l'arrondissement de Liège (+10 à +12 points).

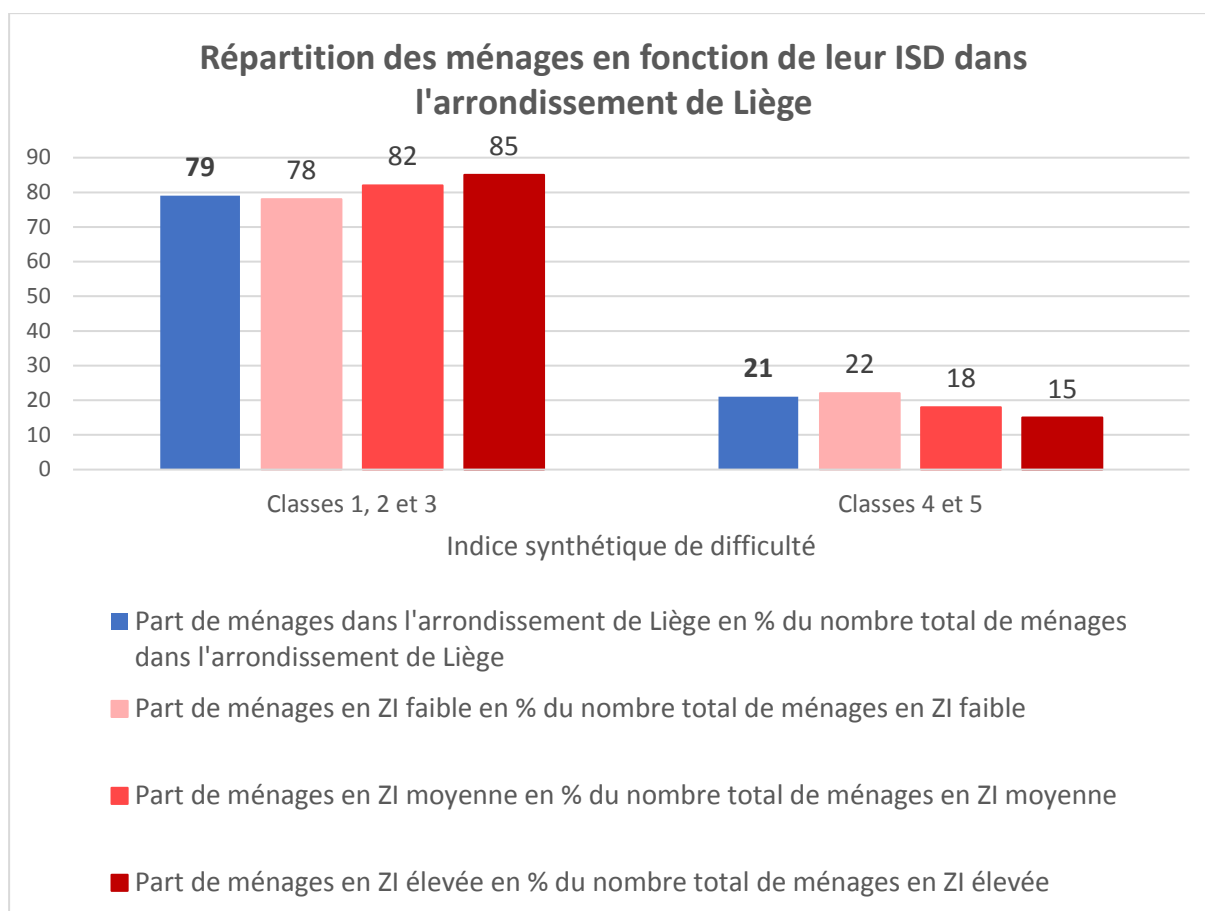
A l'inverse, les résultats de l'ISD 4 montrent que le pourcentage de ménages d'ISD 4 dans les ZI moyenne et élevée (9 à 10%) est inférieur au pourcentage de ménages d'ISD 4 dans l'arrondissement de Liège (12%), mais il est supérieur en ZI faible (14%). La répartition des ménages d'ISD 4 est donc légèrement inférieure dans les ZI moyenne et élevée que dans l'arrondissement de Liège (-2 à -3 points), et légèrement supérieure dans la ZI faible (+2 points). Cet écart augmente de la ZI moyenne (-2 point) à la ZI élevée (-3 points).

Enfin, les résultats pour l'ISD 5 sont à peu près similaires aux résultats de l'ISD 4. Le pourcentage de ménages d'ISD 5 dans les trois ZI (6 à 8%) est inférieur au pourcentage de ménages d'ISD 5 dans l'arrondissement de Liège (9%). La répartition des ménages d'ISD 5 est donc légèrement inférieure dans les zones inondables que dans l'arrondissement de Liège (-1 à -3 points). Cet écart augmente de la ZI faible (-1 point) à la ZI élevée (-3 points).

Deux tableaux récapitulatifs des résultats à l'échelle des arrondissements sont donnés en pages 69 et 70.

Les graphiques suivant montrent les résultats agrégés en deux catégories de niveau de difficulté.





On observe sur ces deux graphiques les mêmes résultats qu'à l'échelle de la province de Liège : il y a une différence d'exposition entre les classes d'ISD {1, 2, 3} et {4, 5} ; les logements de la classe {1, 2, 3} sont surexposés dans les trois ZI, et l'écart avec la répartition dans l'arrondissement de Liège augmente au fur et à mesure que le risque considéré augmente (de la ZI faible à la ZI élevée). On peut noter que l'écart n'est pas significatif en ZI faible (+1 point), et qu'il est modéré en ZI moyenne et élevée (+5 et +7 points). Les résultats sont similaires pour les ménages, à l'exception du calcul en ZI faible, où la tendance est inversée mais reste non significative (-1 point pour la classe {1, 2, 3} et +1 point pour la classe {4, 5}).

Les 105 727 logements et les 120 130 ménages de l'arrondissement de Verviers sont répartis de la manière suivante dans les différentes zones d'exposition et les différents indices synthétiques de précarité :

Tableau 11 : Répartition des logements de l'arrondissement de Verviers en fonction de leur exposition et de leur ISD, en nombre de logements

	Précarité					Total
	1	2	3	4	5	
Province de Liège	20 539	17 943	26 435	19 796	21 014	105 727
ZI faible	135 586	89 089	84 092	81 428	73 896	464 091
ZI moyenne	135 748	89 426	84 497	81 628	74 112	465 411
ZI élevée	135 955	89 755	84 888	81 868	74 236	466 702

Tableau 12 : Répartition des ménages de l'arrondissement de Verviers en fonction de leur exposition et de leur ISD, en nombre de ménages

	Précarité					Total
	1	2	3	4	5	
Province de Liège	24 329	20 654	30 178	21 902	23 066	120 130
ZI faible	150 449	99 045	88 902	84 305	77 300	500 001
ZI moyenne	150 602	99 413	89 322	84 524	77 513	501 375
ZI élevée	150 848	99 709	89 729	84 838	77 650	502 774

Le graphique suivant montre la répartition des logements en fonction de leur ISD en ZI élevée (en rouge foncé) ; en ZI moyenne (en rouge clair) ; en ZI faible (en rose) ; en comparaison avec la répartition des logements en fonction de leur ISD dans l'arrondissement de Verviers (en bleu).

Les résultats à l'échelle de l'arrondissement de Verviers pour les logements restent similaires à ceux calculés à l'échelle de la province de Liège.

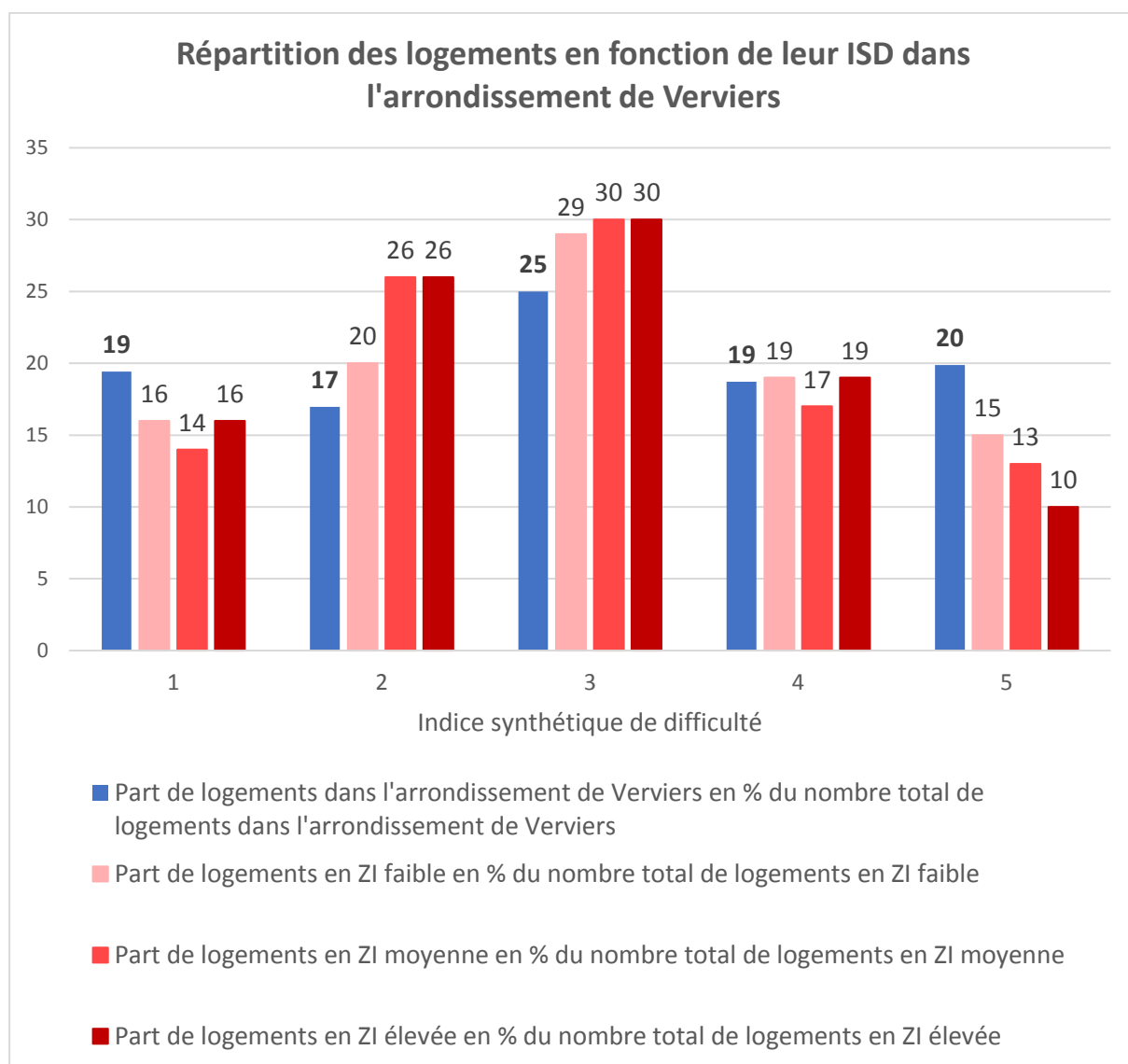
En effet, les pourcentages de logements d'ISD 1 en zones inondables (14 à 16%) sont légèrement inférieurs au pourcentage de logements d'ISD 1 dans l'arrondissement de Verviers (19%), les écarts allant de -3 à -5 points.

En ce qui concerne l'ISD 2, le pourcentage de logements d'ISD 2 dans les trois ZI (20 à 26%) est légèrement à modérément supérieur au pourcentage de logements d'ISD 2 dans l'arrondissement de Verviers (17%), les écarts allant de +3 à +9 points.

De la même manière, le pourcentage de logements d'ISD 3 dans les trois ZI (29 à 30%) est légèrement supérieur au pourcentage de logements d'ISD 3 dans l'arrondissement de Verviers (25%), les écarts allant de +4 à +5 points.

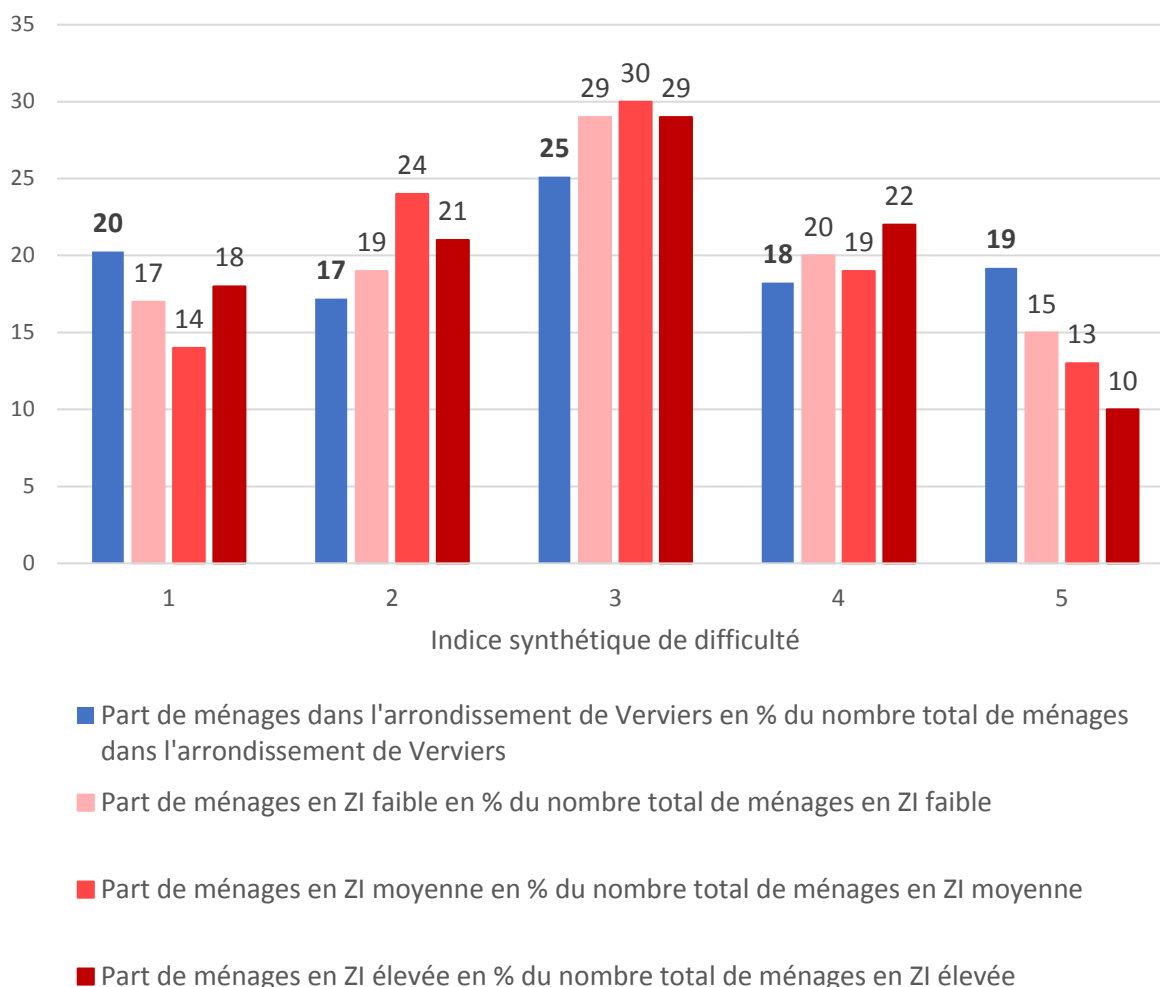
A l'inverse, le pourcentage de logements d'ISD 4 en zones inondables (17 à 19%) est légèrement inférieur ou égal au pourcentage de logements d'ISD 4 dans l'arrondissement de Verviers (19%), les écarts allant de -2 à -0 points.

Enfin, le pourcentage de logements d'ISD 5 dans les trois ZI (10 à 15%) est légèrement à modérément inférieur au pourcentage de logements d'ISD 5 dans l'arrondissement de Verviers (20%), les écarts allant de -5 à -10 points.



Le graphique suivant montre la répartition des ménages en fonction de leur ISD en comparaison avec la répartition des ménages en fonction de leur ISD dans l'arrondissement de Verviers.

Répartition des ménages en fonction de leur ISD dans l'arrondissement de Verviers



Les résultats à l'échelle de l'arrondissement de Verviers pour les ménages en revanche restent similaires à ceux calculés à l'échelle de la province de Liège pour les ISD 1, 2, 3 et 5, mais différent pour l'ISD 4.

Les pourcentages de ménages d'ISD 1 en zones inondables (14 à 18%) sont légèrement inférieurs au pourcentage de ménages d'ISD 1 dans l'arrondissement de Verviers (20%). L'écart est léger à modéré (-6 à -2 points).

En ce qui concerne l'ISD 2, le pourcentage de ménages d'ISD 2 dans les ZI faible et élevée (19 à 21%) est légèrement supérieur au pourcentage de ménages d'ISD 2 dans l'arrondissement de Verviers (17%), les écarts allant de +2 à +4 points, et le pourcentage de ménages d'ISD 2 dans la ZI moyenne (24%) est modérément supérieur au pourcentage de ménages d'ISD 2 dans l'arrondissement de Verviers (17%), l'écarts étant de +7 points

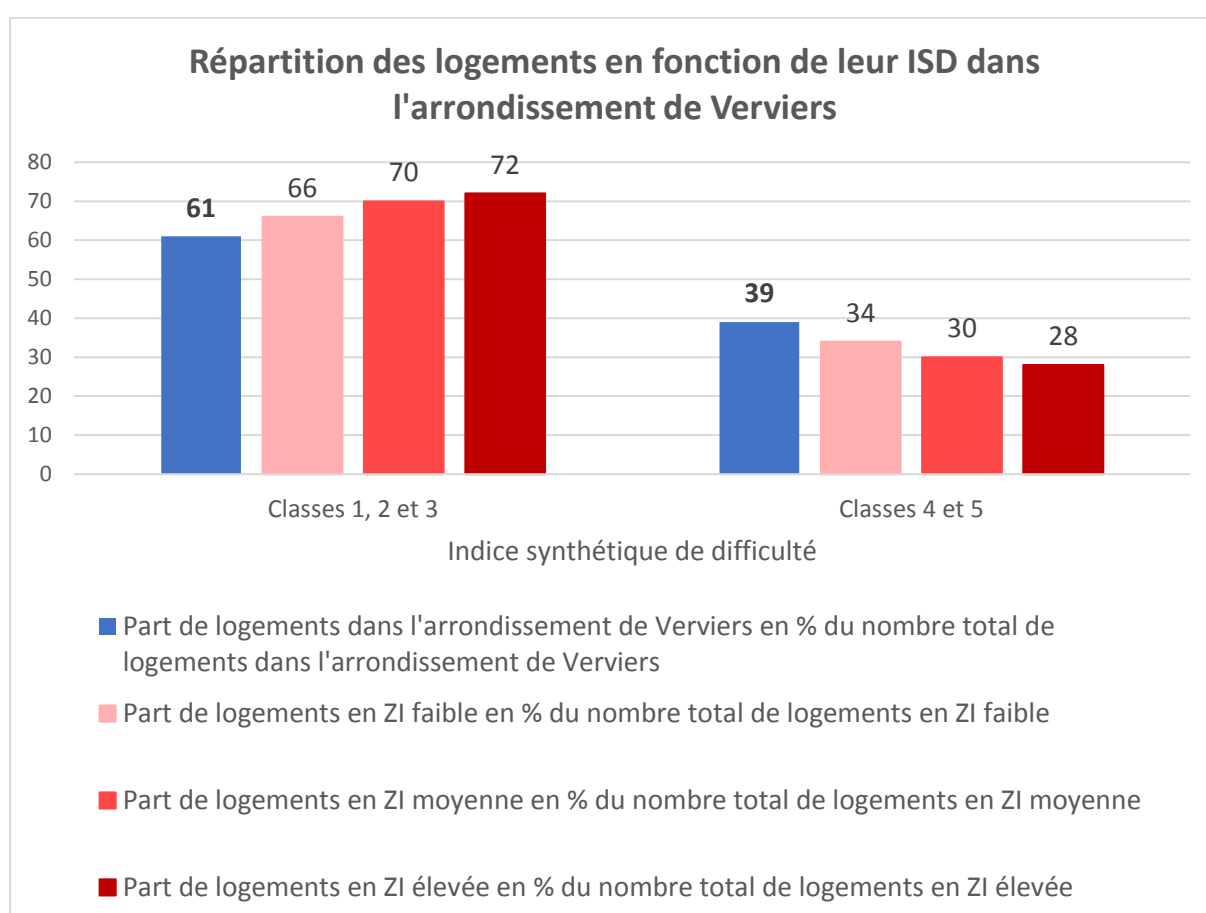
De la même manière, le pourcentage de ménages d'ISD 3 dans les trois ZI (29 à 30%) est légèrement supérieur au pourcentage de ménages d'ISD 3 dans l'arrondissement de Verviers (25%), les écarts allant de +4 à +5 points.

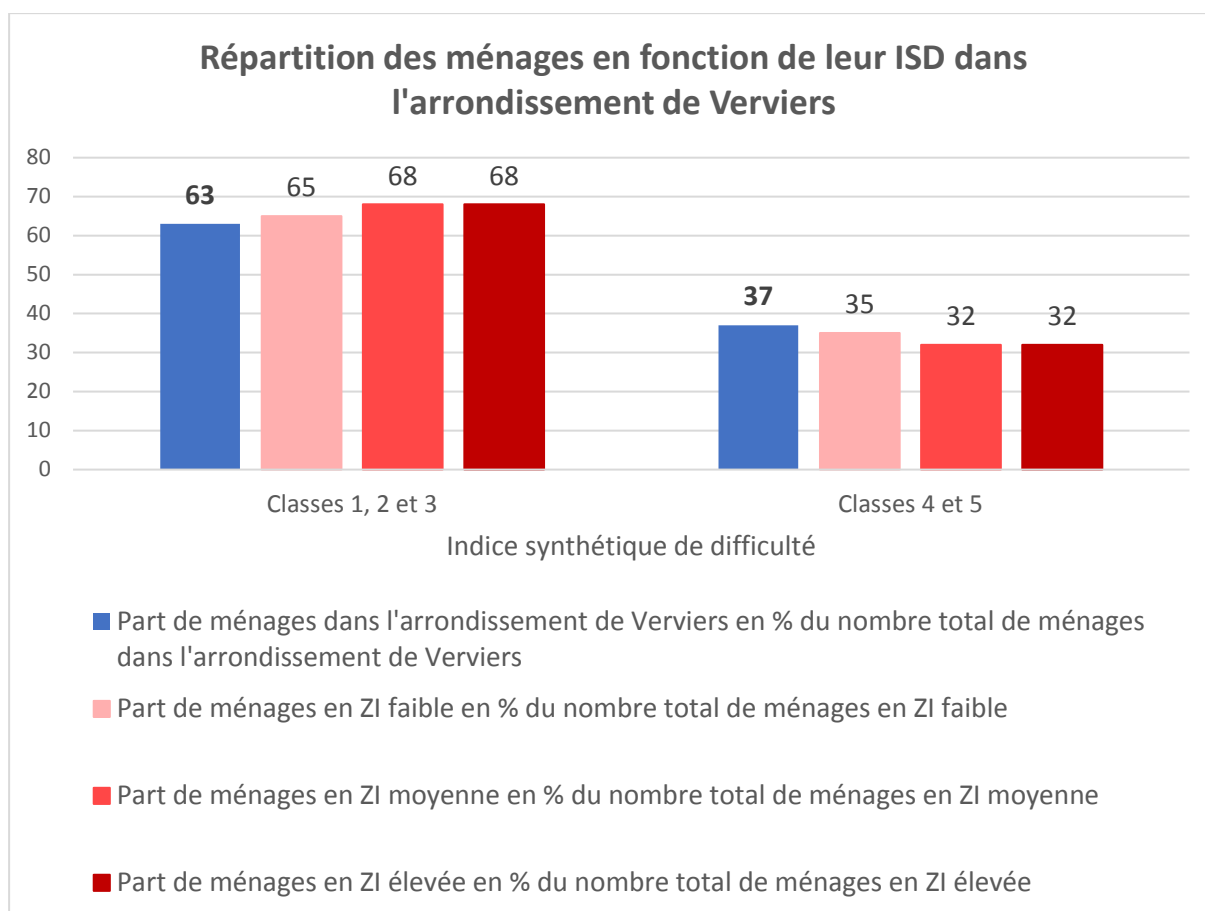
A l'inverse des résultats sur la Province de Liège, le pourcentage de ménages d'ISD 4 dans les trois ZI (19 à 22%) est légèrement supérieur au pourcentage de ménages d'ISD 4 dans l'arrondissement de Verviers (18%), les écarts allant de +1 à +4 points.

