
Travail de fin d'études / Projet de fin d'études : Stratégies d'adaptation du tissu urbain existant face aux enjeux de la gestion des eaux pluviales : Application à la Ville de Liège

Auteur : Gustin, Lisa

Promoteur(s) : Teller, Jacques

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

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

Année académique : 2024-2025

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/24915>

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.

**Stratégies d'adaptation du tissu urbain existant face aux enjeux de la
gestion des eaux pluviales :
Application à la Ville de Liège**

Travail de fin d'études présenté par Lisa GUSTIN en vue de l'obtention du
grade de Master Ingénieur Civil Architecte, à finalité spécialisée en ingénierie
architecturale et urbaine

Président des mémoires : Pr. Mario COOLS

Promoteur : Pr. Jacques TELLER

Membres du jury : Pr. Aurore DEGRÉ

Dr. Lisa DJANARALIEVA

M. Jérôme BRIXKO

RESUME

Les inondations de juillet 2021 ont révélé la vulnérabilité de la ville de Liège face aux précipitations extrêmes et à la saturation du réseau unitaire. Ce mémoire s'attache à explorer le potentiel de la gestion décentralisée des eaux pluviales dans le tissu urbain existant. L'étude s'appuie sur le classement typologique et morphologique des îlots urbains défini par Joshi et al. (2022), permettant d'identifier des archétypes représentatifs du centre-ville liégeois. Pour chacun de ces îlots, plusieurs scénarios d'aménagement ont été établis, intégrant différents dispositifs tels que les toitures stockantes, les citernes, les noues ou les bassins secs. Leur performance a été mesurée, à l'échelle de l'îlot, selon deux indicateurs : la réduction de surfaces incidentes et le taux de reprise. Cette approche permet d'apprécier la contribution potentielle de chaque scénario à la diminution du ruissellement et au soulagement des réseaux. Les résultats mettent en évidence que, même dans un tissu bâti dense, le travail sur l'existant ouvre des perspectives d'adaptation positives, qui, projetées à l'échelle de la ville, renforcent la résilience hydraulique de Liège.

ABSTRACT

The floods of July 2021 revealed the vulnerability of the city of Liège to extreme rainfall and the saturation of the combined sewer system. This thesis explores the potential of decentralised stormwater management in the existing urban fabric. The study is based on the typological and morphological classification of urban blocks defined by Joshi et al. (2022), which identifies representative archetypes of Liège's city centre. For each of these blocks, several development scenarios were established, incorporating various measures such as storage roofs, cisterns, swales and dry basins. Their performance was measured at the block level using two indicators: reduction in incident surfaces and recovery rate. This approach makes it possible to assess the potential contribution of each scenario to reducing runoff and relieving pressure on the networks. The results show that, even in a dense built environment, working with existing structures opens up positive adaptation prospects which, when projected at city level, strengthen Liège's hydraulic resilience.

REMERCIEMENTS

Mes remerciements vont particulièrement à mon promoteur, Pr. Jacques Teller, pour son expertise, son encadrement et son suivi régulier tout au long de l'année académique. Je remercie également Pr. Aurore Degré, Dr Lisa Djanaralieva et M. Jérôme Brixko, membres du jury, pour l'intérêt porté à mes recherches, ainsi que Pr. Mario Cools, président du comité des mémoires.

Ma reconnaissance s'adresse aussi aux spécialistes rencontrés : M. Jérôme Brixko pour son apport professionnel sur la gestion intégrée des réseaux d'assainissement, M. Pierre Bricteux responsable du Service Aménagement du Territoire de la Ville de Liège, pour son approche urbanistique et les documents transmis, ainsi que Catalina Codruta Dobre pour ses échanges sur les projets bruxellois.

Ce travail s'appuie également sur l'étude de Mitali Yeshwant Joshi, que je remercie pour le partage de données et le temps consacré à leur explication, ainsi que sur la collaboration avec Clotilde Bourdoux, étudiante en urbanisme et développement territorial, dont les échanges et le travail fourni ensemble ont enrichi cette recherche.

Je tiens à remercier chaleureusement les habitants des îlots étudiés, pour leur accueil et les visites qui ont permis de mieux comprendre les contraintes techniques.

Enfin, je remercie mes amis et ma famille pour leur soutien et leurs encouragements, et tout particulièrement mes parents, pour avoir rendu possible l'intégralité de mon parcours académique.

PRÉAMBULE

Au cours de mon parcours au sein du cursus d'ingénieur architecte à l'Université de Liège, j'ai eu l'opportunité d'explorer l'architecture sous toutes ses facettes. Cette formation m'a permis de naviguer entre conception et technique, théorie et pratique, en abordant des domaines variés tels que la construction, les systèmes du bâtiment, la physique, l'aménagement du territoire, ainsi que le dimensionnement d'éléments constructifs et la connaissance des matériaux. Cette approche complète m'a offert une vision transversale du projet, de l'échelle du détail à celle du territoire.