Enfin, le pourcentage de ménages d'ISD 5 dans les trois ZI (10 à 15%) est modérément inférieur au pourcentage de ménages d'ISD 5 dans l'arrondissement de Verviers (19%), les écarts allant de -4 à -9 points.

Deux tableaux récapitulatifs des résultats à l'échelle des arrondissements sont donnés en pages 69 et 70.

Les graphiques suivant montrent les résultats agrégés en deux catégories de niveau de difficulté.





On observe de nouveau sur ces deux graphiques qu'il y a une différence d'exposition entre les classes d'SID {1, 2, 3} et {4, 5}.

D'une part, les logements de la classe {1, 2, 3} sont surexposés dans les trois ZI, et l'écart avec la répartition dans l'arrondissement de Verviers augmente au fur et à mesure que le risque considéré augmente (de la ZI faible à la ZI élevée). On peut noter que l'écart est cette fois-ci modéré en ZI faible (+5 points), et qu'il est modéré en ZI moyenne (+9 points) et fort en ZI élevée (+11 points).

Les résultats sont similaires pour les ménages : les ménages de la classe {1, 2, 3} sont surexposés dans les trois ZI, et l'écart est non significatif en ZI faible (+2 points), modéré en ZI moyenne et élevée (+5 points).

Les 44 537 logements et les 45 570 ménages de l'arrondissement de Huy sont répartis de la manière suivante dans les différentes zones d'exposition et les différents indices synthétiques de précarité :

Tableau 13 : Répartition des logements de l'arrondissement de Huy en fonction de leur exposition et de leur ISD, en nombre de logements

	Précarité					Total
	1	2	3	4	5	
Province de Liège	4 914	4 792	6 473	14 650	13 707	44 537
ZI faible	109 847	66 108	51 195	46 670	39 094	312 913
ZI moyenne	110 336	66 595	51 495	47 060	39 343	314 829
ZI élevée	110 490	67 008	51 962	47 385	39 479	316 323

Tableau 14 : Répartition des ménages de l'arrondissement de Huy en fonction de leur exposition et de leur ISD, en nombre de ménages

	Précarité					Total
	1	2	3	4	5	
Province de Liège	5 444	5 061	6 537	14 513	14 014	45 570
ZI faible	120 526	73 082	52 216	47 673	40 142	333 639
ZI moyenne	120 904	73 556	52 531	48 060	40 387	335 438
ZI élevée	121 062	73 980	52 996	48 387	40 535	336 960

Le graphique suivant montre la répartition des logements en fonction de leur ISD en ZI élevée (en rouge foncé) ; en ZI moyenne (en rouge clair) ; en ZI faible (en rose) ; en comparaison avec la répartition des logements en fonction de leur ISD dans l'arrondissement de Huy (en bleu).

Les résultats à l'échelle de l'arrondissement de Huy sont similaires à ceux calculés à l'échelle de la province de Liège, à l'exception de l'ISD 1.

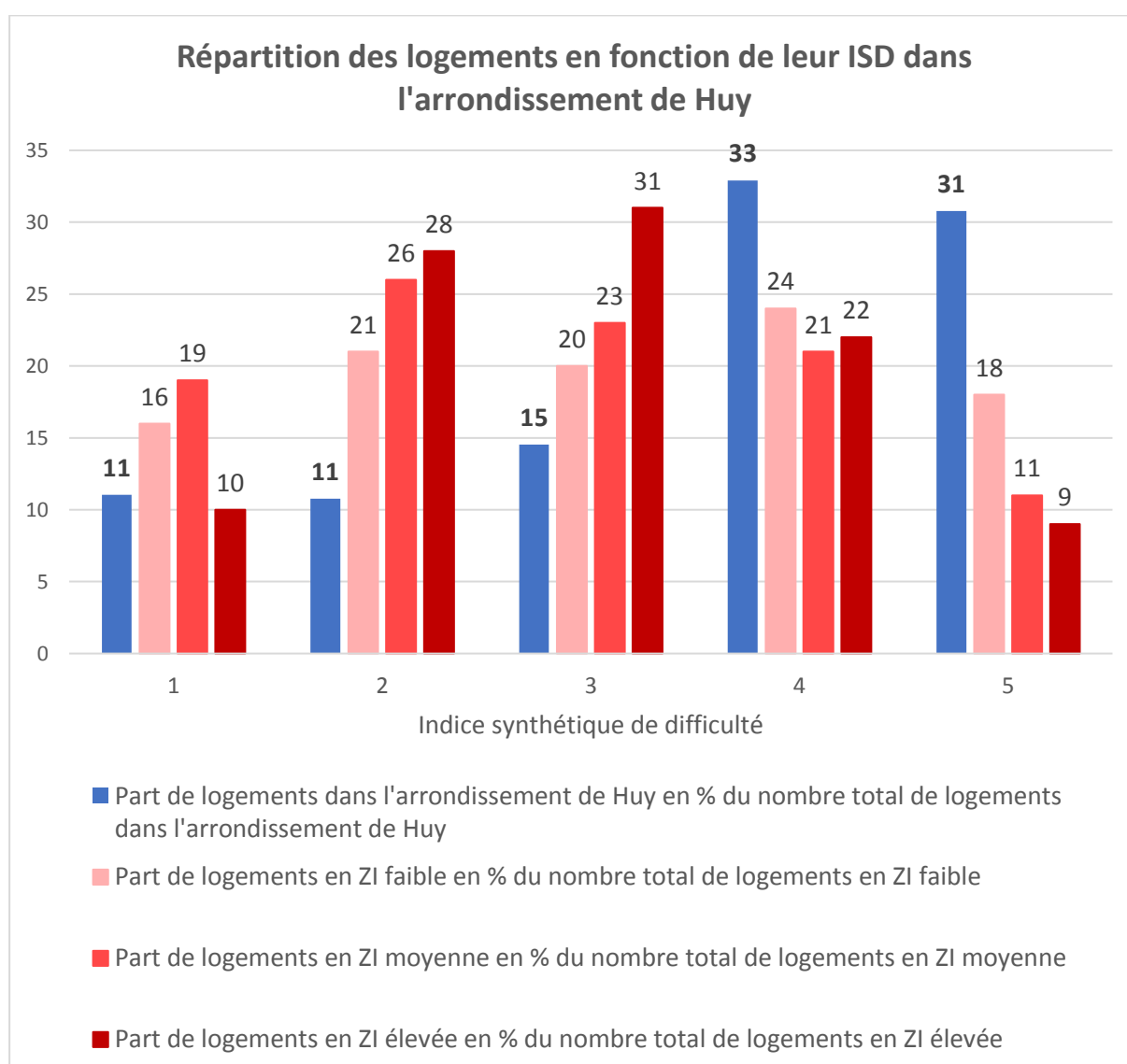
En effet, les pourcentages de logements d'ISD 1 dans les ZI faible et moyenne (10 à 19%) sont légèrement à modérément supérieurs au pourcentage de logements d'ISD 1 dans l'arrondissement de Huy (11%), et légèrement inférieur en ZI élevée, les écarts allant de +8 à -1 points.

En ce qui concerne l'ISD 2, le pourcentage de logements d'ISD 2 dans les trois ZI (21 à 28%) est modérément à fortement supérieur au pourcentage de logements d'ISD 2 dans l'arrondissement de Huy (11%), les écarts allant de +10 à +17 points. Cet écart augmente de la ZI faible (+10 points) à la ZI élevée (+17 points).

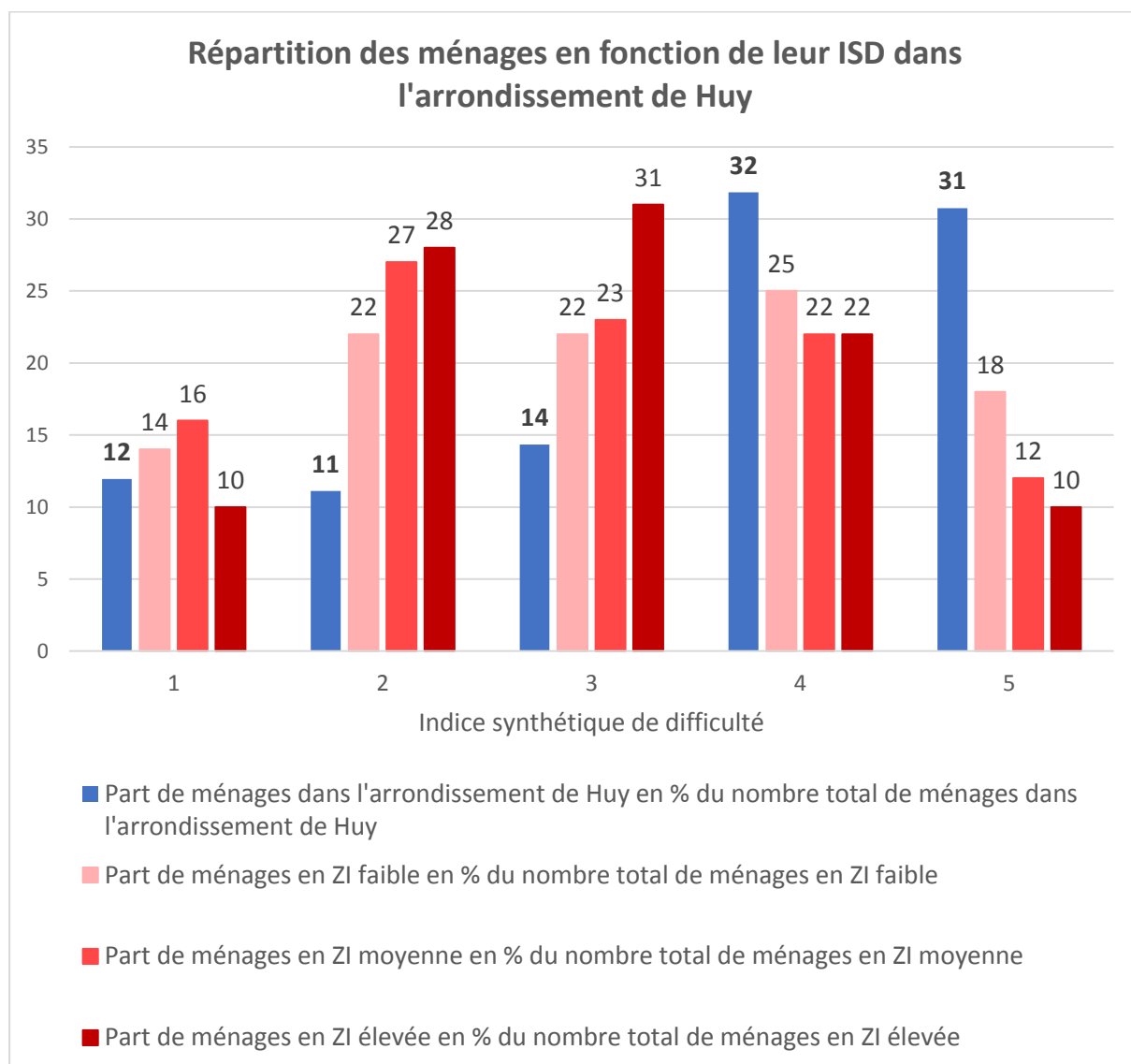
De la même manière, le pourcentage de logements d'ISD 3 dans les trois ZI (20 à 31%) est légèrement à fortement supérieur au pourcentage de logements d'ISD 3 dans l'arrondissement de Huy (15%), les écarts allant de +5 à +16 points.

A l'inverse, le pourcentage de logements d'ISD 4 dans les trois ZI (20 à 24%) est modérément à fortement inférieur au pourcentage de logements d'ISD 4 dans l'arrondissement de Huy (33%), les écarts allant de -9 à -11 points.

Enfin, les résultats pour l'ISD 5 sont à peu près similaires aux résultats de l'ISD 4. le pourcentage de logements d'ISD 5 dans les trois ZI (9 à 18%) est fortement inférieur au pourcentage de logements d'ISD 5 dans l'arrondissement de Huy (31%), les écarts allant de -13 à -22 points.



Le graphique suivant montre la répartition des ménages en fonction de leur ISD en comparaison avec la répartition des ménages en fonction de leur ISD dans l'arrondissement de Huy.



Les pourcentages de ménages d'ISD 1 dans les ZI faible et moyenne (14 à 16%) sont légèrement supérieurs au pourcentage de ménages d'ISD 1 dans l'arrondissement de Huy (12%), les écarts allant de +2 à +4 points. Le pourcentage en ZI élevée (10%) reste légèrement inférieur à celui dans l'arrondissement de Huy (12%), l'écart étant de -2 points.

En ce qui concerne l'ISD 2, le pourcentage de ménages d'ISD 2 dans les trois ZI (22 à 28%) est fortement supérieur au pourcentage de ménages d'ISD 2 dans l'arrondissement de Huy (11%), les écarts allant de +11 à +17 points, de manière croissante de la ZI faible à la ZI élevée.

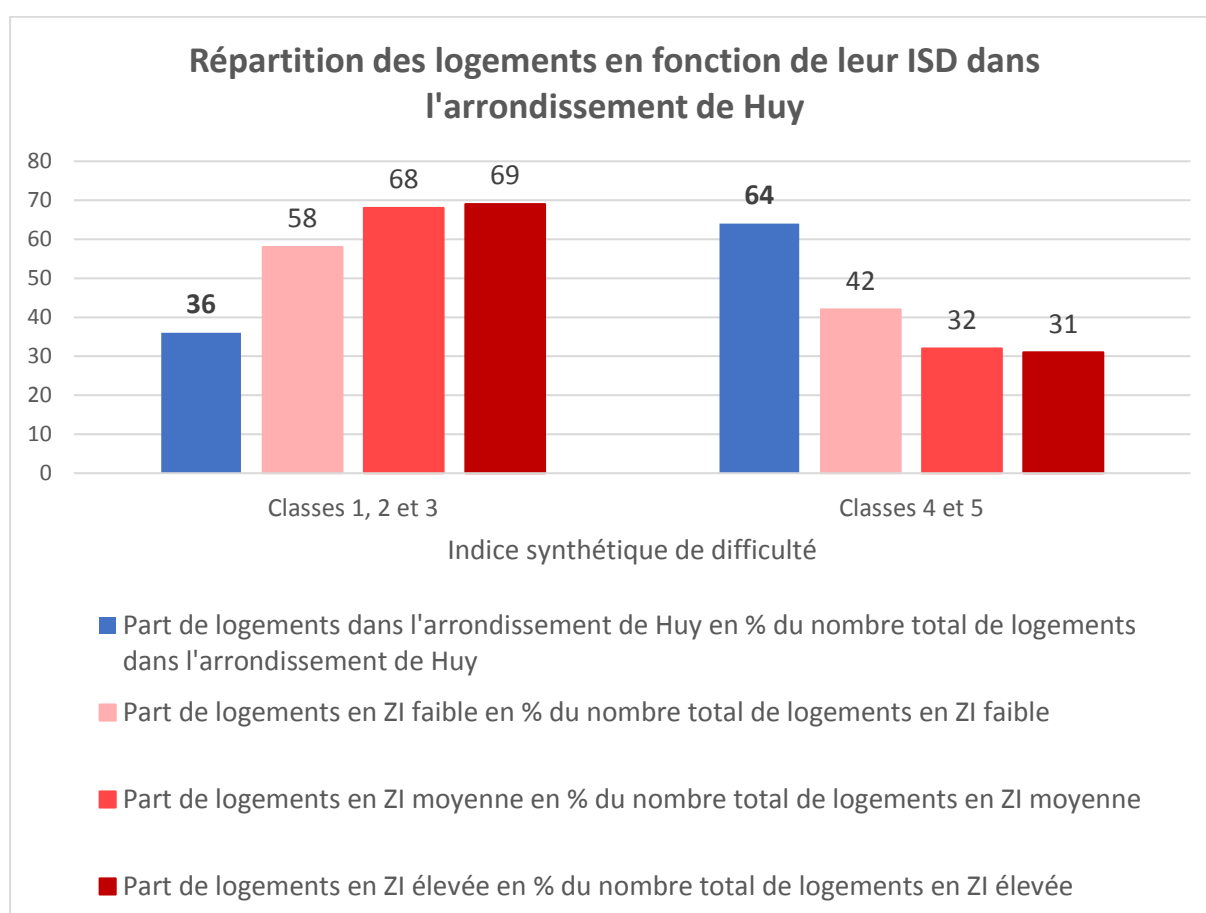
De la même manière, le pourcentage de ménages d'ISD 3 dans les trois ZI (22 à 31%) est modérément à fortement supérieur au pourcentage de ménages d'ISD 3 dans l'arrondissement de Huy (14%), les écarts allant de +8 à +17 points.

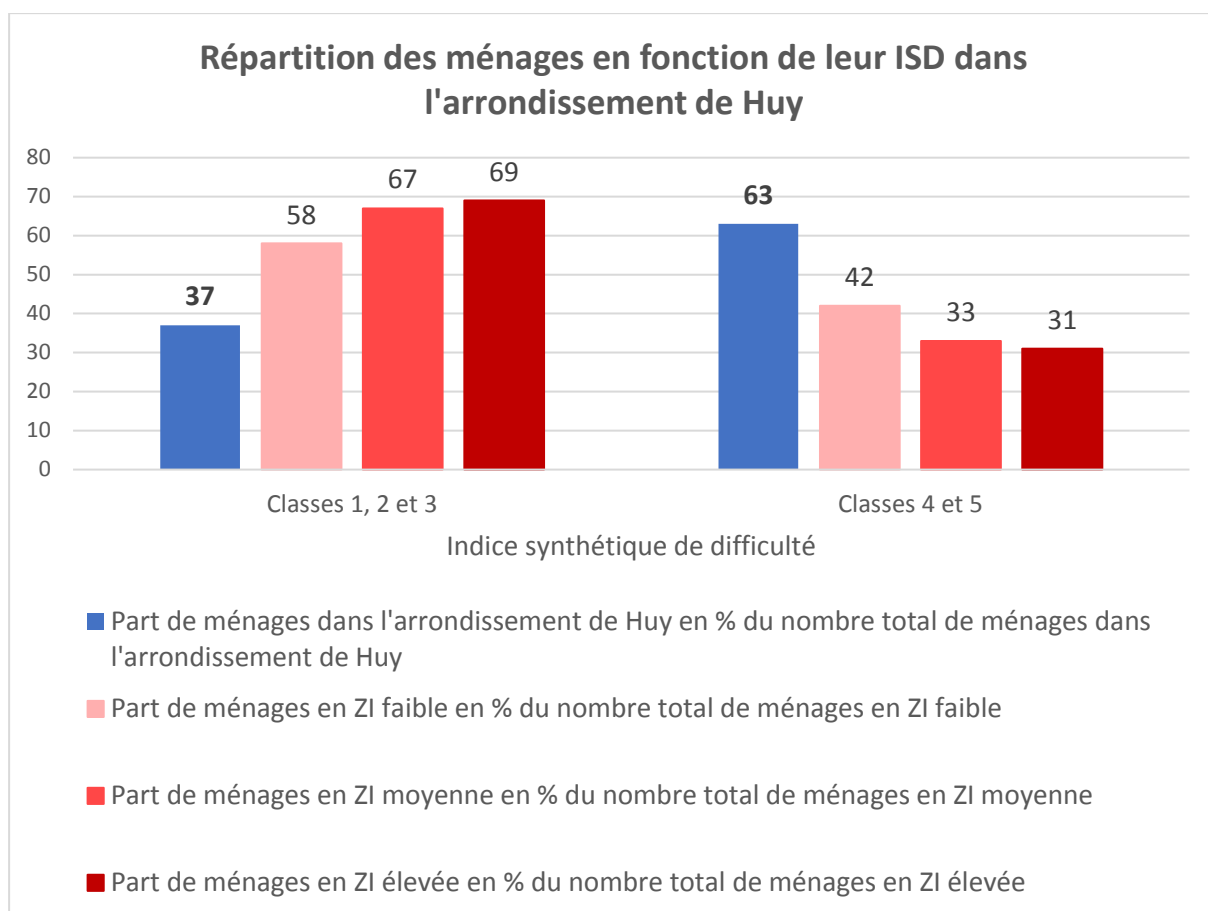
A l'inverse, le pourcentage de ménages d'ISD 4 dans les trois ZI (22 à 25%) est modérément inférieur au pourcentage de ménages d'ISD 4 dans l'arrondissement de Huy (32%), les écarts allant de -7 à -10 points.

Enfin, les résultats pour l'ISD 5 sont à peu près similaires aux résultats de l'ISD 4. le pourcentage de ménages d'ISD 5 dans les trois ZI (10 à 18%) est fortement inférieur au pourcentage de ménages d'ISD 5 dans l'arrondissement de Huy (31%), les écarts allant de -13 à -21 points.

Deux tableaux récapitulatifs des résultats à l'échelle des arrondissements sont donnés en pages 69 et 70.

Les graphiques suivant montrent les résultats agrégés en deux catégories de niveau de difficulté.





On observe de nouveau sur ces deux graphiques qu'il y a une différence d'exposition entre les classes d'SID {1, 2, 3} et {4, 5}, mais elle est plus forte que dans les arrondissements de Liège et Verviers.

Les logements de la classe {1, 2, 3} sont surexposés dans les trois ZI, et l'écart avec la répartition dans l'arrondissement de Huy augmente au fur et à mesure que le risque considéré augmente (de la ZI faible à la ZI élevée). On peut noter que l'écart est cette fois-ci très fort dans les trois ZI (+22, +32 et +33 points). Les résultats sont très similaires pour les ménages.

Les 29 696 logements et les 31 393 ménages de l'arrondissement de Waremme sont répartis de la manière suivante dans les différentes zones d'exposition et les différents indices synthétiques de précarité :

Tableau 15 : Répartition des logements de l'arrondissement de Waremme en fonction de leur exposition et de leur ISD, en nombre de logements

	Précarité					Total
	1	2	3	4	5	
Province de Liège	104	2 128	3 766	9 192	14 506	29 696
ZI faible	156 619	109 835	114 998	110 373	108 997	600 822
ZI moyenne	156 619	109 837	115 072	110 665	109 529	601 721
ZI élevée	156 619	109 845	115 117	110 879	109 781	602 241

Tableau 16 : Répartition des ménages de l'arrondissement de Waremme en fonction de leur exposition et de leur ISD, en nombre de ménages

	Précarité					Total
	1	2	3	4	5	
Province de Liège	96	2 013	4 212	9 942	15 130	31 393
ZI faible	175 294	122 387	124 011	116 194	115 062	652 948
ZI moyenne	175 294	122 388	124 084	116 488	115 620	653 875
ZI élevée	175 294	122 395	124 147	116 705	115 870	654 412

Le graphique suivant montre la répartition des logements en fonction de leur ISD en ZI élevée (en rouge foncé) ; en ZI moyenne (en rouge clair) ; en ZI faible (en rose) ; en comparaison avec la répartition des logements en fonction de leur ISD dans l'arrondissement de Waremme (en bleu).

Pour finir, les résultats à l'échelle de l'arrondissement de Waremme sont inversés par rapport aux résultats à l'échelle de la province de Liège.

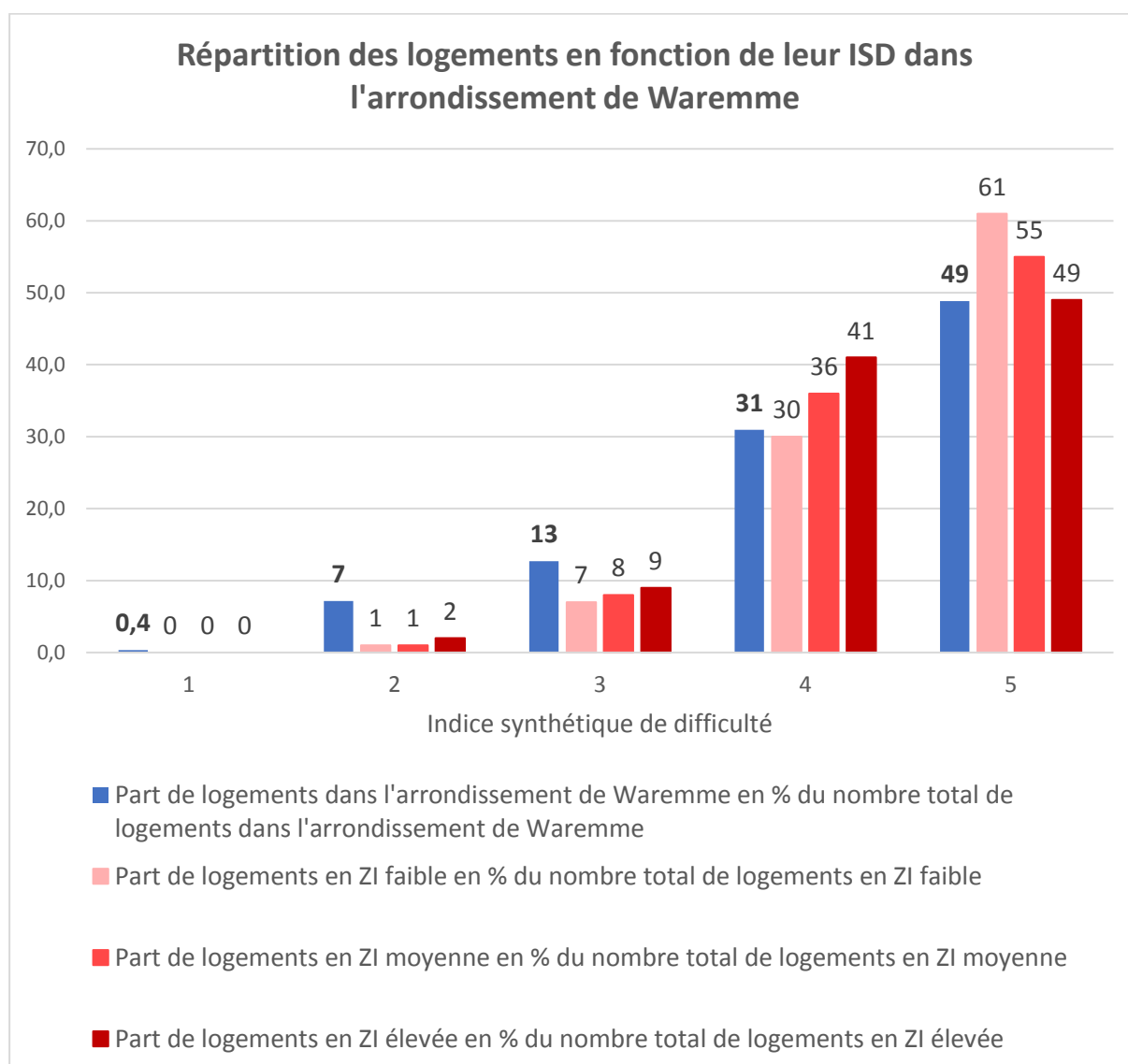
En effet, le pourcentage de logements d'ISD 2 dans les trois ZI (1 à 2%) est légèrement à modérément inférieur au pourcentage de logements d'ISD 2 dans l'arrondissement de Waremme (7%), les écarts allant de -5 à -6 points.

De la même manière, le pourcentage de logements d'ISD 3 dans les trois ZI (7 à 9%) est légèrement à modérément inférieur au pourcentage de logements d'ISD 3 dans l'arrondissement de Waremme (13%), les écarts allant de -4 à -6 points.

A l'inverse, le pourcentage de logements d'ISD 4 dans les ZI moyenne et élevée (36 à 41%) est légèrement à modérément supérieur au pourcentage de logements d'ISD 4 dans l'arrondissement de Waremme (31%), tandis que le pourcentage dans la ZI faible (30%) est légèrement inférieur, les écarts allant de -1 à +10 points.

De la même manière, le pourcentage de logements d'ISD 5 dans les trois ZI (49% à 61%) est légèrement à fortement supérieur ou égal au pourcentage de logements d'ISD 5 dans l'arrondissement de Waremm (49%), les écarts allant de +0 à +12 points.

Enfin, en ce qui concerne l'ISD 1, il n'y a pas assez de logements en ISD 1 dans l'arrondissement de Waremm pour tirer des conclusions.



Le graphique suivant montre la répartition des ménages en fonction de leur ISD en comparaison avec la répartition des ménages en fonction de leur ISD dans l'arrondissement de Waremm.

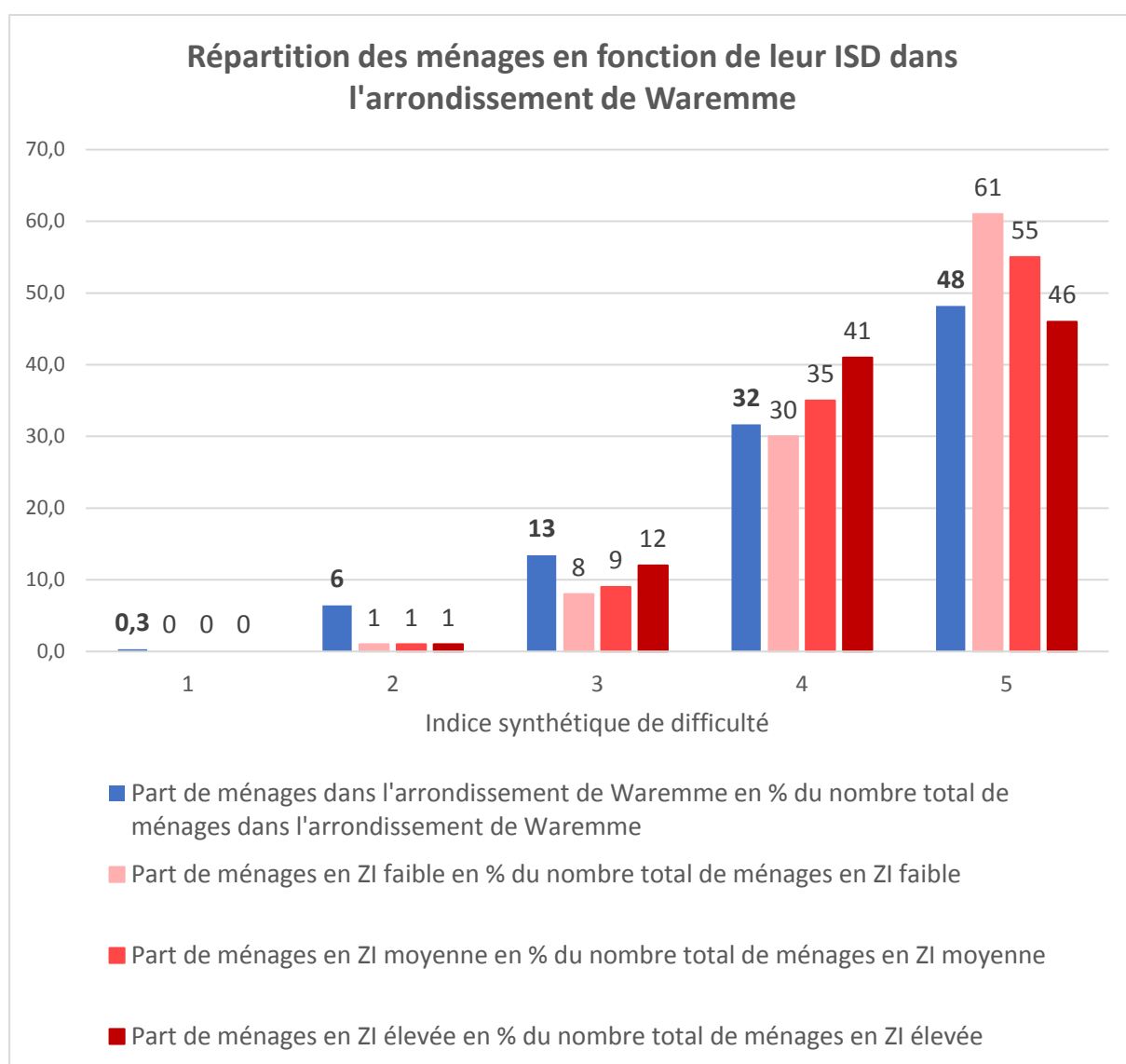
En ce qui concerne l'ISD 1, il n'y a pas assez de ménages en ISD 1 dans l'arrondissement de Waremm pour tirer des conclusions.

Le pourcentage de ménages d'ISD 2 dans les trois ZI (1%) est légèrement inférieur au pourcentage de ménages d'ISD 2 dans l'arrondissement de Waremm (6%), les écarts étant de -5 points.

De la même manière, le pourcentage de ménages d'ISD 3 dans les trois ZI (8 à 12%) est légèrement inférieur au pourcentage de ménages d'ISD 3 dans l'arrondissement de Waremme (13%), les écarts allant de -1 à -5 points.

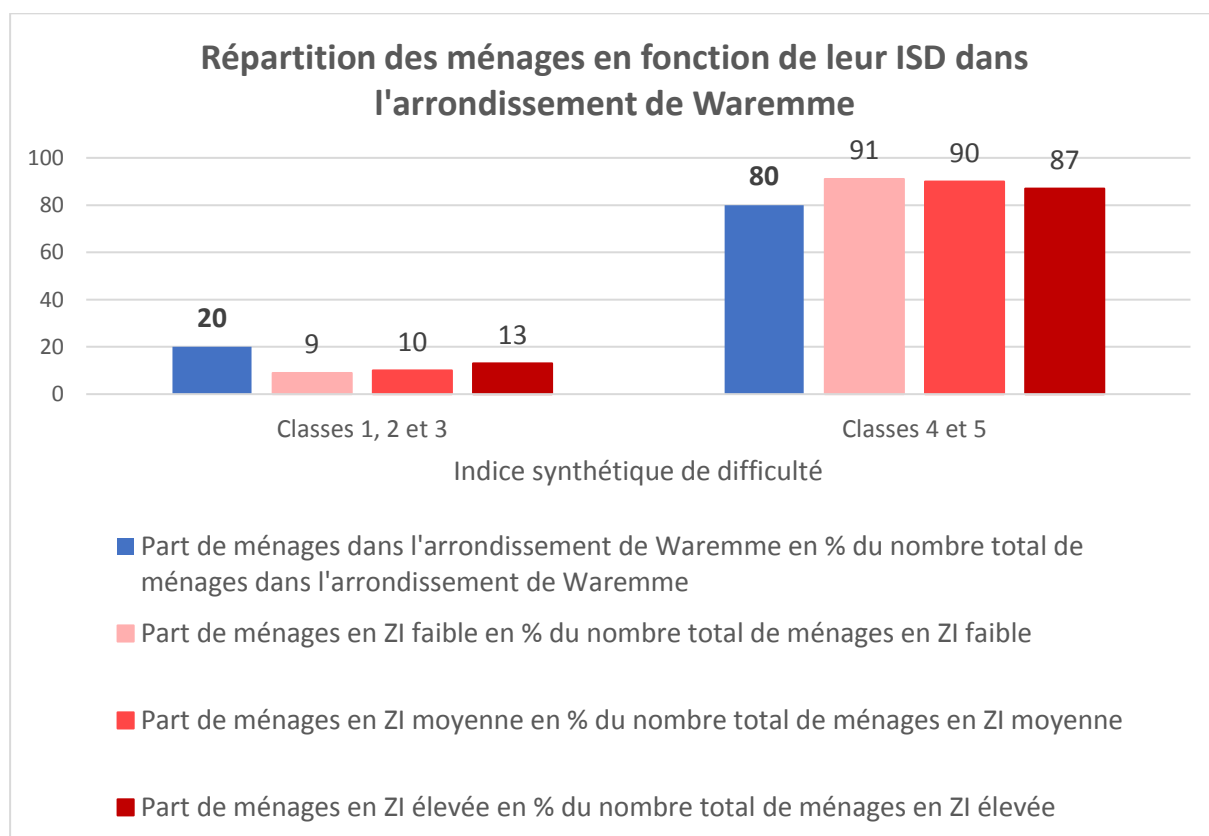
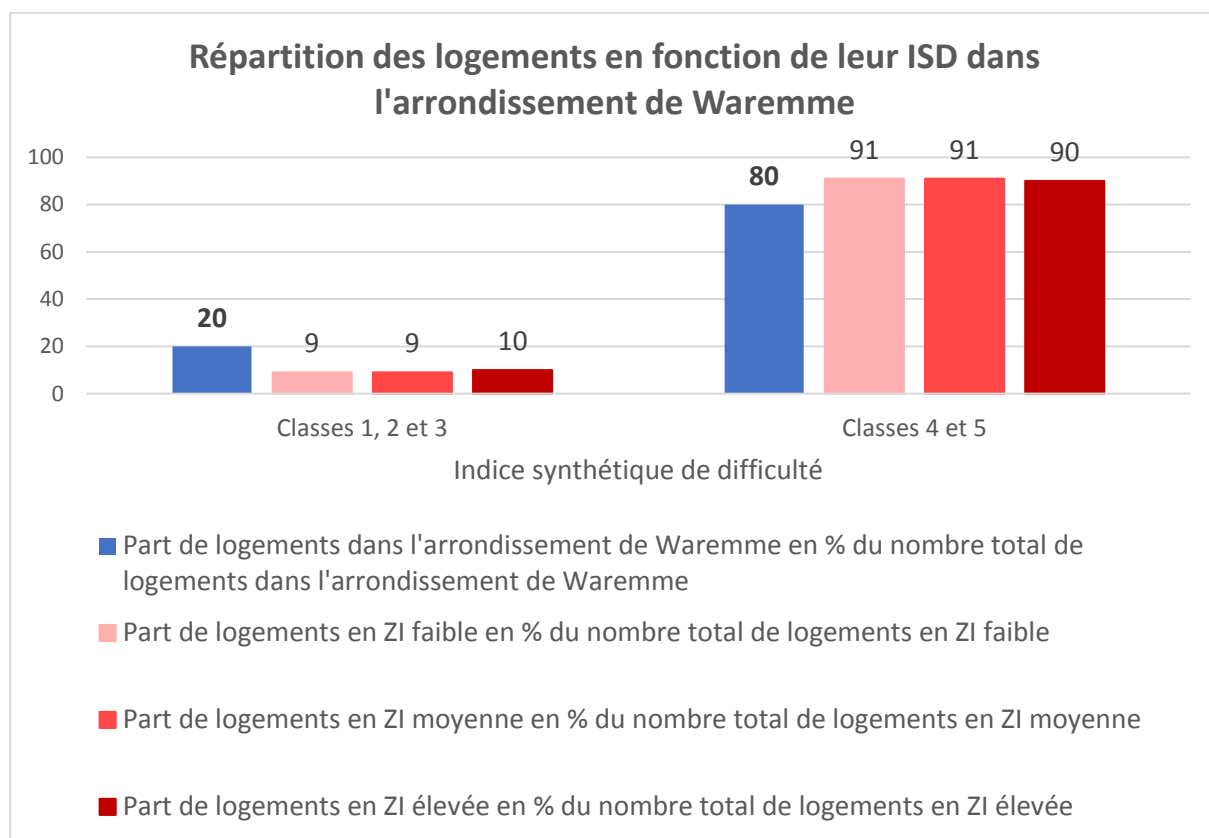
A l'inverse, le pourcentage de ménages d'ISD 4 dans les ZI moyenne et élevée (35 à 41%) est légèrement à modérément supérieur au pourcentage de ménages d'ISD 4 dans l'arrondissement de Waremme (32%), tandis que le pourcentage dans la ZI faible (30%) est légèrement inférieur, les écarts allant de -2 à +9 points.

De la même manière, le pourcentage de ménages d'ISD 5 dans les ZI moyenne et faible (55% et 61%) est modérément supérieur au pourcentage de ménages d'ISD 5 dans l'arrondissement de Waremme (48%), tandis que le pourcentage dans la ZI élevée (46%) est légèrement inférieur, les écarts allant de -2 à +13 points.



Deux tableaux récapitulatifs des résultats à l'échelle des arrondissements sont donnés en pages 69 et 70.

Les graphiques suivants montrent les résultats agrégés en deux catégories de niveau de difficulté.



On observe ces deux graphiques qu'il y a une différence d'exposition entre les classes d'ISD {1, 2, 3} et {4, 5}, mais que celle-ci est inversée par rapport aux autres arrondissements, ainsi qu'aux résultats du calcul à l'échelle de la province de Liège.

En effet, les logements de la classe {4, 5} sont surexposés dans les trois ZI, et l'écart avec la répartition dans l'arrondissement de Waremme diminue au fur et à mesure que le risque considéré augmente (de la ZI faible à la ZI élevée). L'écart est fort en ZI faible et moyenne (+11 et +10 points), et modéré en ZI élevée (+7 points). Les résultats sont similaires pour les ménages.

Les deux tableaux ci-dessous résument les résultats des deux calculs à l'échelle des arrondissements. Pour chacune des trois ZI étudiées k (où $k=\{\text{faible, moyenne, élevée}\}$), les ISD sont classés de la manière suivante :

- En sous-exposition : si la part de logements/ménages d'ISD i (i allant de 1 à 5) situés dans la ZI k en pourcentage du nombre total de logements/ménages en ZI k est inférieure à la part des logements/ménages d'ISD i dans l'ensemble de l'arrondissement n ($n=\{\text{Liège, Verviers, Huy, Waremme}\}$), alors l'ISD est en sous-exposition dans la ZI k , dans l'arrondissement n ;
- En sur-exposition : à l'inverse, si la part de logements/ménages d'ISD i (i allant de 1 à 5) situés dans la ZI k en pourcentage du nombre total de logements/ménages en ZI k est supérieure à la part des logements/ménages d'ISD i dans l'ensemble de l'arrondissement n , alors l'ISD est en sous-exposition dans la ZI k , dans l'arrondissement n .

D'autre part, les écarts entre les répartitions en ZI et les répartitions dans les arrondissements allant de -22 à +17 points, ceux-ci sont catégorisés en trois degrés d'intensité :

- Ecart léger : de -5 à +5 points. Les écarts légers sont représentés dans des cellules vert clair lorsque l'ISD considéré est en sous-exposition, et en rose lorsque l'ISD est en surexposition ;
- Ecart modéré : de -10 à -5 points et de +5 à +10 points. Les écarts modérés sont représentés dans des cellules vert lorsque l'ISD considéré est en sous-exposition, et en rouge clair lorsque l'ISD est en surexposition ;
- Ecart fort : inférieur à -10 points et supérieur à +10 points. Les écarts forts sont représentés dans des cellules vert foncé lorsque l'ISD considéré est en sous-exposition, et en rouge foncé lorsque l'ISD est en surexposition.

Tableau récapitulatif du calcul avec les logements

ISD	Arrondissement de Liège		Arrondissement de Verviers		Arrondissement de Huy		Arrondissement de Waremme	
	Sous-exposition	Sur-exposition	Sous-exposition	Sur-exposition	Sous-exposition	Sur-exposition	Sous-exposition	Sur-exposition
1	ZI faible (-14) ZI moyenne (-10) ZI élevée (-12)	ZI faible (-3) ZI moyenne (-5) ZI élevée (-3)		ZI faible (+3)	ZI élevée (-1)	ZI faible (+5) ZI moyenne (+8)		
2		ZI faible (+2) ZI moyenne (+4) ZI élevée (+5)	ZI faible (+3) ZI moyenne (+9) ZI élevée (+9)			ZI faible (+10) ZI moyenne (+15) ZI élevée (+17)	ZI faible (-6) ZI moyenne (-6) ZI élevée (-5)	
3		ZI faible (+13) ZI moyenne (+11) ZI élevée (+14)	ZI faible (+4) ZI moyenne (+5) ZI élevée (+5)			ZI faible (+5) ZI moyenne (+8) ZI élevée (+16)	ZI faible (-4) ZI moyenne (-5) ZI élevée (-4)	
4	ZI moyenne (-2) ZI élevée (-3)	ZI faible (+2)	ZI faible (0) ZI moyenne (-2) ZI élevée (0)		ZI faible (-9) ZI moyenne (-12) ZI élevée (-11)		ZI faible (-1) ZI moyenne (+5) ZI élevée (+10)	
5	ZI faible (-2) ZI moyenne (-3) ZI élevée (-4)		ZI faible (-5) ZI moyenne (-7) ZI élevée (-10)		ZI faible (-13) ZI moyenne (-20) ZI élevée (-22)		ZI faible (0) ZI moyenne (+6) ZI élevée (+12)	

Tableau récapitulatif du calcul avec les ménages

ISD	Arrondissement de Liège		Arrondissement de Verviers			Arrondissement de Huy		Arrondissement de Waremme	
	Sous-exposition	Sur-exposition	Sous-exposition	Sur-exposition	Sous-exposition	Sous-exposition	Sur-exposition	Sous-exposition	Sur-exposition
1	ZI faible (-16) ZI moyenne (-12) ZI élevée (-13)		ZI faible (-3)		ZI élevée (-2)	ZI élevée (-2)	ZI faible (+2) ZI moyenne (+4)		
			ZI moyenne (-6)						
2				ZI faible (+1)			ZI faible (+11) ZI moyenne (+16) ZI élevée (+17)	ZI faible (-5) ZI moyenne (-5) ZI élevée (-5)	
				ZI moyenne (+5)					
				ZI élevée (+6)					
3				ZI faible (+12) ZI moyenne (+10) ZI élevée (+12)			ZI faible (+8) ZI moyenne (+9) ZI élevée (+17)	ZI faible (-5) ZI moyenne (-4) ZI élevée (-1)	
4	ZI moyenne (-2) ZI élevée (-3)	ZI faible (+2)		ZI faible (+2) ZI moyenne (+1) ZI élevée (+4)		ZI faible (-7) ZI moyenne (-10) ZI élevée (-10)		ZI faible (-2)	ZI moyenne (+3)
									ZI élevée (+9)
5	ZI faible (-1) ZI moyenne (-2) ZI élevée (-3)		ZI faible (-4)		ZI faible (-13) ZI moyenne (-19) ZI élevée (-21)	ZI faible (-13) ZI moyenne (-19) ZI élevée (-21)		ZI élevée (-2)	ZI faible (+13)
			ZI moyenne (-6) ZI élevée (-9)						ZI moyenne (+7)

Ces tableaux montrent d'une part qu'il n'y a pas de différences significatives entre les résultats des deux calculs.

D'autre part, si l'on compare les résultats entre les différentes ZI considérées (ZI faible, ZI moyenne et ZI élevée), dans le calcul avec les logements, on observe que :

- Si l'on ne prend pas en compte les zones d'aléa faible (passage du calcul en ZI faible au calcul en ZI moyenne) : les résultats ne changent pas significativement en ISD 1 et 3 dans les 4 arrondissements, mais ils changent significativement en ISD 2 dans Verviers, en ISD 4 dans Liège, Huy et Waremmes, et en ISD 5 dans Waremmes, soit **dans 25% des cas**. Dans 60% des cas où il y a une différence d'écart significative, l'écart augmente quand on passe du calcul en ZI faible au calcul en ZI moyenne (dans 3 cas sur 5).
- Ensuite, si l'on ne prend plus en compte les zones d'aléa moyen (passage du calcul en ZI moyenne au calcul en ZI élevée) : les résultats ne changent pas significativement en ISD 1, 2, et 4, dans les 4 arrondissements, mais ils changent significativement en ISD 3 dans l'arrondissement de Huy, et en ISD 5 dans Waremmes, soit **dans 10% des cas**. Dans le cas de Huy, l'écart augmente quand on passe du calcul en ZI moyenne au calcul en ZI élevée, et dans le cas de Waremmes, l'écart diminue.