Parmi l'ensemble de ces enseignements, l'urbanisme et la conception du territoire durable a particulièrement marqué mon parcours. Il m'a amené à considérer la ville comme un système où chaque flux doit être intégré de manière cohérente. Dans ce contexte, l'eau pluviale n'est pas un déchet mais une ressource à gérer avec intelligence. Sa valorisation est devenue un enjeu majeur face aux risques d'inondation, aux effets du changement climatique et à la pression croissante sur les ressources naturelles.

C'est dans cette perspective que s'inscrit ce mémoire, consacré à la gestion des eaux pluviales en milieu urbain, avec pour objectif de transformer une contrainte en opportunité pour des villes plus résilientes et durables.

Faire de l'eau un allié plutôt qu'une contrainte, c'est offrir à la ville de demain les outils pour s'adapter aux défis climatiques tout en améliorant la qualité de vie de ses habitants.

SOMMAIRE

Résumé.....	1
Abstract	2
Remerciements	3
Préambule.....	4
Sommaire	5
Table des figures.....	6
Table des tableaux	7
1. Introduction	8
2. Etat de l'art	9
2.1. Motivations.....	9
2.2. Définitions	11
2.3. Solutions de gestion des eaux pluviales	13
2.4. Obstacles techniques et financiers (Vasconcelos et al., 2022).....	25
2.5. Planification.....	27
2.6. Méthode de calcul	37
2.7. Cas d'étude dans la littérature.....	40
3. Méthodologie et questions de recherche	43
4. Résultats	61
4.1. Analyse du périmètre d'étude	61
4.2. Présentation générale des îlots étudiés	64
4.3. Présentation détaillée des îlots archétypes.....	67
4.4. Scénarios alternatifs envisagés	80
4.5. Taux d'évaluation des différents scénarios.....	84
4.6. Interprétation des résultats.....	86
5. Discussion.....	90
6. Conclusion.....	98
Bibliographie.....	100
Annexes.....	i

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Importance relative de l'infiltration, de ruissellement et de l'évapotranspiration selon l'occupation des sols (Ville de Liège, 2025).....	10
Figure 2 : Schéma triangulaire des SUDS (Perales-Momparler et al., 2015).....	14
Figure 3 : Schéma en profil d'une chaussée à structure réservoir (Teller et al., 2023)	19
Figure 4 : Schéma en coupe d'une tranchée drainante et d'une tranchée infiltrante (Teller et. al., 2023)	21
Figure 5 : Noue d'infiltration simple (Teller et al., 2023)	22
Figure 6 : Exemples de bassins secs (Teller et al., 2023).....	23
Figure 7 : Exemples de bassins en eau (Teller et al., 2023)	24
Figure 8 : Carte reprenant les 7 organismes d'assainissement agréés en Wallonie (SPGE, s. d.-a).....	32
Figure 9 : Schéma décisionnel (Teller et al., 2023)	34
Figure 10 : Les apports de la participation citoyenne (Schelings,2021)	35
Figure 11 : Schéma de principe d'évolution temporelle des débits entrant et sortant ainsi que du volume stocké (Dewez et al., 2023).....	38
Figure 12 - Schéma méthodologique	45
Figure 13 - Carte des surfaces incidentes de l'îlot 629	58
Figure 14 - Typologie C : Représentativité à l'échelle de la ville de Liège	58
Figure 15 - Table d'attribut du Scénario 1 - Ilot 629.....	58
Figure 16 - Tableau de reprise à l'échelle de l'îlot - Scénario 1 - Ilot 629.....	59
Figure 17 - Dimensionnement du dispositif 629_S1_CIT_1.....	59
Figure 18 – Typologies de morphologies urbaines (Joshi et al. ; 2022)	64
Figure 19 - Présentation générale des archétypes	66
Figure 20 - Vue satellite de l'îlot 919.....	68
Figure 21 - Schéma de contraintes de l'îlot 919.....	68
Figure 22 - Plans schématiques de l'îlot 919	69
Figure 23 - Vue satellite de l'îlot 919.....	69
Figure 24 - Schéma de contraintes de l'îlot 1206.....	70
Figure 25 - Plans schématiques de l'îlot.....	70
Figure 26 - Vue satellite de l'îlot 629.....	71
Figure 27 - Schémas de contraintes de l'îlot 629	71
Figure 28- Plans schématiques de l'îlot 629	72
Figure 29 - Vue satellite de l'îlot 542.....	72
Figure 30 - Schéma de contraintes de l'îlot 542.....	73
Figure 31 - Plans schématiques de l'îlot 542	73
Figure 32 - Vue satellite de l'îlot 511.....	74
Figure 33 - Schéma de contraintes de l'îlot 511.....	74
Figure 34 - Plans schématiques de l'îlot 511	75
Figure 35 - Vue satellite de l'îlot 585.....	75
Figure 36 - Schéma de contraintes de l'îlot 585.....	76
Figure 37 - Plan schématique de l'îlot 585	76
Figure 38 - Vue satellite de l'îlot 881.....	77
Figure 39 - Schéma de contraintes de l'îlot 881.....	77
Figure 40 - Vue satellite de l'îlot 291.....	78
Figure 41 - Vue satellite de l'îlot 113.....	79