Enfin, si l'on compare de la même manière les résultats entre les différentes ZI considérées dans le calcul avec les ménages, on observe que :

- Si l'on ne prend pas en compte les zones d'aléa faible (passage du calcul en ZI faible au calcul en ZI moyenne) : les résultats ne changent pas significativement en ISD 3 dans les 4 arrondissements, mais ils changent significativement en ISD 1 dans l'arrondissement de Verviers (+3), en ISD 2 dans les arrondissements de Liège (+4) et Verviers (+5), en ISD 4 dans les arrondissements de Liège (-4), et Waremmes (+5), et en ISD 5 dans les arrondissements de Verviers (-2) et Waremmes (-6), soit **dans 35% des cas**. Dans 57% des cas où il y a une différence d'écart significative, l'écart augmente quand on passe du calcul en ZI faible au calcul en ZI moyenne (dans 4 cas sur 7).
- Ensuite, si l'on ne prend plus en compte les zones d'aléa moyen (passage du calcul en ZI moyenne au calcul en ZI élevée) : les résultats changent significativement en ISD 1 dans les arrondissements de Verviers (+4) et de Huy (-6), en ISD 2 dans l'arrondissement de Verviers (-3), en ISD 3 dans l'arrondissement de Huy (+8), en ISD 4 dans l'arrondissement de Waremmes (+6) et en ISD 5 dans l'arrondissement de Waremmes (-9), soit **dans 30% des cas**. Dans 50% des cas où il y a une différence d'écart significative, l'écart augmente quand on passe du calcul en ZI moyenne au calcul en ZI élevée (dans 3 cas sur 6).

2.2.4. Exposition de la population au risque à l'échelle des communes

Cette section détaille les résultats à l'échelle des 84 communes de la province de Liège. Les calculs ont été effectués en se basant sur le nombre moyen de logements par bâtiment résidentiel, puis par nombre moyen de ménage par bâtiment résidentiel, dans les trois zones inondables faible, moyenne et élevée. Dans chaque cas, les communes ont été réparties d'une part selon l'exposition des populations en fonction de leurs caractéristiques socio-économiques, et d'autre part selon le degré d'exposition de la commune aux inondations (en pourcentage de logements/ménages touchés par rapport au nombre total de logements/ménages dans la commune). Les résultats sont d'abord présentés sous forme du tableau suivant, puis sous forme de carte :

	Secteurs les plus précaires en surexposition	Secteurs les plus aisés en surexposition	Pas de différence significative d'exposition
Exposition forte	$C_{1,1}$	$C_{1,2}$	$C_{1,3}$
Exposition moyenne	$C_{2,1}$	$C_{2,2}$	$C_{2,3}$
Exposition faible	$C_{3,1}$	$C_{3,2}$	$C_{3,3}$

Calcul par nombre moyen de logements par bâtiment résidentiel

Les trois tableaux suivants montrent les répartitions des communes tout d'abord en ZI faible, puis en ZI moyenne et enfin en ZI élevée.

ZI faible	Logements les plus précaires en surexposition	Logements les plus aisés en surexposition	Pas de différence significative d'exposition
Exposition forte (> 11,8% des logements)	15	2	6
Exposition moyenne (entre 5,7 et 11,8% des lgts)	14	7	5
Exposition faible (<5,7% des logements)	15	10	10
Total	44	19	21

Tableau 17 : répartition des communes en ZI faible

ZI moyenne	Logements les plus précaires en surexposition	Logements les plus aisés en surexposition	Pas de différence significative d'exposition
Exposition forte (> 6,5% des logements)	14	4	2
Exposition moyenne (entre 2,7 et 6,5% des lgts)	15	6	9
Exposition faible (<2,7% des logements)	14	10	10
Total	43	20	21

Tableau 18 : répartition des communes en ZI moyenne

ZI élevée	Logements les plus précaires en surexposition	Logements les plus aisés en surexposition	Pas de différence significative d'exposition
Exposition forte (> 3,3% des logements)	14	3	3
Exposition moyenne (entre 1,1 et 3,3% des lgts)	15	10	5
Exposition faible (<1,1% des logements)	18	13	3
Total	47	26	11

Tableau 19 : répartition des communes en ZI élevée

On observe sur ces tableaux que dans les trois ZI, dans **plus de la moitié** des 84 communes (de **51%** en ZI moyenne à **56%** en ZI élevée), les logements les plus précaires sont plus exposés au risque d'inondation que les logements plus aisés. De la même manière, dans les trois ZI étudiées, les logements les plus aisés sont plus exposés au risque que les logements les plus précaires dans **23 à 31%** des communes. Enfin, **25%** des communes ne présentent pas de différence significative d'exposition en ZI faible, contre **13%** en ZI moyenne et élevée.

De plus, les communes dans lesquelles les logements les plus précaires sont plus exposés et qui ont un fort pourcentage d'exposition (Exposition forte) représentent entre **17%** (en ZI élevée et moyenne) et **18%** (en ZI faible) du total des communes, tandis que les communes dans lesquelles les logements les plus aisés sont plus exposés et qui ont un fort pourcentage d'exposition (Exposition forte) représentent entre **2%** (en ZI faible) et **5%** (en ZI moyenne) du total des communes, et les communes dans lesquelles il n'y a pas de différence significative d'exposition entre les différentes catégories socio-économiques et qui ont un fort pourcentage d'exposition (Exposition forte) représentent entre **2%** (en ZI moyenne) et **7%** (en ZI faible) du total des communes.

La classification des communes est représentée sur les trois cartes suivantes. On s'aperçoit que, à l'instar des résultats aux échelles précédentes, les conclusions pour une même commune peuvent changer selon la ZI considérée. Néanmoins, sur les trois cartes on observe que les majorités des communes dans lesquelles les logements les plus précaires sont en surexposition au risque sont situées dans la moitié sud de la province de Liège, dans l'arrondissement de Huy, le sud de l'arrondissement de Liège, et le sud et le nord-est de l'arrondissement de Verviers. L'arrondissement de Waremme lui contient une majorité de communes où les logements les plus aisés sur en surexposition et de communes où il n'y a pas de différences significatives d'exposition entre les différentes classes socio-économiques.

Ces résultats confirment les calculs à l'échelle des arrondissements, puisque ceux-ci avaient démontré que l'arrondissement de Huy présente de forts écarts d'exposition entre les logements d'ISD 1, 2 et 3, qui sont plus exposés, et les logements d'ISD 4 et 5, tandis que l'arrondissement de Waremme présente des écarts modérés d'exposition entre les logements d'ISD 4 et 5, qui sont plus exposés, et les logements d'ISD 2 et 3.

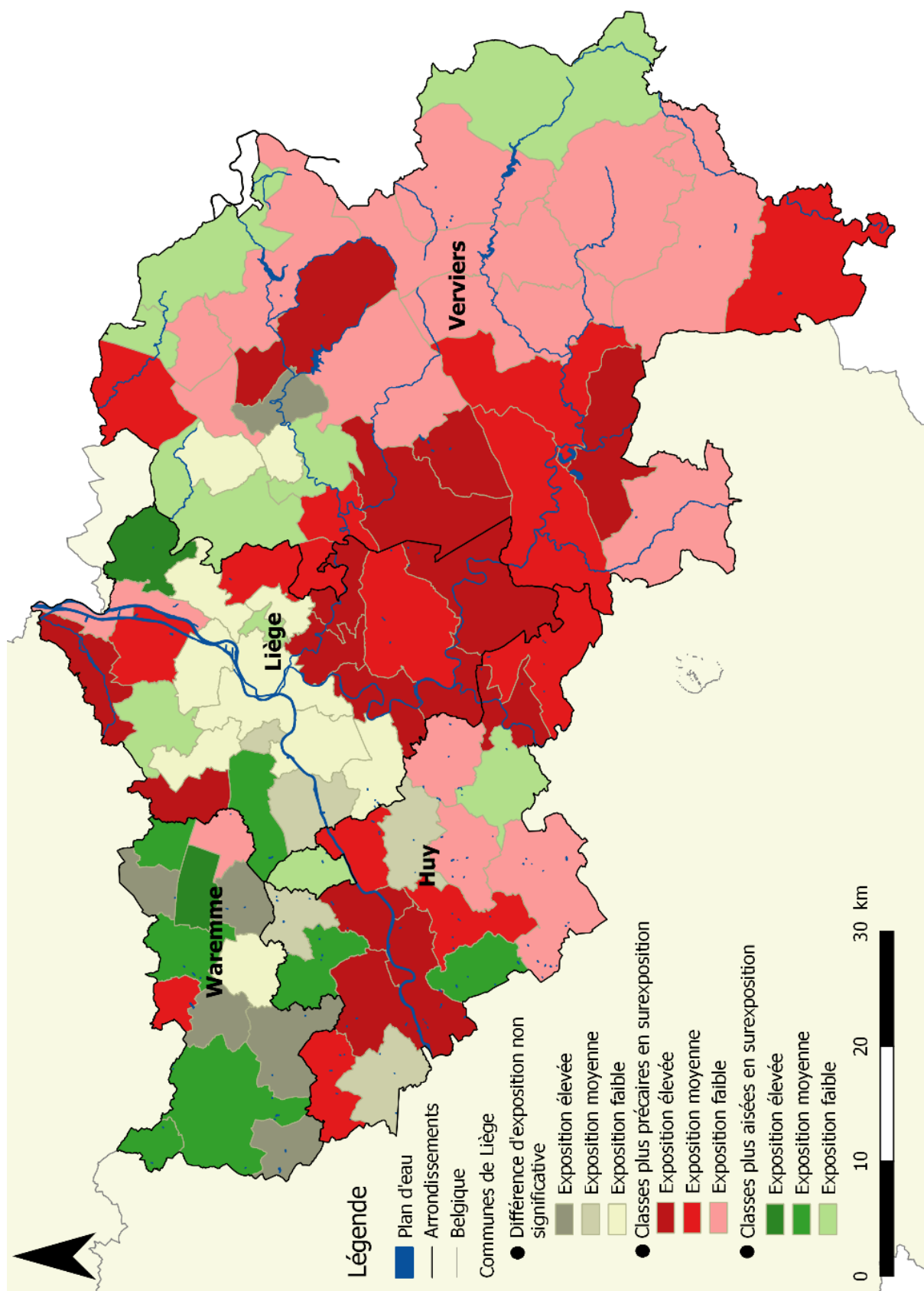


Figure 16 : résultats du calcul à l'échelle des communes par nombre moyen de logements en ZI faible

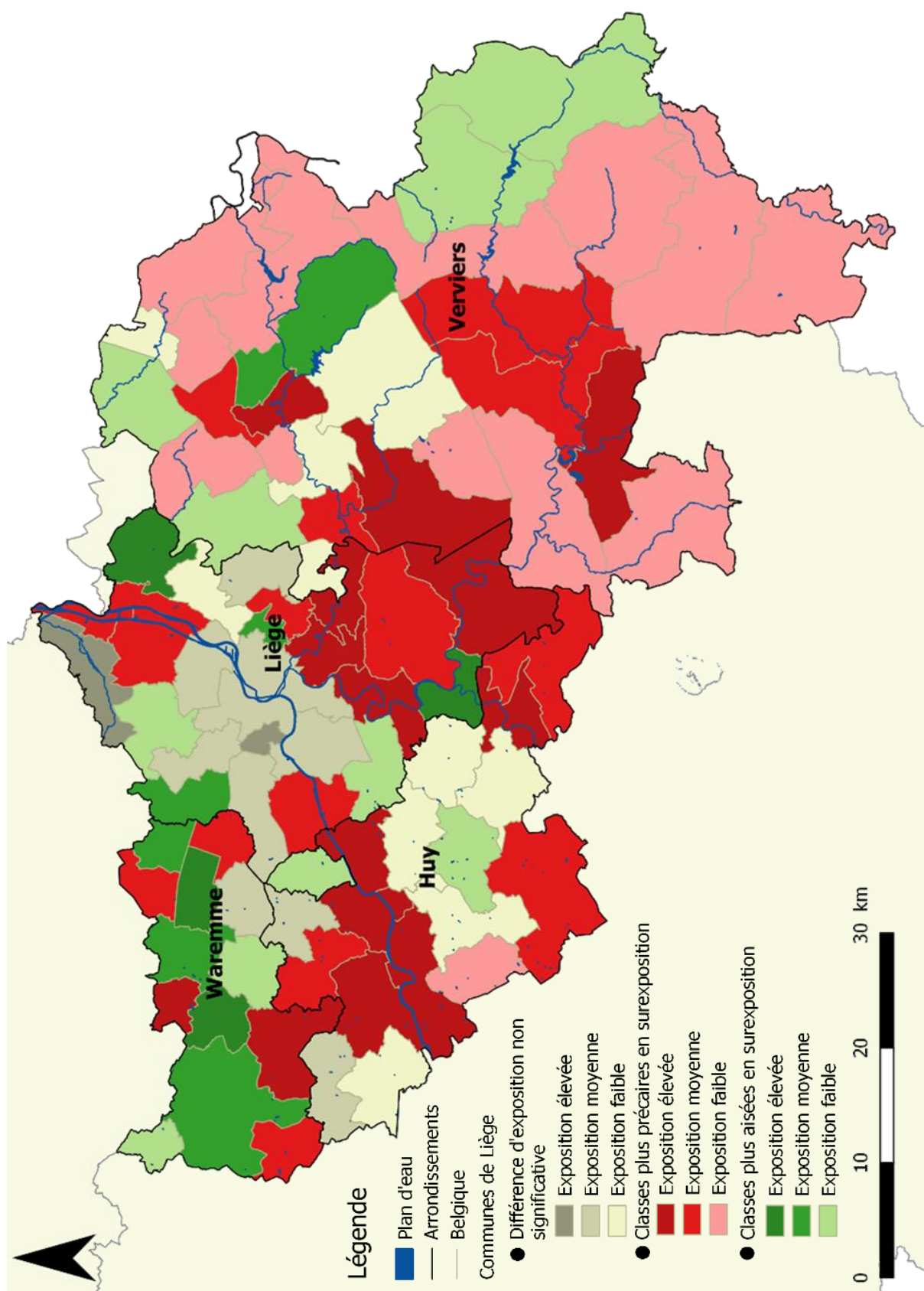


Figure 17 : résultats du calcul à l'échelle des communes par nombre moyen de logements en ZI moyenne

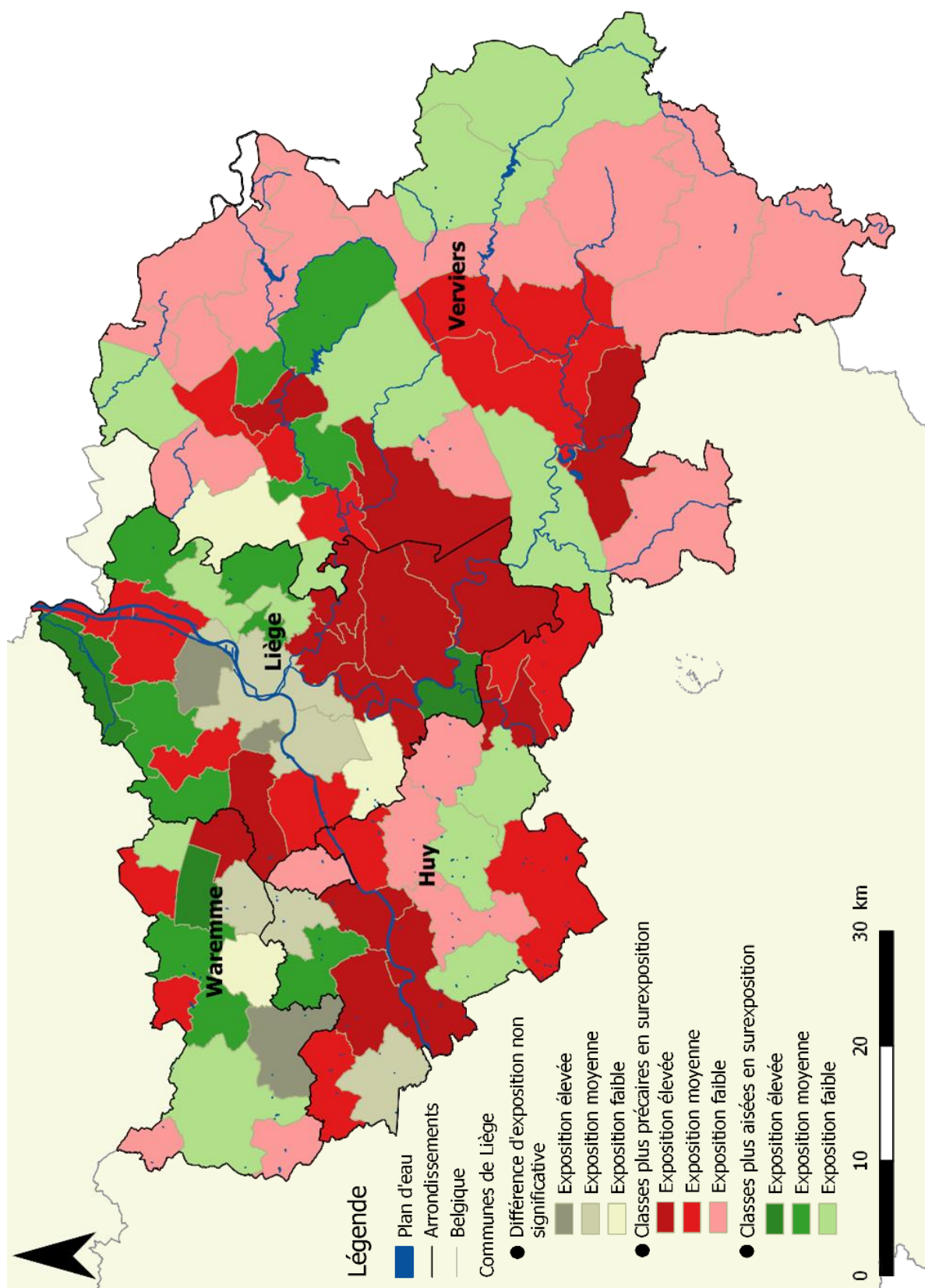


Figure 18 : résultats du calcul à l'échelle des communes par nombre moyen de logements en ZI élevée

Calcul par nombre moyen de ménages par bâtiment résidentiel

Les trois tableaux suivants montrent les répartitions des communes tout d'abord en ZI faible, puis en ZI moyenne et enfin en ZI élevée.

ZI faible	Secteurs les plus précaires en surexposition	Secteurs les plus aisés en surexposition	Pas de différence significative d'exposition
Exposition forte (> 11,6% des ménages)	16	2	5
Exposition moyenne (entre 5,6 et 11,6% des ménages)	9	8	6
Exposition faible (<5,6% des ménages)	17	8	13
Total	42	18	24

Tableau 20 : répartition des communes en ZI faible

ZI moyenne	Secteurs les plus précaires en surexposition	Secteurs les plus aisés en surexposition	Pas de différence significative d'exposition
Exposition forte (> 6,3% des ménages)	13	4	2
Exposition moyenne (entre 2,6 et 6,3% des ménages)	15	7	6
Exposition faible (<2,6% des ménages)	18	10	9
Total	46	21	17

Tableau 21 : répartition des communes en ZI moyenne

ZI élevée	Secteurs les plus précaires en surexposition	Secteurs les plus aisés en surexposition	Pas de différence significative d'exposition
Exposition forte (> 3,2% des ménages)	12	1	4
Exposition moyenne (entre 1,1 et 3,2% des ménages)	17	10	8
Exposition faible (<1,1% des ménages)	19	8	5
Total	48	19	17

Tableau 22 : répartition des communes en ZI élevée

On observe sur ces tableaux que dans les trois ZI, les résultats sont très similaires à ceux du calcul avec le nombre moyen de logements par bâtiment résidentiel.

En effet, dans **plus de la moitié** des 84 communes, les ménages les plus précaires sont plus exposés au risque d'inondation que les ménages plus aisés. De la même manière, dans les trois ZI étudiées, les ménages les plus aisés sont plus exposés au risque que les ménages les plus précaires dans **21 à 25%** des communes. Enfin, **28%** des communes ne présentent pas de différence significative d'exposition en ZI faible, contre **20%** en ZI moyenne et élevée. En

effet, plus le risque augmente (de la ZI faible à la ZI élevée), plus l'écart entre le nombre de communes dans lesquelles les ménages les plus précaires sont en surexposition et le nombre de communes dans lesquelles les ménages les plus aisés sont en surexposition augmente (il passe de 24 en ZI faible à 25 en ZI moyenne puis 29 en ZI élevée).

De plus, les communes dans lesquelles les ménages les plus précaires sont plus exposés et qui ont un fort pourcentage d'exposition (Exposition forte) représentent entre **14%** (en ZI élevée) et **19%** (en ZI faible) du total des communes, tandis que les communes dans lesquelles les ménages les plus aisés sont plus exposés et qui ont un fort pourcentage d'exposition (Exposition forte) représentent entre **1%** (en ZI élevée) et **4%** (en ZI moyenne) du total des communes, et les communes dans lesquelles il n'y a pas de différence significative d'exposition entre les différentes catégories socio-économiques et qui ont un fort pourcentage d'exposition (Exposition forte) représentent entre **2%** (en ZI élevée) et **6%** (en ZI moyenne) du total des communes.

La classification des communes est représentée sur les trois cartes suivantes. Sur les trois cartes, on observe une répartition similaire à celle obtenue avec le calcul par nombre moyen de logements par bâtiment résidentiel, ce qui confirme également les résultats du calcul par nombre moyen de ménages par bâtiment résidentiel à l'échelle des arrondissements.

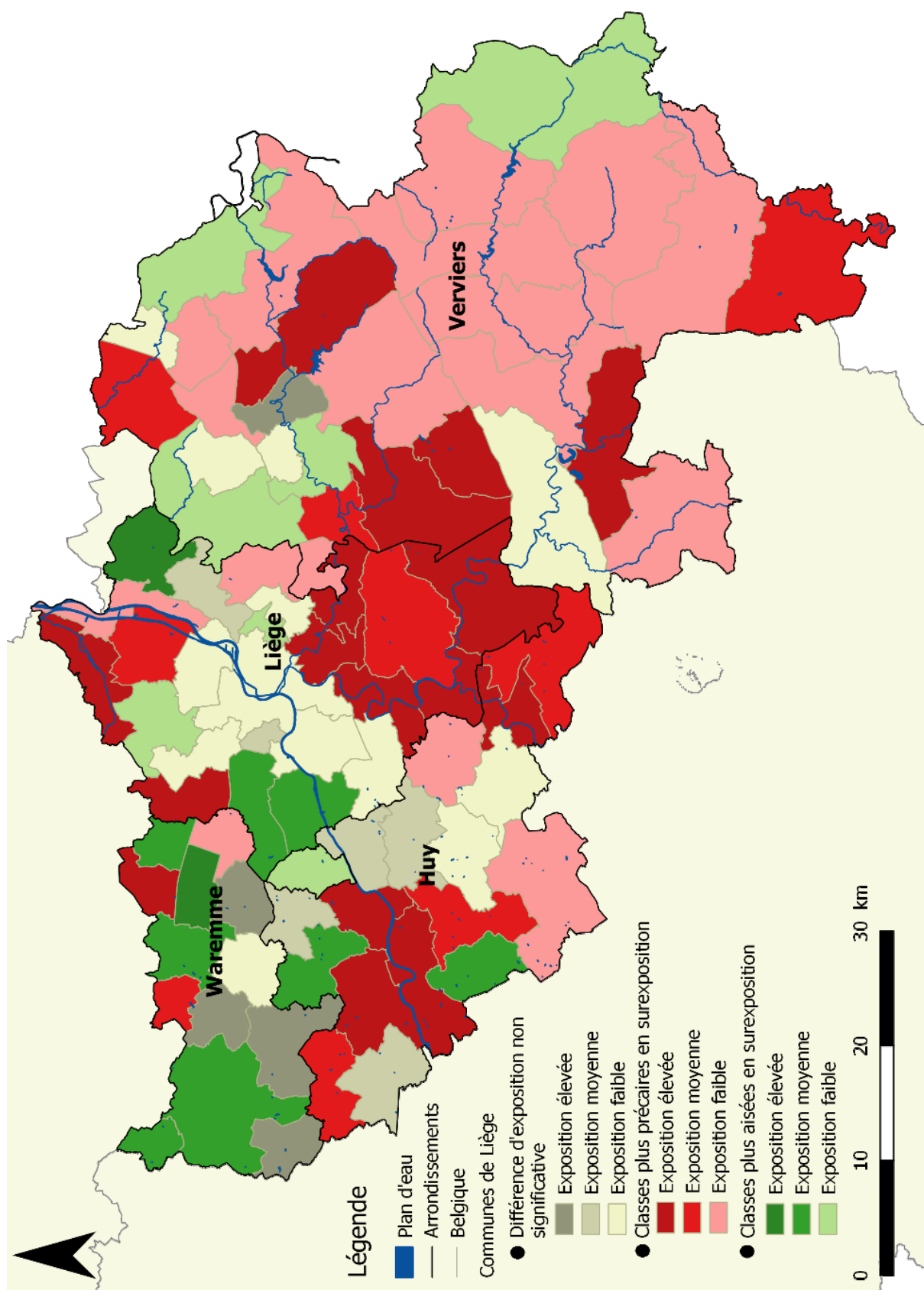


Figure 19 : résultats du calcul à l'échelle des communes par nombre moyen de ménages en ZI faible

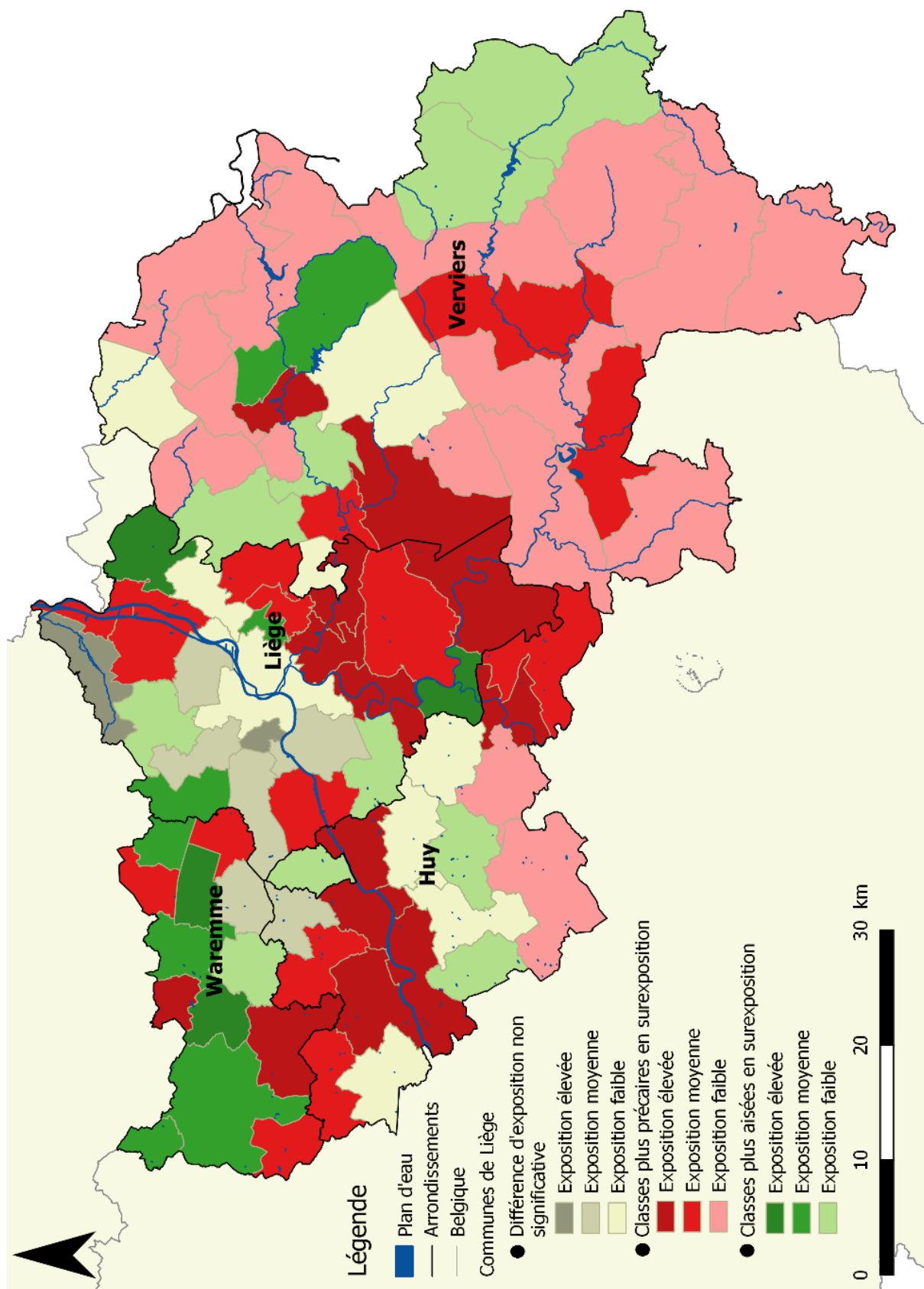


Figure 20 : résultats du calcul à l'échelle des communes par nombre moyen de ménages en ZI moyenne

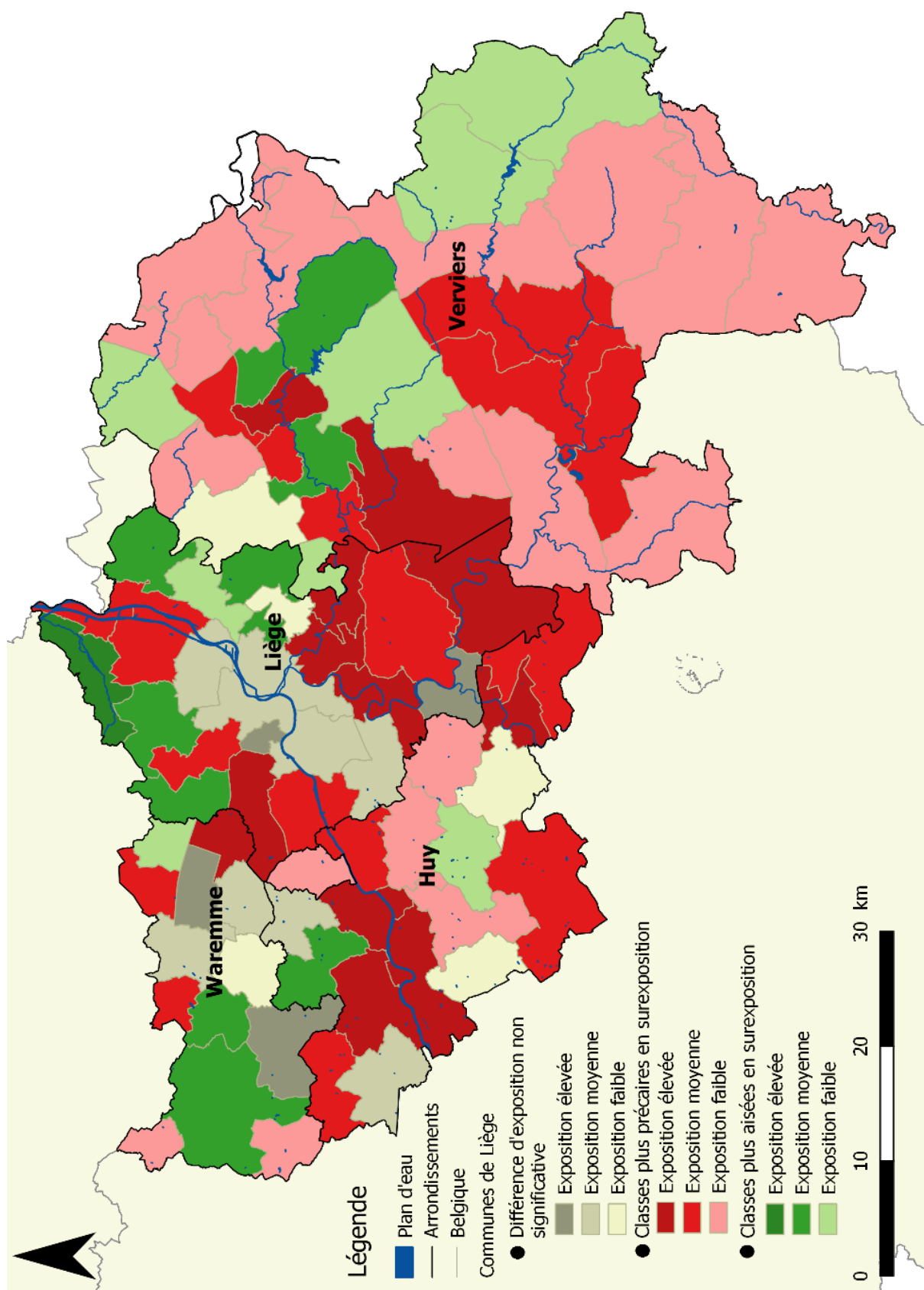


Figure 21 : résultats du calcul à l'échelle des communes par nombre moyen de ménages en ZI élevée

2.3. Discussion

Rappel des résultats principaux de l'étude

L'étude a permis de déterminer si une catégorie socio-économique de population est sur-représentée ou sous-représentée dans les zones inondables, à différentes échelles et dans des zones d'aléa faible à élevé. Pour cela, la distribution relative (en %) de la population en fonction de son Indice Synthétique de Difficulté (ISD) a été comparée dans les différentes zones inondables (ZI faible, ZI moyenne et ZI élevée) et dans la zone étudiée (province, arrondissement ou commune). L'écart entre ces deux distributions a été défini comme significatif à partir de 5 points de différence. Si la différence *% de population d'ISD i en ZI - % de population d'ISD i dans la zone étudiée* est supérieure à 5 points, alors l'ISD i est sur-représenté dans la zone inondable et la zone d'étude considérés. A l'inverse, si cet écart est inférieur à -5 points, l'ISD i est sous-représenté.

A l'échelle de la province de Liège, il ressort que les populations d'ISD 1 et 5 sont sous-représentées dans les trois ZI étudiées (faible, moyenne et élevée). A l'inverse, les populations d'ISD 3 sont sur-représentées dans les trois ZI. Les populations d'ISD 2 sont également sur-représentées, mais seulement dans les ZI moyenne et élevée. Enfin, les populations d'ISD 4 sont à peu près réparties comme dans le reste de la province dans les trois ZI. On peut en conclure que les populations d'ISD 2 et 3 de la province de Liège sont surexposées au risque d'inondation, en particulier par rapport aux populations d'ISD 1 et 5.

A l'échelle de l'arrondissement de Liège, les écarts sont moins prononcés. Seules les populations d'ISD 1 sont significativement sous-représentées dans les trois ZI, et les populations d'ISD 3 sont sur-représentées dans les trois ZI. On peut en conclure que les populations d'ISD 3 sont surexposées au risque d'inondation dans l'arrondissement de Liège, en particulier par rapport aux populations d'ISD 1.

A l'échelle de l'arrondissement de Verviers, les écarts sont encore moins prononcés. L'ISD 2 est en sur-représentation dans les ZI moyenne et élevée tandis que l'ISD 5 est en sous-représentation dans les trois ZI. On en déduit que les populations d'ISD sont surexposées au risque d'inondation dans l'arrondissement de Verviers, en particulier par rapport aux populations d'ISD 5.

A l'échelle de l'arrondissement de Huy, les écarts sont nettement plus prononcés : les populations d'ISD 1, 2 et 3 sont sur-représentées dans les zones inondables, tandis que les populations d'ISD 4 et 5 sont sous-représentées dans les trois ZI. On en conclut que les populations les plus précaires (ISD 1, 2, 3) dans l'arrondissement de Huy sont surexposées au risque d'inondation par rapport aux populations les plus aisées (ISD 4 et 5).

A l'échelle de l'arrondissement de Waremme, les résultats sont inversés : les populations d'ISD le plus faible (ISD 2) sont sous-représentées dans les trois ZI, comme dans la province de Liège, mais les populations d'ISD 4 et 5 sont, elles, sur-représentées en ZI moyenne et élevée et en ZI moyenne et faible respectivement. Ce sont donc les populations les plus aisées qui sont surexposées au risque dans l'arrondissement de Waremme.

Enfin, les résultats à l'échelle des communes montrent qu'il y a une majorité de communes où les populations d'ISD plus faibles sont surexposées au risque dans l'arrondissement de Huy, et qu'il y a environ la moitié des communes dans ce cas dans les arrondissements de Liège et Verviers. Dans l'arrondissement de Waremme, dans la majorité des communes, les populations les plus aisées sont surexposées au risque. Ces résultats confirment donc les calculs à l'échelle des arrondissements.

Comparaison avec la littérature et discussion

Plusieurs études ont été menées en Angleterre et au Pays de Galle pour évaluer la présence d'inégalités environnementales face aux inondations à l'échelle du pays (Fielding, J., & Burningham, K., 2005 ; Walker, G., & Burningham, K., 2011 ; Fielding, J., 2012). Les trois études sont basées sur des méthodes différentes, à la fois dans la redistribution des populations à une échelle qui coïncide mieux avec la carte d'aléa, et dans le calcul pour déterminer la présence d'inégalités environnementales.

L'étude de Fielding, J., et Burningham, K. (2005) compare les résultats de deux méthodes différentes de détermination de l'exposition au risque. Dans les deux méthodes, les données du Census 1991 sont utilisées, à l'échelle du *enumeration district* (ED). Dans la première méthode, les populations considérées à risque sont les habitants des ED qui intersectent les zones d'aléa définies par la carte d'aléa d'inondation. Mais cette méthode, comme maintes fois évoqué dans la littérature, fausse les résultats, notamment car elle se base sur l'hypothèse que la population est répartie de manière homogène dans les ED, alors que dans la plupart des cas, elle est très hétérogène. L'étude de Fielding, J., et Burningham, K. (2005) compare donc cette méthode à une méthode de grille de population surfacique. Dans les deux cas, la comparaison des expositions des différentes classes socio-économiques de la population se fait par le même calcul : le *comparative environmental risk index*, qui mesure le pourcentage d'exposition d'une classe donnée X au pourcentage d'exposition de toutes les autres classes :

$$\frac{ClasseX^{EnZl} / ClasseX}{Pas_en_classeX^{EnZl} / Pas_en_classeX}$$

L'étude montre des différences de résultats significatives entre les deux méthodes et conseille d'utiliser des méthodes de désagrégation des données. On discutera donc des résultats de la deuxième méthode.

Ensuite, dans l'étude de Walker, G., et Burningham, K. (2011), une méthode de désagrégation des données est employée pour déterminer les populations à risque, mais la comparaison des expositions des différentes classes économiques ne prend pas en compte les populations non à risque. L'exposition d'une classe socio-économique X est donnée par le pourcentage d'habitants de cette classe résidant dans les zones inondables, par rapport au nombre total d'habitants résidant dans les zones inondables, toutes classes confondues :

$$\frac{En_ZI^{ClasseX}}{En_ZI^{Toutes\ classes}}$$

Enfin, l'étude de Fielding, J. (2012) utilise la base de données en *l'Environment Agency* qui répertorie les adresses postales des habitants résidant dans les zones inondables où le risque est supérieur à 1 sur une période de 1000 ans. L'exposition d'une classe socio-économique X est déterminée de la même manière que dans l'étude de Walker, G., et Burningham, K. (2011).

D'une part, malgré les différences de méthodologies, les trois études ont conclu qu'il y a bien une différence d'exposition au risque d'inondation entre les différentes classes socio-économiques de la population, en particulier dans les zones inondables placées en bord de mer. Dans les zones inondables situées en bordures de cours d'eau, les différences d'exposition sont moins prononcées.

Cependant, en Angleterre, ces trois études ont calculé une exposition qui décroît avec la précarité, c'est-à-dire que moins les populations sont précaires, moins elles ont de risque d'être exposées. Les résultats sont donc légèrement différents de ceux obtenus à l'échelle de la province de Liège dans ce mémoire, puisqu'ici les calculs ont montré une exposition qui suit plutôt une allure gaussienne, avec son maximum en ISD 3, et ses minimums en ISD 1 et 5.

D'autre part, l'étude de Fielding, J. (2012) a également effectué le calcul à une échelle plus réduite (l'échelle des régions), et les résultats à l'échelle des régions montrent bien des différences, notamment dans les écarts d'exposition plus ou moins importants entre les différentes classes socio-économiques.

Limites méthodologiques

Cette première partie de l'étude présente néanmoins quelques limites méthodologiques.

Premièrement, l'ISD a été calculé à l'échelle de la Wallonie, et les 5 classes d'ISD ont été définies en fonction de la population totale de Wallonie. Or, on remarque que les seuils de définition des ISD ne correspondent plus à la distribution de la population lorsqu'on l'applique à plus petite échelle. Dans l'arrondissement de Waremme, par exemple, les populations d'ISD 4 et 5 représentent 80% de la population totale de l'arrondissement. C'est le cas également dans de nombreuses communes. Il serait donc intéressant de faire le calcul avec un ISD calculé aux mêmes échelles successives que l'exposition au risque. Il se pourrait ainsi que les populations les plus exposées dans l'arrondissement de Waremme ne soient plus les populations d'ISD 4 et 5, mais peut être les populations d'ISD 3, dans un ISD calculé à l'échelle de l'arrondissement de Waremme.

Néanmoins, le calcul tel qu'il a été réalisé dans ce mémoire reste intéressant car, en se basant sur le même ISD à chaque échelle, les calculs successifs concernent les mêmes populations à chaque fois.

Deuxièmement, la détermination des populations à risque repose sur la table attributaire du cadastre de 2010. Or ces données peuvent être imprécises, notamment comme il a été évoqué plus haut, à cause des cellules vides et des bâtiments en divisions non répertoriés dans le cadastre. Une alternative intéressante serait de réaliser une carte dasymétrique de la répartition de la population, afin de vérifier si les résultats restent cohérents d'un calcul à l'autre. Cette méthode n'a pas été employée ici car à ce jour il n'existe pas de méthode standardisée, et les algorithmes de calcul nécessitent des machines puissantes.

Enfin, les calculs à l'échelle de l'Angleterre et du Pays de Galle ont montré une forte différence d'exposition des classes plus précaires en bord de mer et en proximité des cours d'eau. Il serait donc intéressant d'effectuer le calcul à l'échelle de la Belgique, afin de déterminer si les classes les plus précaires ne sont pas plus exposées dans les villes portuaires par exemple.

2.4. Conclusion partie 2

Il ressort donc de cette première partie de l'étude que l'exposition au risque d'inondation en fonction de l'ISD suit une allure gaussienne, qui prend son maximum en ISD 3, à l'échelle de la province de Liège.

Cependant, les résultats à l'échelle de la province de Liège sont très nettement influencés par les arrondissements de Liège et Verviers, qui concentrent plus de 80% de la population de la province. Les calculs à l'échelle des quatre arrondissements ont montré par la suite que les résultats dans les arrondissements de Huy et de Waremme diffèrent de ceux dans la province de Liège : à Huy, les populations d'ISD 1, 2 et 3 sont surexposées au risque, les populations d'ISD 2 étant les plus à risque ; tandis que les populations d'ISD 4 et 5 sont sous exposées. A Waremme, le résultat est totalement inverse.

Cette première analyse montre donc que ce ne sont pas nécessairement les populations les plus précaires qui sont plus exposées au risque en province de Liège.

Il est important ensuite d'intégrer la dimension de la vulnérabilité, afin de déterminer si les populations les plus exposées au risque sont celles qui y sont le plus vulnérables, ou si au contraire, ce sont les populations les plus précaires qui, du fait de leur manque de ressources et d'un environnement parfois moins apte à perdurer en cas d'inondation, sont finalement plus impactées que les populations qui sont plus fréquemment exposées à des risques plus élevés.

C'est pourquoi dans une deuxième partie, des quartiers d'ISD 1 à 3 placés en zones inondables ont été sélectionnés pour y réaliser une étude sur la vulnérabilité des habitants.

Chapitre 3 : étude quantitative sur un ensemble de secteurs statistiques choisis



3. Etude qualitative sur un ensemble de zones choisies

Si la première partie s'intéresse à l'exposition des populations au risque d'inondation (tel que défini par Cutter, S., 1996), elle ne prend pas en compte la vulnérabilité des populations. Différentes études sur la vulnérabilité face aux inondations ont permis de conclure que les études qualitatives révèlent une plus grande complexité du phénomène que les études quantitatives (Rufat, S., et al., 2015), c'est pourquoi la deuxième partie de ce mémoire porte sur une étude qualitative de certains quartiers situés dans des zones exposées au risque, identifiées dans la partie précédente. Pour cela, des entretiens semi-dirigés ont été réalisés auprès d'habitants de deux zones d'étude.

Néanmoins, les indicateurs quantitatifs restent un outil intéressant pour que les autorités puissent identifier les zones vulnérables au risque (Rufat, S., et al., 2015), il serait donc intéressant de prolonger cette étude par un calcul quantitatif de la vulnérabilité.

3.1. Choix des zones à étudier de manière qualitative

Au vu des conclusions de la partie précédente, l'étude s'est portée préférentiellement sur les quartiers classés en ISD faible à moyen (1 à 2), dont les bâtiments résidentiels sont situés en zone inondable d'aléa élevé, voire moyen.

Dans la province de Liège, les secteurs statistiques qui rencontrent ces critères sont au nombre de 316 et sont répartis comme suit ([Figure 22](#)).

La grande majorité de ces secteurs étant situés dans l'arrondissement de Liège, les zones étudiées ont été choisies dans cet arrondissement. Deux zones d'étude ont ainsi été délimitées dans les communes de Liège, Chaudfontaine et Esneux, au bord de l'Ourthe et la Vesdre. Celles-ci sont représentées sur la [Figure 23](#) et la [Figure 24](#).

Le quartier de Hony est situé au sud de la commune d'Esneux, dans un cadre rural. Les 291 bâtiments résidentiels de la zone étudiée sont situés le long d'une portion de l'Ourthe (voir [Figure 25](#)), à l'intérieur de l'emprise d'une grande zone d'aléa élevé, et des plus petites zones d'aléa moyen à moyen (voir [Figure 26](#)).

Les quartiers de Chénée et Vaux-sous-Chèvremont sont eux situés à la frontière des communes de Liège et Chaudfontaine, dans un cadre beaucoup plus urbain. Les 1450 bâtiments résidentiels de la zone s'étendent le long de la Vesdre, dans des zones inondables d'aléa élevé à moyen (voir [Figure 27](#) et [Figure 28](#)).

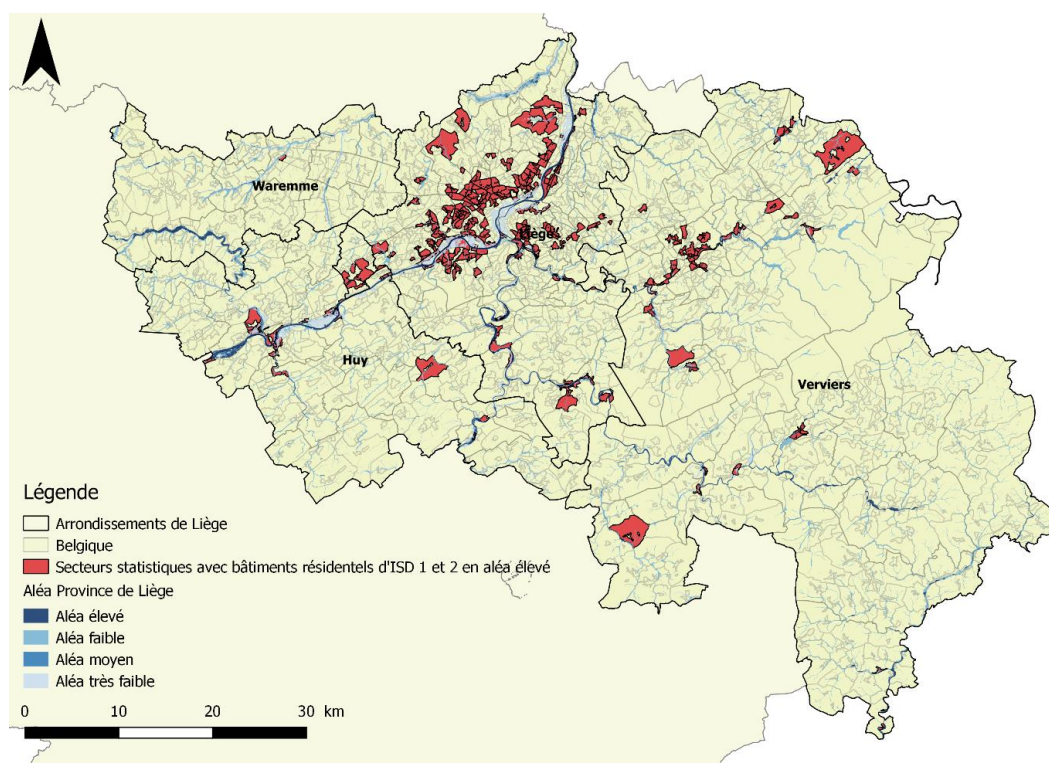


Figure 22 : Localisation des secteurs statistiques d'ISD 1 et 2 dont une partie des logements est exposé à l'aléa élevé

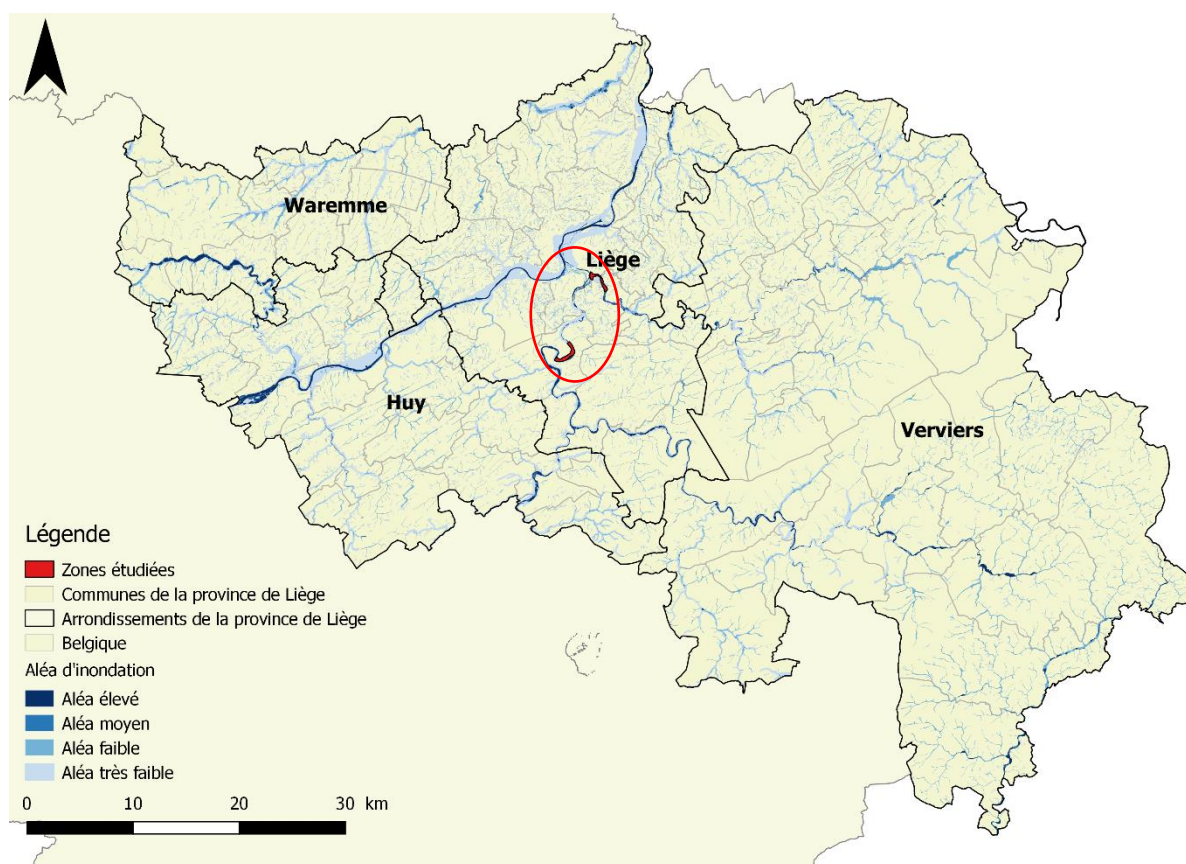


Figure 23 : Localisation des zones étudiées

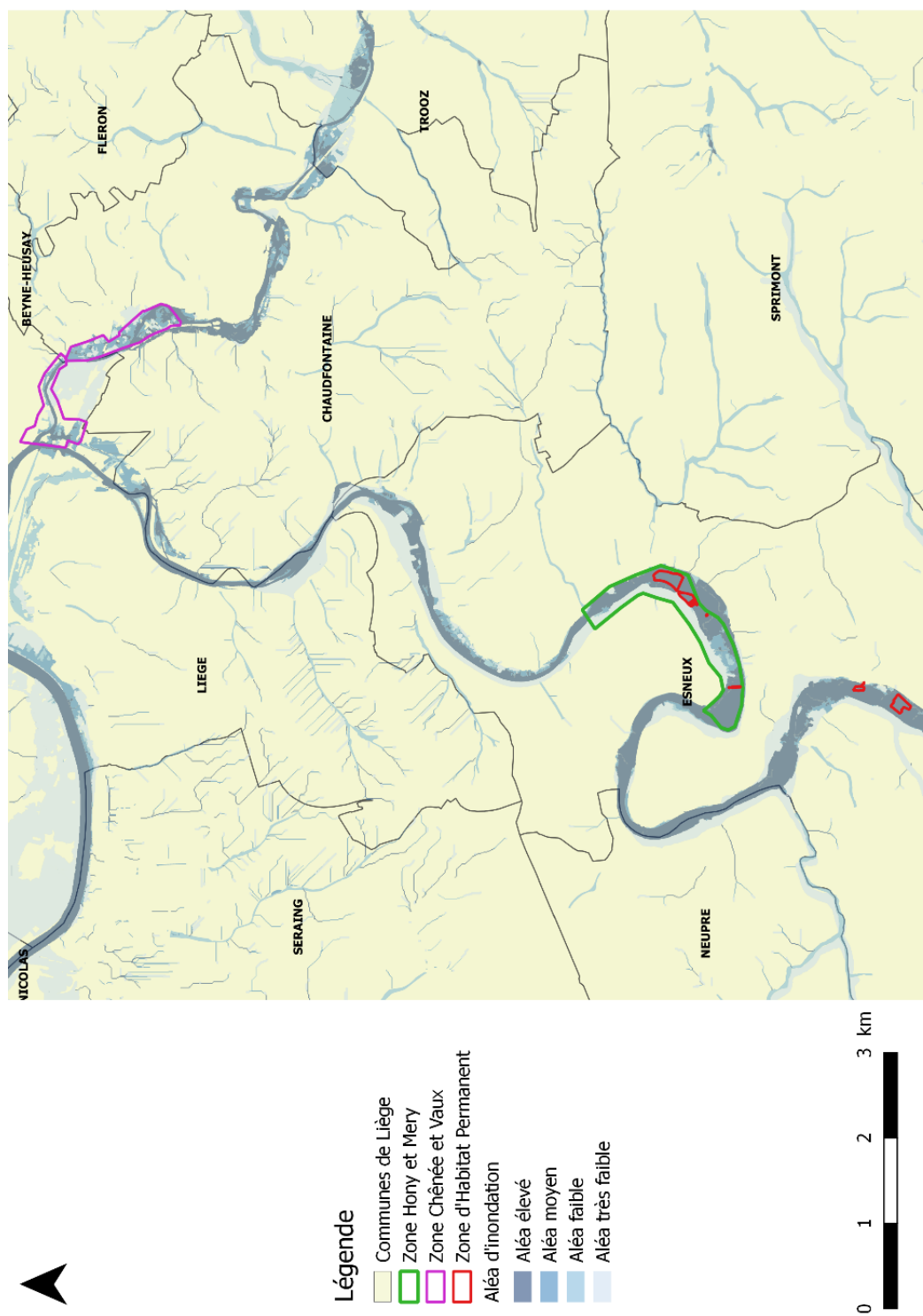


Figure 24 : Zoom sur les deux zones étudiées

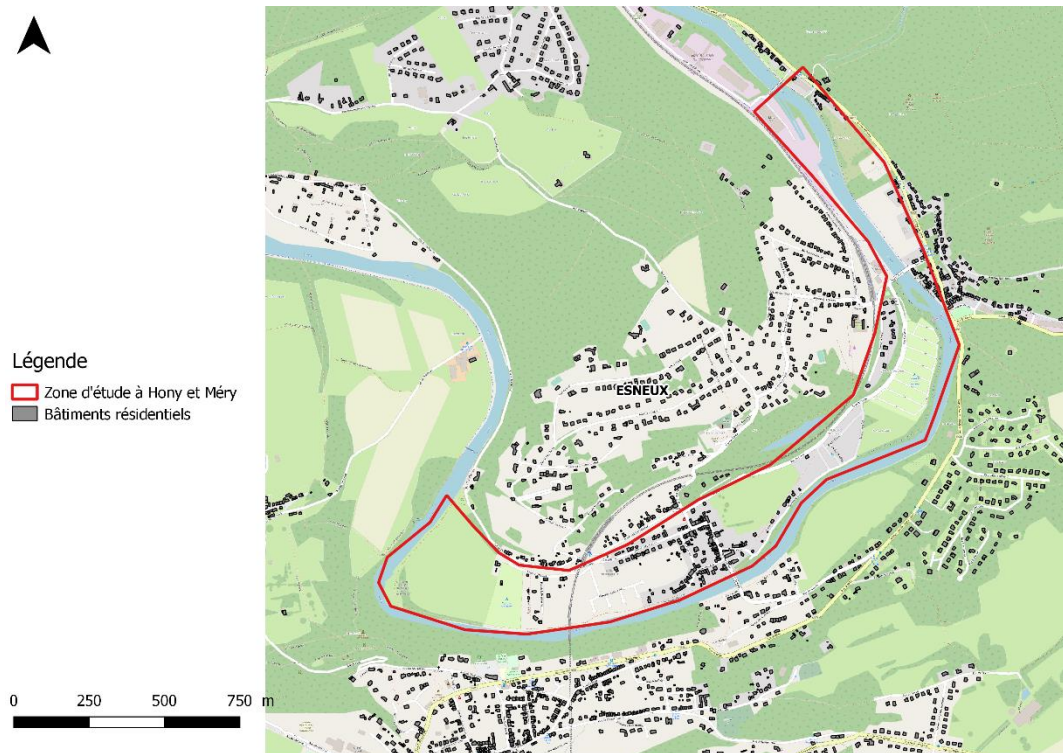


Figure 25 : Plan de situation du cadrage sur Hony-Bas et Mery



Figure 26 : Plan de situation du cadrage sur Hony-Bas et Mery par rapport aux zones inondables



Figure 27 : Plan de situation du cadrage sur Chênée et Vaux

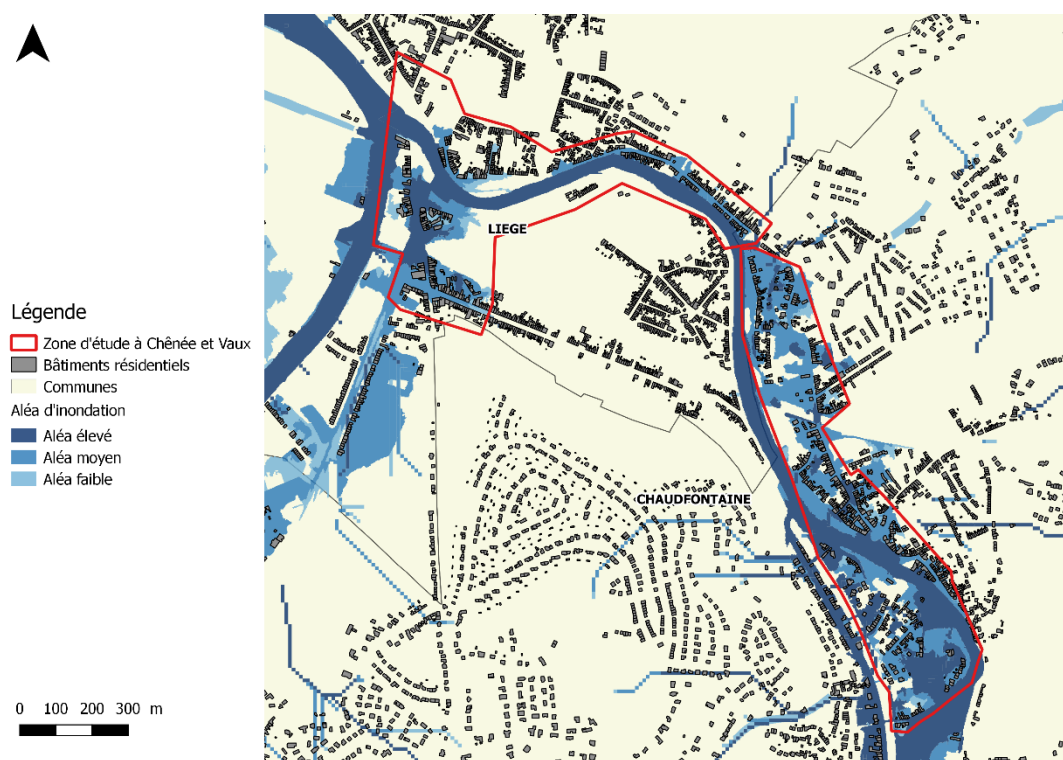


Figure 28 : Plan de situation du cadrage sur Chênée et Vaux-sous-Chèvremont par rapport aux zones inondables

3.2. Etude des dynamiques d'urbanisation au sein des secteurs statistiques

Hony-Bas et Mery

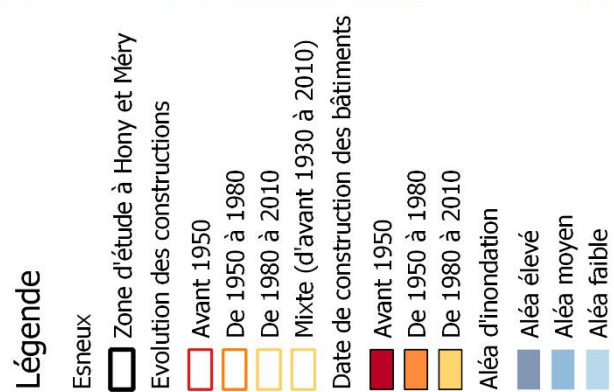
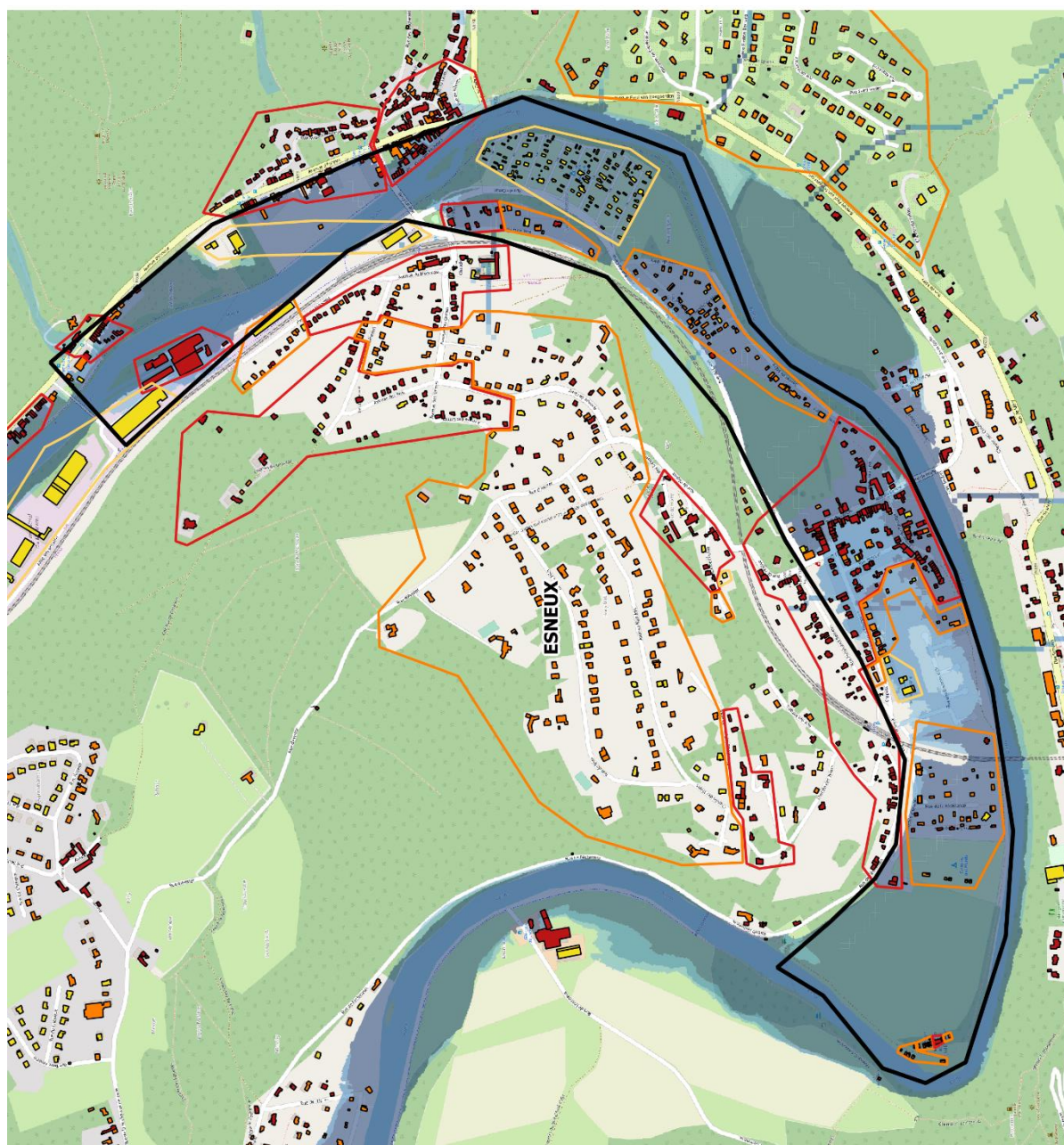
La carte de l'évolution du bâti de Hony ([Figure 29](#)) montre que les constructions les plus anciennes, qui datent d'avant 1930, sont en générale situées dans l'emprise de la zone inondable, ou juste au bord de celle-ci. Les bâtiments construits entre les années 1950 et 1980 sont eux placés soit dans l'emprise de la zone inondable, soit à proximité du cours d'eau mais en dehors de la zone inondable. Enfin, aucune construction plus récente n'a été placée en zone inondable, à l'exception de la zone d'Habitat Permanent (entourée en jaune dans l'emprise de la zone inondable).

Par ailleurs, la carte des fonctions du bâti autour de Hony (voir [Figure 30](#)) montre que les bâtiments qui ont été construits entre 1950 et 2010 (dans les périmètres oranges et jaunes) dans les zones inondables sont en majorité des habitats de vacances (classés en loisir).

Chênée et Vaux-sous-Chèvremont

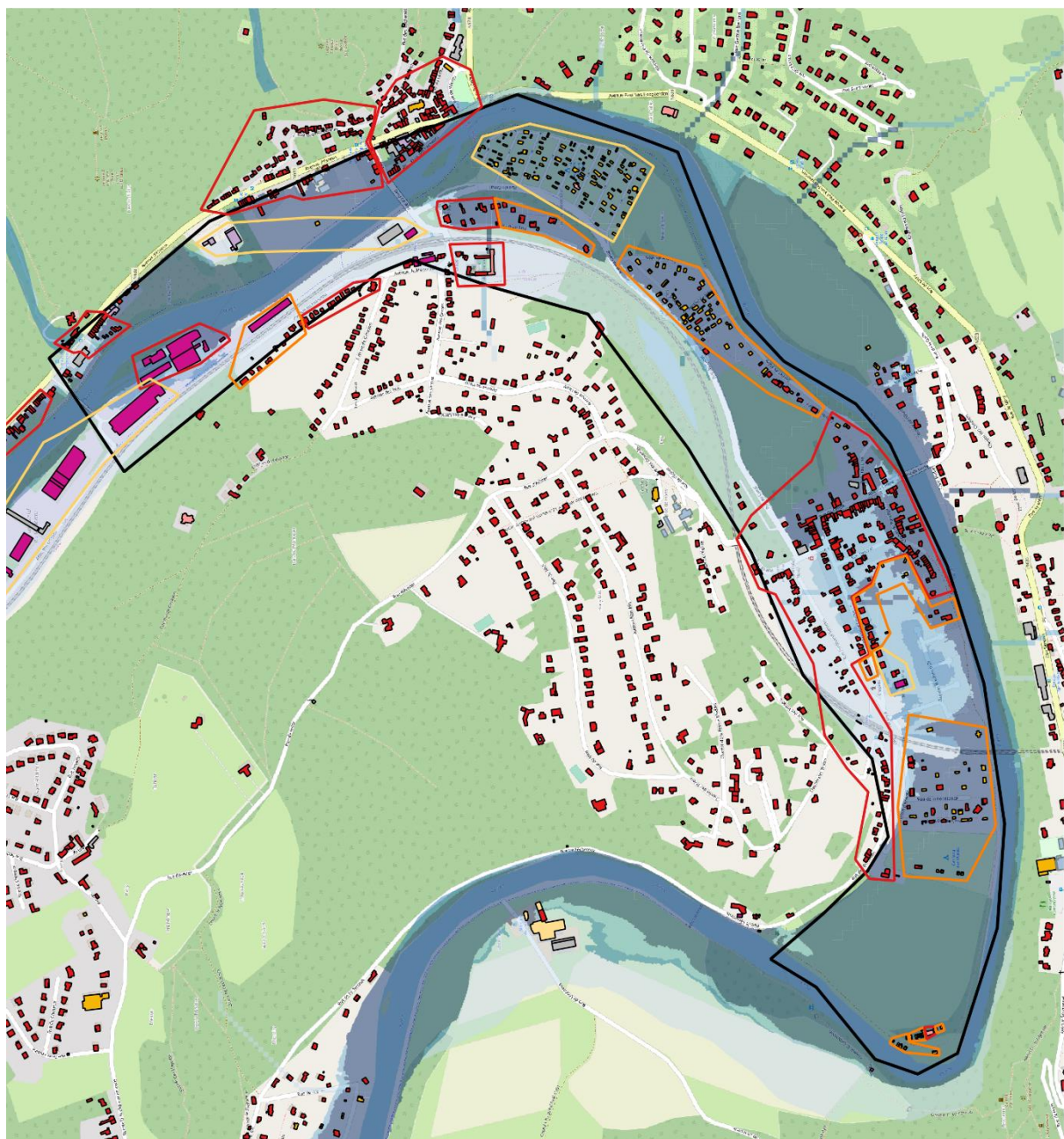
La carte de l'évolution du bâti de Chênée et Vaux-sous-Chèvremont ([Figure 31](#)) montre un bâti assez ancien, avec une majorité de constructions érigées avant 1950 (en rouge). Les constructions plus récentes sont pour la plus grande partie situées en dehors des zones inondables.

Par ailleurs, la carte des fonctions du bâti autour de Chênée et Vaux-sous-Chèvremont (voir [Figure 32](#)), contrairement à la zone de Hony, les bâtiments qui ont été construits dans les zones inondables après 1950 sont tout autant des habitations que des industries ou du loisir.



0 100 200 300 m

Figure 29 : Carte d'évolution du bâti autour de Hony



Légende

- Liège
- Cadrage Kinkempoïs
- Evolution des constructions
 - Avant 1950
 - De 1950 à 1980
 - De 1980 à 2010
 - Mixte (d'avant 1930 à 2010)
- Bâtiments étudiés
 - Logement
 - Services communaux et admin.
 - Loisirs
 - Bureaux
 - Commerces et services
 - Industrie
 - Agriculture
 - Patrimoine
 - Autre
- Aléa Province de Liège
 - Aléa élevé
 - Aléa faible
 - Aléa moyen
 - Aléa très faible

0 100 200 300 m

Figure 30 : Carte des fonctions du bâti autour de Hony

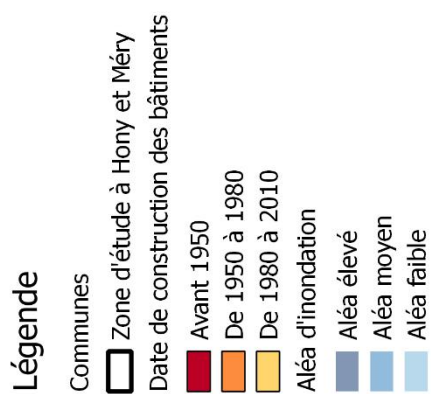
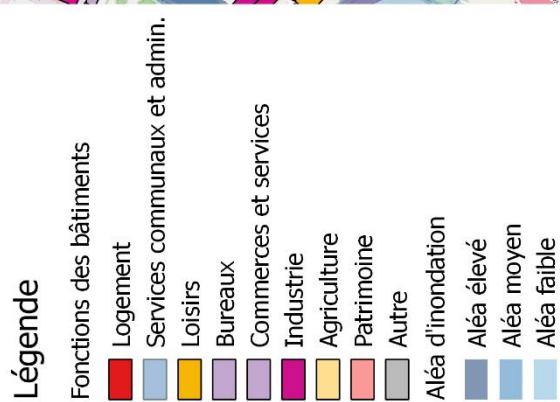


Figure 31 : Carte d'évolution du bâti autour de Chênée et Vaux-sous-Chèvremont



0 100 200 300 m

Figure 32 : Carte des fonctions du bâti autour de Chênée et Vaux-sous-Chèvremont

3.3. Réalisation d'entretiens auprès de la population

3.3.1. Méthode

La méthode pour préparer et réaliser les entretiens s'est basée en grande partie sur le livre *L'enquête et ses méthodes : l'entretien*, d'Alain Blanchet et Anne Gotman (éditions Armand Colin, 2010).

3.3.1.1. *Définition de la population et constitution du corpus*

Définition de la population et constitution du corpus

La population étudiée a été définie sur base des quartiers sélectionnés. Elle comprend donc les habitants ces zones classées en ISD 1 ou 2 et en zone d'aléa élevé ou moyen.

Le corpus est diversifié d'une part en fonction de variables liées au thème. En effet, le corpus comprend tous les habitants de chaque zone, indépendamment du fait qu'ils aient déjà vécu ou non un épisode d'inondation. Ce facteur n'est en effet pas limitant pour l'étude puisque celle-ci porte en partie sur la conscience et l'anticipation du risque et pas seulement sur les moyens mis en place pendant un épisode de crue. Il est donc intéressant de comparer l'anticipation et la conscience du risque chez ces deux types de profil.

D'autre part, le corpus est diversifié en fonction de variables descriptives générales telles que :

- L'âge : le corpus comprend des pensionnaires (âgés de 65 à 75 ans) et des jeunes actifs (âgés de 30 à 40ans).
- Statut : le corpus comprend à la fois des locataires et des propriétaires, mais avec une majorité de propriétaires.
- Nature du bien : le corpus comprend à la fois des habitants qui vivent dans des maisons et des appartements, mais avec une majorité de maisons.
- Type d'habitat : certaines zones étudiées sont en habitat ouvrier, et d'autres en habitat pavillonnaire.
- Proximité avec un cours d'eau : les zones étudiées sont toutes proches d'un cours d'eau (Meuse, Ourthe et Vesdre). Les populations enquêtées sont donc majoritairement exposées au risque d'inondation par débordement.

Taille du corpus

Pour maximiser la diversité au sein de la population étudiée, la taille du corpus doit être comprise dans l'idéal entre cinq et dix enquêtés par zone d'étude. Au fil de l'enquête, une redondance dans les enquêtes est apparue au bout de cinq entretiens dans le quartier d'Hony, ces cinq entretiens ont donc suffi à clôturer l'enquête. Le quartier de Chênée et Vaux-sous-Chèvremont étant plus diversifié, il aurait été idéal de réaliser plus d'entretiens. Malheureusement, seulement cinq personnes se sont montrées volontaires pour répondre à l'enquête, c'est donc par manque de moyens que la taille du corpus s'est limitée à cinq entretiens pour ce quartier.

3.3.1.2. *Modes d'accès aux interviewés*

L'accès aux interviewés s'est fait de manière indirecte, par biais associatif dans un premier temps. Comme ce mode d'accès ne s'est pas montré fort fructueux, l'accès aux interviewés s'est fait dans un deuxième temps par le biais des groupes sur les réseaux sociaux (Facebook), puis de proche en proche.

Dans tous les cas, le lieu et l'heure de RDV ont été laissés à la convenance de l'enquêté.

Enfin, les entretiens étant réalisés dans le cadre d'un travail de fin d'études non financé par l'Université, l'enquêteur et les enquêtés sont non rémunérés.

3.3.1.3. *Plan d'entretien*

Le guide d'entretien a été basé en grande partie sur les indicateurs théoriques de la vulnérabilité définis par S. Rufat et al., 2015. L'entretien doit répondre aux questions de recherches suivantes : l'enquêté est-il conscient du risque, et si oui, comment l'anticipe-t-il et quels sont les moyens et stratégies qu'il met en œuvre pour y faire face ? Pour cela, l'entretien est structuré suivant plusieurs thèmes prédéfinis :

Caractéristiques du ménage

- *Tranche d'âge*
- *Situation familiale (marié, célibataire, veuf, avec des enfants...)*
- *Locataire ou propriétaire*

Caractéristiques du logement

- *Pièces habitables en RDC ? Caves aménagées ?*
- *Habitation surélevée ?*

Acquisition du logement

- *Choix de la localisation, localisations précédentes (Prix avantageux, aménités environnementales, proximité avec des proches, des services, le travail...)*
- *Qualités du lieu*
- *Moyens de connaissance du bien (Internet, bouche à oreille, annonce)*

Conscience du risque d'inondation

- *Connaissance initiale du risque avant achat*
- *Source d'information (renseignements personnels, promoteur/bailleur, bruits de quartier...)*

Vécu par rapports aux inondations (si la personne a déjà fait face à une inondation)

- *Anticipation du risque (biais d'information)*
- *Domages causés*
- *Conséquences sur le logement*

Stratégie et moyens pour faire face au risque (si la personne a déjà fait face à une inondation)

- *Police d'assurance*
- *Actions individuelles (stratégie de sécurisation des biens, prise d'information)*
- *Actions de la commune/quartier*
- *Clause particulière du permis de construire (pas de logement au RDC par exemple)*

Le guide d'entretien devait initialement être conceptualisé de manière itérative après plusieurs entretiens sur un quartier témoin. Malheureusement, devant le peu de réponses

obtenues pour ce quartier, et à cause des délais imposés, le quartier témoin n'a comporté qu'un seul entretien. Néanmoins, les questions du guide d'entretien se sont avérées adaptées à tous les entretiens qui ont été effectués par la suite.

3.3.1.4. Réalisation des entretiens

Les paramètres de la situation d'entretien

Environnement

- Programmation temporelle : l'unité de temps ici n'est pas un paramètre déterminant pour l'étude puisque tous les habitants, qu'ils soient actifs, pensionnaires, au foyer.... Influence peu les résultats (hormis le fait qu'une personne qui est à domicile en journée peut plus facilement voir venir le risque si les eaux montent très rapidement en journée) ;
- Scène : la majorité des entretiens se sont déroulés au domicile de l'enquêté, et certains d'entre eux ont eu lieu au domicile de l'enquêteur, à l'université ou encore dans un restaurant. L'enquêteur et l'enquêté étaient soit assis en face-à-face ou de trois quarts face autour d'un bureau ou d'une table. La scène a toujours été laissée à la convenance de l'enquêté, pour ne pas le forcer à se déplacer mais sans le forcer non plus à être envahi dans sa vie privée (à son domicile) s'il ne le souhaitait pas ;
- Distribution des acteurs : l'enquêteur n'exerce a priori pas de rapport de force sur les enquêtés, du fait de son âge (inférieur à ceux des enquêtés), son sexe (femme) et de son statut (étudiant).

Cadre contractuel de la communication

- Le cadre contractuel (pourquoi cette recherche et pourquoi cet interviewé) a été instauré une première fois lors de la prise de contact par mail ou par Facebook, puis répétée en début d'entretien ;
- Conditions de l'entretien : demande d'un récit d'expérience à l'enquêté, guidé mais de forme libre, avec l'enquêté seul, sans enregistrement audio (uniquement prise de notes) ;
- Le thème de l'entretien met en jeu l'expertise de l'enquêté par son extensionnalité et la familiarité du thème pour l'enquêté, donc on obtient un « discours pré construit peu sensible aux mécanismes de l'interlocution » (Blanchet, A., & Gotman, A., 2010, p. 66)

Les modes d'intervention

Il existe trois techniques d'intervention possibles durant l'entretien : la contradiction, la consigne et la relance. La consigne et la relance ont été conjointement utilisée lors des entretiens.

L'interaction des discours et des interventions

Le thème abordé étant extensionnel et familier, les discours produits sont en grande partie narratifs mais ils comportent parfois des passages informatifs, notamment sur la manière dont les autres perçoivent le quartier (les médias, les habitants des autres quartiers...) ou encore la manière dont les autres anticipent le risque.

3.3.2. Résultats

L'enquête a récolté dix entretiens, dont cinq à Hony, deux à Vaux-sous-Chèvremont et trois à Chênée. Ils sont détaillés dans le tableau ci-dessous :

	Statut	Type de bien	Date de construction du bien	Date d'emménagement
Hony 1	Propriétaire	Maison 4 façades	Avant 1930	Années 70
Hony 2	Propriétaire	Maison 4 façades	Années 2000	Années 2000
Hony 3	Propriétaire	Maison mitoyenne	Avant 1930	Années 2010
Hony 4	Propriétaire	Maison mitoyenne	Années 1980	Années 1980
Hony 5	Propriétaire	Maison	Inconnue	Années 1990
Vaux 1	Propriétaire	Maison	Inconnue	Années 2010
Vaux 2	Propriétaire	Appartement	Années 2000	
Chênée 1	Locataire	Appartement	Inconnue	
Chênée 2	Locataire	Appartement	Inconnue	
Chênée 3	Propriétaire	Maison mitoyenne	Années 1930	Années 2000

Tableau 23 : Caractéristiques des entretiens effectués

Le traitement des données recueillies s'est fait par analyse thématique. Ce type d'analyse s'effectue une fois que tous les entretiens sont terminés, pour pouvoir identifier des thèmes principaux et secondaires communs à tous les entretiens.

Choix de la localisation

Ancienne localisation

Certaines des personnes interrogées venaient d'autres quartiers de Liège, d'autres habitaient déjà le quartier où ils se sont installés.

Motivations

Ceux qui n'habitaient pas à Hony ont en général eu un « coup de cœur pour le village » (Hony 2), ou encore cherchaient la proximité avec le train et les commerces. Le cours d'eau n'était en général pas une priorité.

Ceux qui ont toujours connu Hony ou Méry sont restés dans le village pour l'ancrage familial, la solidarité entre voisins et les qualités du lieu.

A Vaux, le choix se fait en général pour la proximité avec le travail et les transports en commun, ainsi que la proximité directe avec la ville et la campagne. L'eau est un atout, et le quartier est plaisant car il reste un petit village.

Chênée attire également par sa proximité avec les services, le Ravel, Belle Ile, ou la proximité avec les grands axes autoroutiers. Certains évoquent également les beaux souvenirs d'enfance : le côté culturel, le côté vivant, la proximité avec les transports en commun. La proximité avec l'eau est un atout.

Qualités du lieu

Hony : « Le village est sympa, tranquille, calme, il n’y pas beaucoup de trafic » (Hony 1). La proximité avec l’eau et la nature sont agréables. C’est un « Paradis » (Hony 1). Le village est convivial et authentique. Il y a une richesse associative et il y a tout à proximité.

Vaux : c’est un lieu calme tout en étant proche des grands axes. C’est proche de la ville sans en avoir les nuisances et il reste des commerces de proximité. Le village est convivial et a gardé son identité malgré la fusion des communes.

Chênée : les personnes interrogées à Chênée trouvent peu de qualité au lieu. « La pollution c’est l’horreur » (Chênée 1). « Le lieu s’est fort dégradé depuis quelques années, et il déçoit par les attentes qu’il laisse de ce qu’il a été et qu’il n’est plus aujourd’hui » (Chênée 3). Le coin a beaucoup été construit, et le trafic est bruyant. Les enquêtés sentent un manque d’investissement de la part de la commune. « A part la construction du Ravel, il n’y a pas grand-chose qui se passe à Chênée. Depuis que je suis gamin je n’ai pas vu grandes modifications, en termes de mobilité par exemple. » (Chênée 2).

Valeur immobilière

La valeur immobilière devrait en toute logique baisser en zone inondable mais certains des enquêtés de Honny disent que le coin reste tout de même cher, car l’endroit est de plus en plus convoité malgré les inondations.

Avec du recul

A Honny, la plupart des personnes interrogées disent que si c’était à refaire, elles ne le referaient pas, ou pas comme ça. Mais aucune ne regrette. De plus, tous les travaux qui ont été faits dans la maison, notamment pour parer les inondations, ont développé un fort attachement pour le bien. « Aujourd’hui je ne voudrais pas habiter autre part malgré tout. On n’a jamais pensé à déménager en 40 ans. » (Hony 1). Enfin, les inondations sont rendues supportables par le cadre et le voisinage.

A Vaux, les personnes interrogées n’évoquent pas de regrets non plus.

A Chênée en revanche, les personnes interrogées ont moins d’attachement pour le lieu. Les regrets ne portent pas tant sur les dommages causés par les inondations que par la déception de ce qu’est devenu le lieu.

Connaissance du risque

Connaissance initiale

La plupart des personnes interrogées à Honny et Vaux-sous-Chèvremont étaient conscientes du risque avant d’acheter, soit parce que l’ancien propriétaire les en avaient informés, soit parce qu’ils se sont renseignés auprès du voisinage en voyant que les maisons étaient surélevées dans le quartier, ou encore parce qu’ils venaient d’un quartier voisin. La connaissance initiale du risque n’a pas empêché ces personnes d’acheter car elles affectionnaient particulièrement le quartier, ou bien elles avaient l’habitude de vivre avec les inondations, ou encore elles avaient entendu dire que la commune avait prévu des travaux qui réduiraient les inondations dans le quartier (en particulier à Chaudfontaine).

A Chênée par contre, aucune des personnes interrogées ne s’est dite consciente du risque. Certaines l’ont su lors de la signature chez le notaire, et d’autres ont évoqué le fait de n’avoir jamais vu ni entendu parler d’épisodes

d'inondations dans le quartier. Celles-ci ne se disent donc pas en zone d'exposition aux inondations et ne vivent pas avec le risque.

La plupart des personnes qui avaient connaissance du risque avant d'acheter connaissaient l'ancien propriétaire des lieux, tandis que celles qui n'étaient pas conscientes du risque avaient trouvé le bien par le biais des annonces dans le journal ou sur internet.

Connaissance par l'expérience

La plupart des personnes interrogées ont dit en avoir beaucoup appris sur les inondations au fil des épisodes de crue qu'ils ont vécus. Si les premières expériences ont pu se révéler difficilement gérables, petit à petit, les stratégies de gestion du risque des habitants se sont affinées et ils arrivent aujourd'hui tous à faire face aux inondations sans subir de trop grands dommages. Par exemple, un habitant de Hony qui n'était pas conscient du risque en achetant, relate de sa première inondation comme un désastre : « On n'avait pas pensé aux inondations vu qu'on est très loin de l'Ourthe. Je n'aurais jamais pensé qu'on aurait les inondations. Pendant la première inondation, on a paniqué, il y a eu une panne d'électricité dans tout le village. » (Hony 1), et aujourd'hui cet habitant ne subit plus de dommages pendant les inondations car il est bien préparé au risque.

L'expérience des inondations a également augmenté les connaissances techniques des habitants sur les épisodes de crue. Ils arrivent notamment à savoir quelles conditions météorologiques combinées sont susceptibles de faire déborder le cours d'eau, comme un fort épisode pluvieux couplé à la fonte des neiges par exemple, ou encore le temps qu'il faut pour que l'eau atteigne le RDC de la maison une fois que le cours d'eau est sorti de son lit, et les chemins par lesquels l'eau passe. Ils connaissent également la fréquence des inondations. A Hony, il semble que les petites inondations surviennent tous les 2 à 3 ans et les grosses inondations, plus dangereuses, tous les 8 à 10 ans.

Très peu des habitants ne se fient aux prévisions de la télévision, de la radio, ou de la commune, si tant est que celle-ci ne donne des alertes. Ils préfèrent en général compter sur leur propre connaissance de l'aléa voire sur le site du SETHY, qui indique les débits des cours d'eau.

Les enquêtés qui ont déjà vécu des inondations ont par ailleurs tous évoqué l'entraide entre voisins que suscitent de tels événements, en particuliers les habitants de Hony, qui soulignent une solidarité extraordinaire dans le village : "A Hony, il y a une entraide phénoménale, on ne laisse pas quelqu'un tout seul." (Hony 5). Cette solidarité permet de renforcer la connaissance des inondations, puisque les voisins se donnent mutuellement des conseils et se préviennent lorsqu'un épisode de crue arrive, que ce soit directement ou par le biais de groupes dédiés au quartier sur les réseaux sociaux.

Stratégies

Caractéristiques du bien

Les maisons sont toutes surélevées de 40cm à plus d'1m. Elles sont toutes aménagées sur des caves, qui sont en général non aménagées, et qui servent seulement de stockage pour les objets qui ne craignent pas l'eau. Les prises électriques des caves sont en général en hauteur, même si finalement ça ne les

empêche pas d'être noyées. Si la chaudière est placée dans la cave par manque de place dans la maison, celle-ci est équipée pour résister à l'eau. De même, si les caves sont aménagées en garage par manque de place, elles sont conçues pour pouvoir être évacuées rapidement et facilement en cas d'inondation : par exemple, l'électroménager peut être monté sur roues, et les autres outils évacués par des chariots.

Le RDC par contre, étant très rarement sous eau, est aménagé normalement : « Les pièces du RDC sont aménagées normalement, on ne vit pas avec le risque. » (Vaux 1)

Les habitants d'Hony ont en général aménagé des installations électriques et de chauffage d'appoint, pour pouvoir vivre normalement dans la maison en cas d'inondation : « Ici on vit bien même quand on a les eaux grâce au kit de chauffage » (Hony 1). Les installations électriques des caves sont déconnectées du reste du circuit de la maison pour pouvoir la couper en cas de montée des eaux.

Enfin, les caves sont équipées de pompes qui permettent d'évacuer l'eau une fois que l'épisode pluvieux a cessé, ou d'empêcher que l'eau des caves n'atteigne le RDC.

Aujourd'hui, tous les habitants interrogés ont une assurance inondations : depuis une dizaine d'années, il semblerait que cette assurance soit obligatoire selon les personnes interrogées.

Actions en cas de crue

Anticipation du risque : les personnes interrogées qui habitent à proximité directe du cours d'eau regardent le niveau de l'eau sur les repères des piles de ponts ; pour les autres, certains ont une chambre de visite pour surveiller le niveau de l'eau. Tous sont attentifs aux conditions météorologiques, certains se renseignent sur le site du SETHY ou sur les médias et les réseaux sociaux. A Hony, ceux qui n'habitent pas au bord de l'eau sont prévenus par les habitants du point le plus bas du village, qui reçoivent les eaux en premier.

Quand la survenue de l'inondation est avérée, en général, les personnes interrogées à hony ont 4h pour mettre leur famille, leurs animaux de compagnie et leurs biens en sécurité. Comme les caves sont préparées pour être évacuées rapidement, il n'y a pas de dégâts en général. « Le problème c'est quand il n'y a pas eu d'inondations depuis longtemps, on commence à entasser dans la cave » (Hony 1).

Pendant l'inondation : les habitants accèdent à leur maison avec les cuissardes et les bottes et y vivent grâce au kit de chauffage. « Quand les eaux arrivent par débordement, on évacue tout et on laisse couler, il n'y a rien à faire. » (Hony 1). Certains habitants installent des plaques devant les portes d'entrée pour empêcher que les boues n'entrent, quand la configuration de la maison le permet (c'est-à-dire quand il n'y a pas trop de portes). Les habitants préfèrent laisser l'eau entrer dans les caves pour éviter qu'elle n'exerce trop de pression sur les murs au risque d'abîmer les joints et affaiblir la structure. Toutes les personnes interrogées continuent à vivre dans la maison pendant les épisodes de crue : « le problème, c'est quand l'eau monte, il faut surveiller tout le temps. Mais quand l'alerte est passée, on vit normalement parce que tout est prévu pour. » (Hony 2).

Après l'inondation : Une fois que l'épisode pluvieux est passé, les habitants laissent les eaux redescendre naturellement jusqu'à 10-20cm puis activent les pompes et nettoient en même temps.

« En résumé, il faut vivre avec, limiter le stockage et évacuer dès que le risque est annoncé. » (Hony 1) « ça n'empêche pas de vivre » (Hony 4)

Éléments qui selon les habitants ont augmenté ou réduit le risque d'inondations

Éléments passés

Dans les trois zones étudiées, les habitants évoquent qu'un canal a été remblayé à proximité de la zone à risque et pensent que ça a augmenté la fréquence des inondations.

Le mur anti-crue du centre d'Esneux a beaucoup été évoqué. Les personnes interrogées disent qu'il fonctionne très bien à Esneux. Certains pensent que depuis la construction du mur, les inondations sont plus fortes en aval à Hony, car ça n'a fait que déplacer le problème. D'autres disent ne pas avoir vu de différence dans le risque d'inondation à Hony depuis la construction du mur d'Esneux.

Par ailleurs, il semblerait que la ville d'Esneux gère mieux le barrage et que cela provoque moins d'inondations.

A Chênée, la réfection d'une place qui était anciennement continuellement inondée a fortement réduit les inondations. Aujourd'hui la place n'est plus jamais inondée.

En ce qui concerne le développement urbain, les avis sont partagés : « Je ne sais pas du tout si l'urbanisation a influencé les inondations. En tout cas elle n'influence pas les pluies qui nous arrivent. L'énigme est de savoir comment ça se passait il y a 50 ans. A écouter les vieux, il n'y avait pas d'inondations, ou bien un hiver sur deux on mangeait les pieds dans l'eau. » (Hony 2).

Éléments de solution possibles d'après les habitants

A Hony, la plupart des habitants pensent qu'un mur ne pourrait pas être construit sur les berges du village car ça dénaturerait la vallée. De plus, certains pensent qu'un mur ne suffirait pas : « ici on ne saurait pas canaliser l'eau. Vous imaginez les mètres cubes qu'il faudrait reprendre ? Il faudrait faire des murs de 4m de haut... » (Hony 2), voire que ça ne ferait que déplacer le problème.

Il faudrait augmenter le débit par exemple.

Vision des autorités publiques et des médias

« La commune n'aide pas mais que voulez-vous qu'ils fassent ? C'est plus une organisation entre gens du village. » (Hony 2)

De manière générale, les avis sont partagés : la plupart disent que la commune n'avertit pas en cas de crue, mais certains disent tout de même que leur commune fait des études ou des travaux pour limiter les risques d'inondation, en particulier dans la commune de Chaudfontaine. « Je ne sais même pas si la commune prévient les gens. Non la commune n'a jamais prévenu quoi que ce soit, c'est plutôt les médias. » (Hony 2). Certaines des personnes interrogées montrent un sentiment d'amertume par rapport aux autorités : « A la dernière grosse inondation en 2009, la commune n'a pas réagi à temps, ça a été une vraie catastrophe. L'eau est passée à travers le garage, la route était arrachée. La commune bloque les routes en cas d'inondations mais elle ne fait pas grand-chose. »

Elle vient juste laver les taques d'égout et puis merci au revoir. » (Hony 5). A Honny notamment, le cas est particulier car la commune a fait construire un barrage anti-crues en amont à Esneux, mais pas à Honny, donc certains expriment un sentiment d'abandon par rapport aux habitants du centre d'Esneux.

Par contre, tous disent que la protection civile aide en mettant à disposition des sacs de sable et en évacuant les bâtiments à risque.

La plupart disent qu'il y a des règles très strictes sur les constructions en zones inondables, mais certains suggèrent que ces règles ne sont pas toujours appliquées de la même manière en fonction du demandeur de permis.

En ce qui concerne les médias : « les articles exagèrent un peu mais restent objectifs quand même. » (Hony 1) « Je trouve qu'ils sont un peu alarmistes mais c'est partout comme ça. Parfois ils annoncent des bêtises. » (Hony 2)

Positionnement par rapport à d'autres catégories de populations

Un constat général est que les populations qui vivent en dehors d'un risque donné ne le perçoivent pas du tout de la même manière que celles qui vivent dedans. A Chênée et Vaux, beaucoup de personnes interrogées ont évoqué des faits catastrophiques : « c'est tragique ce qui se passe à Honny » (Chênée 3), alors que pourtant les habitants de Honny relatent leur expérience avec beaucoup de calme, comme si le risque était intégré dans leur routine quotidienne : « je ne trouve pas que les inondations soient si catastrophiques. » (Hony 2)

A Honny, certains habitants ont également un regard plus dramatique sur ce qui se passe dans les zones d'habitat permanent de Méry. « Les campings abritaient au début des caravanes puis des caravanes résidentielles montées sur blocs. Puis ça a basculé en HP quand les proprios ont fini par acheter des appartements en Espagne plutôt que dans les campings. Les campings sont maintenant précarisés. L'évacuation se passe mal à cause du brol qui traîne partout. Pendant les inondations, les caravanes doivent être abandonnées. » (Hony 4)

3.4. Discussion

Rappel des résultats principaux de l'étude

Pour rappel, l'enquête doit répondre aux questions de recherches suivantes : l'enquêté est-il conscient du risque, et si oui, comment l'anticipe-t-il et quels sont les moyens et stratégies qu'il met en œuvre pour y faire face ?

Il ressort des dix entretiens effectués dans les deux zones d'étude que, à Hony et Vaux-sous-Chèvremont, les habitants se disent conscients du risque, mais à Chênée, cela dépend de la localisation des habitants, qui habitent pourtant tous dans des zones recensées à risque sur la carte de l'aléa.

Néanmoins, parmi toutes les personnes interrogées qui sont conscientes du risque, celles qui l'anticipent le plus sont les habitants de Hony, car la forte fréquence des inondations a en quelque sorte ancré la gestion du risque dans les gestes du quotidien. Après avoir vécu plusieurs inondations, ils sont capables d'anticiper le risque et de s'y préparer pour limiter au maximum les dommages matériels et corporels.

De manière générale, la gestion du risque est vue par les personnes interrogées comme une tâche individuelle, qui incombe aux habitants, qui ne sont pas du tout aidés par la commune, à l'exception de la commune de Chaudfontaine qui a fait plusieurs aménagements pour réduire les risques d'inondations.

Enfin, beaucoup des personnes interrogées évoquent certains développements urbains qui ont pu éventuellement augmenter le risque d'inondation, comme le remblai de canaux ou l'imperméabilisation de près en zone inondable, mais très peu d'entre eux n'avancent ce genre de propos avec certitude.

Comparaison des résultats avec la littérature et discussion

Deux études menées en Angleterre et en France sur, respectivement, la vulnérabilité face aux inondations, et la représentation sociale de l'inondation ont abordé des thèmes de recherche similaires à ceux étudiés dans ce mémoire. Il paraît donc intéressant de comparer les résultats de ces deux études à ceux de ce mémoire.

D'une part, l'étude menée par Tapsell, S. et al. en 2002 dans les villes récemment inondées de Todmorden, West Auckland et South Church a permis de tirer des conclusions quant à l'impact des inondations sur la santé mentale, et le changement de comportement des individus suite à une inondation. L'enquête a été effectuée par le biais de plusieurs focus groups avec des habitants ayant tous vécu les inondations qui ont surgi quatre mois avant la réalisation de l'étude.

Impact des inondations sur la santé mentale

L'un des plus gros impacts révélés dans l'étude de 2002 sur les habitants anglais qui venaient de subir une inondation a été le stress post traumatique. Les différents focus groups

ont permis de montrer un lien entre le niveau de stress post traumatique ressenti par les individus et l'importance des dommages qu'ils ont subis pendant l'inondation.

Ces résultats rejoignent ceux de l'enquête menée dans ce mémoire : les habitants d'Hony et de Chênée ont évoqué avoir « paniqué » lors de leur première inondation, lorsqu'ils n'étaient pas bien préparés au risque. Mais tous les habitants qui sont bien préparés au risque et qui ne subissent plus de dommages corporels ni matériels pendant les inondations ne montrent pas de signe de stress post traumatique, et ne se disent pas affectés par le risque : « on ne vit pas avec le risque. ». Néanmoins, bien que le stress ressenti par les individus interrogés ne soit pas évoqué directement par eux, leurs propos révèlent toutefois une certaine forme d'anxiété accrue lors des gros épisodes pluvieux : « le problème, c'est quand l'eau monte, il faut surveiller tout le temps. Mais quand l'alerte est passée, on vit normalement parce que tout est prévu pour. » (Hony 2).

Par ailleurs, les inondations dans les trois villes anglaises ont développé une solidarité entre voisins, qui a permis aux victimes des inondations de surmonter les effets psychologiques des inondations, notamment grâce au fait de pouvoir partager et rire de leurs expériences respectives.

Les entretiens réalisés auprès des habitants de Hony ont révélé les mêmes résultats : les inondations cultivent la solidarité entre voisins, et beaucoup des personnes interrogées ont appris à mieux gérer le risque en partie grâce à cela.

Changements de comportement suite aux inondations

Après avoir expérimenté les inondations, les personnes interrogées en Angleterre ont changé certains de leurs comportements face au risque. Par exemple, ils n'ont plus stocké d'objets de valeurs dans les zones potentiellement inondées. De plus, certains ont dit avoir appris à distinguer les différents épisodes pluvieux, et savent maintenant reconnaître les épisodes pluvieux susceptibles de générer des inondations.

Les entretiens en province de Liège ont montré les mêmes résultats : tous les habitants interrogés ont montré une meilleure adaptation au risque avec l'expérience.

D'autre part, l'étude menée par Baggio, S., et Rouquette, M.-L. en 2006 auprès de 583 étudiants de trois villes de France classées en zone inondable (Reims, Montpellier et Nîmes) a permis de tirer des conclusions sur l'attribution de responsabilité et la représentation sociale de l'inondation. Il paraît donc intéressant de comparer les résultats de ces deux études, sachant que les méthodes de recherche employées sont différentes : l'étude de 2006 porte sur des questionnaires tandis que ce mémoire porte sur des entretiens semi-dirigés. Les titres des différents thèmes sont directement repris de l'étude de 2006 pour plus de clarté.

L'étude de 2006 mesure l'influence de deux variables sur les différents thèmes proposés (développés ci-dessous) :

- La proximité perçue au risque : oppose les personnes qui se pensent en zone inondable à ceux qui se pensent éloignés du risque.
- L'importance de l'enjeu : le degré perçu du danger provoqué par les inondations.

L'attribution de responsabilité dans le phénomène d'inondation

Ce thème est étudié dans l'étude de 2006 car l'attribution de lien de cause à effet dans les cas de catastrophe naturelles permet aux individus qui les subissent de mieux accepter le risque, en le rendant plus contrôlable.

D'une part, l'étude de 2006 montre que les étudiants interrogés attribuent en majorité la responsabilité de l'inondation à l'Etat et les entreprises, plus qu'à eux-mêmes ou encore qu'à l'imprévisibilité. Ces résultats ne dépendent pas de l'importance de l'enjeu perçue, mais ils varient en fonction du lieux (Reims, Montpellier ou Nîmes) : les étudiants de Nîmes et de Montpellier (qui sont plus fréquemment et plus fortement soumises aux inondations que Reims), sont plus nombreux à accuser l'Etat.

Or, l'enquête de ce mémoire montre des résultats inverses : les habitants de Hony, qui sont les plus exposés, ont semblé adopter une attitude plus proche du « tout dépend de moi » (Baggio, S., & Rouquette, M.-L., 2006, p.105) plutôt que d'attribuer la responsabilité à la commune. A l'inverse, à Chênée, où les inondations sont moins fréquentes et moins conséquentes, les habitants semblent attribuer la responsabilité à la commune à chaque sujet qui les touche.

Néanmoins, l'enquête de 2006 précise que dans les villes de Montpellier et Nîmes, les inondations causent souvent de nombreux dégâts matériels. Or à Hony, les habitants interrogés sont tellement préparés au risque qu'il n'y a presque pas de dommages.

Il serait donc intéressant d'étudier dans quelle mesure la gestion du risque est influencée par l'attribution de responsabilité : les individus sont-ils moins préparés à la gestion du risque lorsqu'ils remettent toute la responsabilité de l'enjeu sur les autorités publiques ? ou bien est-ce que les individus ont plus tendance à attribuer la responsabilité aux autorités publiques lorsque leur vulnérabilité (la configuration de leur habitat, leurs moyens financiers,...) ne leur permet pas de gérer le risque ?

D'autre part, un autre résultat commun aux deux études est l'influence de la médiatisation sur l'attribution de responsabilité. Dans l'étude de 2006, les étudiants qui s'informaient le plus par les médias étaient plus nombreux à remettre la responsabilité sur l'Etat. Les auteurs de l'étude prennent un peu de recul par rapport à ce résultat en évoquant la différence de culture du risque entre les différents types de médias.

Dans l'enquête menée pour ce mémoire, ce sont plutôt les individus qui se renseignent par le biais des réseaux sociaux qui attribuent la responsabilité à l'Etat avec le plus de convictions et de véhémence. Pour le reste des individus (ceux qui se renseignent par le biais de la télévision ou de la radio), l'enquête ne permet pas de tirer de conclusions sur la question.

Néanmoins, l'enquête permet toutefois de montrer que les médias, souvent alarmistes comme évoqué dans les résultats des entretiens, génèrent des différences de perception entre les personnes exposées à un risque en particulier et celles qui n'y sont pas exposées. Par

exemple, plusieurs habitants d'Hony trouvent que les médias exagèrent les inondations du village, alors qu'eux ne les trouvent pas si catastrophiques. En parallèles, les habitants de Chênée et Vaux ont été plusieurs à qualifier les inondations d'Hony de « Tragiques ».

Les médias ont donc une influence certaine sur la perception de l'inondation, mais on peut moins tirer de conclusions de ces deux enquêtes quant à l'influence des médias sur l'attribution de responsabilité. Néanmoins, un résultat tiré de l'enquête de ce mémoire laisse à penser qu'il serait probablement intéressant d'étudier l'influence de la fréquentation des réseaux sociaux sur l'attribution de responsabilité : la fréquentation des réseaux sociaux nourrit-elle un ressentiment contre les autorités publiques ?

La représentation sociale de l'inondation

La représentation sociale de l'inondation a été analysée par le biais de deux expériences dans l'étude de 2006 : une association libre continuée et un questionnaire de caractérisation. Un des résultats qui est intéressant pour ce mémoire est l'influence des deux variables (proximité et importance du risque) sur la représentation sociale de l'inondation.

Dans l'étude de 2006, il ressort que pour les personnes qui se pensent éloignées du risque, l'importance du risque influence directement la représentation qu'ils en ont. Par exemple, si le risque est perçu comme mortel par un individu, alors les inondations portent une connotation catastrophique pour cet individu, et inversement. Pour les individus qui se pensent exposés au risque, les résultats sont similaires, mais les termes « tragédie » et « fatalité » semblent plus représenter l'inondation en cas de danger matériel ou mortel.

Dans l'enquête menée pour ce mémoire, il semble que les résultats soient similaires pour les personnes éloignées du risque : comme évoquée plus haut, si l'on considère le risque à Hony, les habitants de Chênée et Vaux n'y sont pas exposés. Or elles s'en font une représentation catastrophique et tragique, probablement parce que les médias exagèrent les conséquences des inondations. A l'inverse, en ce qui concerne les personnes exposées au risque, il semble que la représentation sociale de l'inondation soit beaucoup moins connotée de « tragique » dans l'étude de ce mémoire que dans l'étude de 2006. La représentation sociale de l'inondation serait donc directement liée aux dommages causés par les inondations, et non au risque lui-même.

3.5. Conclusion partie 3

En conclusion de cette deuxième partie de l'étude sur la vulnérabilité des populations, il semble que les habitants exposés au risque ne sont pas toujours conscients qu'ils vivent en zone à risque. Certains à l'inverse, en sont conscients mais décident de l'ignorer car le risque est tellement faible à leurs yeux qu'ils préfèrent ne pas vivre dans la peur de l'inondation. Enfin, ceux qui sont fréquemment exposés au risque acceptent le fait d'y être exposé comme un élément de leur quotidien.

Par ailleurs, il ressort que les individus qui sont conscients et qui acceptent le risque apprennent à mieux le connaître avec l'expérience vécue. Les habitants qui ont vécu le plus d'inondations sont ceux qui sont capables de mieux les gérer, tant en anticipation que pendant et après l'inondation. Les habitants les plus vulnérables sont donc ceux qui n'ont jamais expérimenté d'inondation, tout autre paramètre constant par ailleurs.

La gestion du risque, dans ses trois étapes, s'est également montrée plus efficace dans les quartiers où la solidarité entre voisins est plus développée. Il est donc possible que les individus les plus vulnérables soient ceux qui résident dans des quartiers où l'isolement des foyers est important.

Enfin, l'attribution de responsabilité semble dépendre directement de l'importance des dommages subis par les individus. Ceux qui ont subi plus de dommages ont plus tendance à incriminer les autorités publiques, tandis que ceux qui arrivent à gérer les inondations sans subir de dommages portent l'entière responsabilité de la gestion du risque.

Il faut toutefois prendre du recul par rapport à ces résultats, car toutes les personnes interrogées pour ce mémoire semblaient vivre dans des habitations de qualité assez importante pour limiter les dégâts en cas d'inondation. Or ce n'est pas le cas pour les personnes qui résident dans des caravanes dans les zones d'Habitat Permanent. Il serait intéressant de prolonger cette étude en réalisant des entretiens dans les zones d'Habitat permanent, afin de vérifier si les conclusions restent les mêmes malgré une vulnérabilité des habitants plus importante. Ce mémoire devait initialement inclure des entretiens dans les zones d'Habitat Permanent, mais trop peu de personnes ont répondu à l'enquête (une seule personne).

Conclusion

Si de nos jours les inondations augmentent, tant par leur fréquence que par leur intensité, en parallèle d'une recherche de plus en plus poussée sur les inégalités environnementales face aux risques, les études sur les inégalités environnementales face au risque d'inondation en Wallonie ne sont pas encore très développées.

De nombreuses études sur les inégalités environnementales ont par ailleurs montré qu'il n'est pas judicieux d'établir des cartes choroplèthes de la population pour déterminer quelles populations sont exposées à un risque donné, car les échelles des données de population sont délimitées par des secteurs administratifs qui ne coïncident pas avec les zones à risque. Ainsi, cela fausse les résultats. Une technique florissante dans la littérature est la désagrégation de la population par l'élaboration de cartes dasymétriques. Néanmoins, il n'y a pas de méthodologie universalisée à ce jour pour cette technique, et celle-ci génère de gros calculs. Une nouvelle méthode a donc été développée dans ce mémoire, qui se base sur les données du cadastre.

L'étude s'est portée dans un premier sur l'exposition des populations au risque d'inondation, puis dans un deuxième temps sur la vulnérabilité des habitants de certains quartiers aux inondations. L'exposition des populations a été déterminée par une analyse qualitative, qui a montré que les populations moyennement précaires sont plus exposées que les populations les plus précaires et les populations les plus aisées ; tandis que la vulnérabilité des habitants a été étudiée au travers d'entretiens semi-dirigés.

Les entretiens n'ont pas pu être réalisés à grande échelle, et ne permettent donc pas d'établir des comparaisons entre les différentes classes de la population. Ils permettent néanmoins de mettre les résultats de la première partie en perspective, en montrant que malgré une très forte exposition au risque, comme à Hony par exemple, les populations ne subissent pas nécessairement de grands dommages, c'est-à-dire qu'elles ne sont pas nécessairement vulnérables au risque d'inondation. Ce mémoire montre donc l'importance de prendre en compte la vulnérabilité dans l'étude des inégalités environnementales face au risque. Ainsi, un comparatif de l'exposition et de la vulnérabilité permettrait de mieux expliquer les causes de ces inégalités.

Enfin, comme énoncé dans l'état de l'art, il existe plusieurs catégories d'inégalités environnementales, et il faut garder en tête que si certaines populations sont plus exposées à un risque, elles peuvent être par ailleurs plus privilégiées au regard d'une autre catégorie d'inégalités environnementales. Par exemple, à Hony, les habitants interrogés ont évoqué une très grande qualité de vie grâce au cadre idyllique que leur offre leur environnement. Ainsi, s'ils sont plus exposés aux inondations que le reste de la population, ils ont également accès à plus d'aménités environnementales. Il serait donc intéressant, à terme, de réaliser des études transversales des inégalités environnementales.

Comme détaillé dans les discussions des deux sous-parties de l'étude, ce mémoire présente certaines limites. Tout d'abord, l'Indice Synthétique de Difficulté (ISD) utilisé est calculé à l'échelle du secteur statistique, qui ne correspond pas à l'échelle de l'aléa d'inondation. Pour réaliser une étude plus précise, il faudrait donc construire un nouvel indice mais à l'échelle de la carte d'aléa d'inondation cette fois-ci.

Ensuite, la première partie se base également sur les données du cadastre, qui comportent un certain degré d'incertitude.

Enfin, la vulnérabilité n'a malheureusement pas pu être étudiée dans des quartiers très précaires, ce qui ne permet pas d'évaluer la capacité de gestion du risque chez les populations les plus précarisées.

Dans le futur, il pourrait être intéressant de confronter ces résultats avec ceux obtenus par une autre méthodologie, puisqu'il a été démontré que différentes méthodes de désagrégation des données de population peuvent donner des résultats assez différents.

De la même manière, l'ISD utilisé ici est le résultat d'une APC, qui combine une vingtaine de caractéristiques socio-économiques de la population wallonne. Il serait intéressant d'étudier les inégalités face au risque d'inondation en fonction de certaines catégories plus précises de populations, comme les retraités, les personnes âgées, ou encore les demandeurs d'emploi.

Bibliographie

- Baggio, S., & Rouquette, M.-L. (2006). La représentation sociale de l'inondation : influence croisée de la proximité au risque et de l'importance de l'enjeu. *Bulletin de psychologie*, 1(481), 103-117.
- Beckers, A., Dewals, B., Erpicum, S., Dujardin, S., Detrembleur, S., Teller, J., Piroton, M., & Archambeau, P. (2013). Contribution of land use changes to future flood damage along the river Meuse in the Walloon region. *Natural Hazard and Earth System Sciences*, 13, 2301-2318.
- Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I. and Wisner, B. (1994) *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters*. London: Routledge.
- Blanchet, A., & Gotman, A. (2010). L'enquête et ses méthodes : l'entretien, d'Alain Blanchet et Anne Gotman (éditions Armand Colin).
- Bruwier, M., Mustafa, A., Aliaga, D. G., Archambeau, P., Erpicum, S., Nishida, G., Zhang, X. W., Piroton, M., Teller, J. & Dewals, B. (2018). Influence of urban pattern on inundation flow in floodplains of lowland rivers. *Science of the Total Environment*.
- Chakraborty, J., & Armstrong, M. P. (1997). Exploring the use of buffer analysis for the identification of impacted areas in environmental equity assessment. *Cartography and Geographic Information Systems*, 24(3), 145–157.
- Chaumel, M., & La Branche, S. (2008) . *Inégalités écologiques : vers quelle définition ?* Espace Populations sociétés. Ed. Université des Sciences et Technologies de Lille. Extrait du site web OpenEdition Journals: 10.4000/eps.2418
- Cutter, S. (1996) 'Societal Vulnerability to Environmental Hazards', *Social Science Quarterly* 84(2): 242–61.
- Eicher, C., & Brewer, C. (2001). Dasymetric mapping and areal interpolation: implementation and evaluation. *Cartography and Geographic Information Science*, 28, 125–138.
- Emelianoff, C. (2006), Connaître ou reconnaître les inégalités environnementales, *Travaux et Documents*, 25, 35-43.
- Fielding, J. and Burningham, K. (2005) 'Environmental Inequality and Flood Hazard', *Local Environment* 10(4): 1–17.
- Fielding, J. (2012). Inequalities in exposure and awareness of flood risk in England and Wales. *Disasters*, 36(3), 477-494.
- Gelormino, E., Melis, G., Marietta, C., & Costa, G. (2015). From built environment to health inequalities: an explanatory framework based on evidence, *Preventive medicine reports*, 2, 737-745. Retrieved from ScienceDirect website:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.pmedr.2015.08.019>
- Giraudet, G. (2017). « *Analyse des conséquences des formes urbaines sur les inondations provoquées par de fortes précipitations en zone urbaine* », Mémoire de Master en Sciences Appliquées (finalité ingénierie architecturale et urbaine), sous la direction de Teller, J. et Dewals, B., Liège, Université de Liège, 102p.

- Greiving, S., Fleischhauer, M., & Lückenkötter, J. (2007). A methodology for an integrated risk assessment of spatially relevant hazards. *Journal of Environmental Planning and Management*, 49(1), 1-19.
- Goodchild, M., Anselin, L., & Deichmann, U. (1993). A framework for the areal interpolation of socioeconomic data. *Environment and Planning A*, 25, 383–397.
- Holt, J. B., Lo, C. P., & Hodler, T. W. (2004). Dasymetric estimation of population density and areal interpolation of census data. *Cartography and Geographic Information Science*, 31, 103–121.
- Laigle, L., & Tual, M. (2007). Conceptions des inégalités écologiques dans cinq pays européens : quelle place dans les politiques de développement urbain durable ? récupéré le 01 novembre 2018 sur OpenEdition Journals, Développement durable et territoires : 10.4000/developpementdurable.4262
- Lejeune, Z., & Teller, J. (2016). Incentives and barriers to environmental inequality mobilization: A case-study analysis in Wallonia, Belgium, *Environmental Science & Policy*. Elsevier. Retrieved from ScienceDirect web site: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.07.016>
- Lejeune, Z., Khignesse, G., Kryvobokov, M., & Teller, J. (2016). Housing quality as environmental inequality: the case of Wallonia, Belgium, *Journal of Housing and the Built Environment*. Springer. Retrieved from Orbi website: https://orbi.uliege.be/request-copy/2268/184219/270760/10.1007_s10901-015-9470-5-2.pdf
- Maantay, J. A., Maroko, A., & Herrmann, C. (2007). Mapping population distribution in the urban environment: The Cadastral-based Expert Dasymetric System (CEDS). *Cartography and Geographic Information Science*, 34(2), 77–102.
- Maantay, J., & Maroko, A. (2009). Mapping urban risk: Flood hazards, race, & environmental justice in New York. *Applied Geography*, 29(1), 111–124.
- Mennis, J. (2003). Generating surface models of population using dasymetric mapping. *The Professional Geographer*, 55(1), 31–42.
- Mustafa, A., Bruwier, M., Archambeau, P., Erpicum, S., Piroton, M., Dewals, B., & Teller, J. (2018). Effects of spatial planning on future flood risks in urban environments. *Journal of Environmental Management*, 225, 193-204.
- Nasiri, H., Yusof, M., & Ali, T. (2016, 26 avril). An overview to flood vulnerability assessment methods. Récupéré sur springelink.com, DOI: 10.1007/s40899-016-0051-x.
- Ohl, C. and Tapsell, S. (2000) 'Flooding and Human Health: The Dangers Posed Are Not Always Obvious', *BMJ* 321 (11 November): 1167–1168.
- Rufat, S., Tate, E., Burton, C. G., Maroof, A. S. (2015). Social vulnerability to floods: review of case studies and implications for measurement. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 14, 470-486.
- Tapsell, S. M., Penning Rowsell, E. C., Tunstall, S. M. and Wilson, T. L. (2002) 'Vulnerability to Flooding: Health and Social Dimensions', *Philosophical Transactions of the Royal Society London A* 360: 1511–25.

Walker, G., & Burningham, K. (2011). Flood risk, vulnerability and environmental justice: Evidence and evaluation of inequality in a UK context. *Critical Social Policy*, 31(2), 216-240.