Figure 42 - Scénarios de gestion des eaux pluviales pour chaque archétype étudié	83
Figure 43 - Scénario de gestion des eaux pluviales pour chaque archétype étudié	83

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1: Recommandations de dimensionnement pour les chaussées drainantes en fonction du matériau de drainage.....	19
Tableau 2 - Caractéristiques des différentes couches Shapefiles créées pour distinguer l'occupation du sol dans chaque îlot.....	48
Tableau 3 - Taux d'évaluation de l'îlot 629	60
Tableau 4 - Extrapolation à l'échelle de la ville (PDR 10ans)	60
Tableau 5 - Pertinence des paramètres de classification	62
Tableau 6 – Résultats à l'échelle de l'îlot et taux d'évaluation des scénarios.....	85
Tableau 7 - Conditions et contraintes de dimensionnement des dispositifs	93

1. INTRODUCTION

En juillet 2021, des pluies d'une intensité exceptionnelle ont frappé Liège et sa région. Les rivières ont débordé, inondant des quartiers entiers et perturbant durablement les réseaux et infrastructures. Cet épisode, l'un des plus marquants de ces dernières décennies, a rappelé à quel point nos villes peuvent être vulnérables face aux phénomènes météorologiques extrêmes.

Si la catastrophe trouve en grande partie son origine dans les crues fluviales, elle a aussi mis en lumière un enjeu plus vaste : la gestion des eaux pluviales en milieu dense urbains. Dans ces contextes, de fortes précipitations peuvent saturer rapidement les réseaux existants. Or, les tendances climatiques observées laissent présager une augmentation de la fréquence et de l'intensité de ces précipitations, accentuant la pression sur les infrastructures déjà sollicitées. Miser uniquement sur les solutions centralisées ne suffit plus. Il faut compléter ces approches par des interventions de déconnection, capables de retenir et de gérer l'eau à la source.

Ce mémoire s'inscrit dans cette réflexion. Il cherche à comprendre comment un tissu urbain existant et contraint peut intégrer ce type de solutions, en identifiant des leviers techniques, spatiaux et organisationnels favorisant la réduction du ruissellement et l'allègement de la charge sur les réseaux. L'enjeu est de montrer qu'une autre manière de penser l'eau en ville est possible : non plus comme une contrainte à évacuer, mais comme une ressource à intégrer dans la construction de villes plus résilientes.

Pour répondre à cet enjeu, ce travail analyse le tissu urbain existant de Liège afin d'identifier des marges d'action pour la gestion à la source des eaux pluviales. Il évalue le potentiel de dispositifs tels que les toitures stockantes, bassins secs, noues, citernes, etc., à partir d'indicateurs hydrauliques pour le potentiel de réduction de ruissellement tout en tenant compte de son intégration dans la ville. Pensé dans une logique de généralisation, ce travail vise à dégager des principes adaptables à d'autres contextes pour renforcer la résilience urbaine.

2. ETAT DE L'ART

L'état de l'art présenté dans ce travail de fin d'études a été rédigé en partie en collaboration avec Clotilde Bourdoux, étudiante en Master urbanisme et développement territorial à finalité spécialisée en « Territoires post-industriels et rurbains ». Si la problématique de la gestion des eaux pluviales constitue un point commun entre les deux travaux, leurs contextes d'application diffèrent. L'étude de Clotilde porte sur des lotissements situés en milieu périurbain, tandis que le présent mémoire s'attache à l'adaptation du tissu bâti existant en milieu urbain dense.

Cette démarche a permis de mutualiser les recherches et de croiser les découvertes, favorisant une analyse plus approfondie et cohérente des sources. Toutefois, certaines thématiques, comme le chapitre « Définitions », ont été adaptées au contexte spécifique de chaque étude. Certaines parties ont également été modifiées, ajoutées ou supprimées à la suite de conseils d'amélioration. L'état de l'art présente les grandes thématiques issues d'articles scientifiques analysés, complétées par des sources non scientifiques ou textes législatifs afin de mieux contextualiser le sujet d'étude.

2.1. Motivations

À l'heure actuelle, le dérèglement climatique devient de plus en plus préoccupant. Les effets directs et indirects des variables climatiques telles que la température, les précipitations, l'élévation du niveau de la mer et les événements météorologiques extrêmes sont conséquents. Ces effets ont des impacts majeurs sur les infrastructures urbaines de gestion des eaux (Ferdowsi et al., 2024). La nécessité d'une gestion séparative des eaux pluviales est notamment due au fonctionnement inadéquat des ouvrages d'assainissement par temps de forte pluie. À l'heure actuelle, la majorité du réseau d'égouttage est dit « unitaire ». Comme le nom l'indique, ces égouts récoltent aussi bien les eaux usées que les eaux pluviales. Ainsi, lors d'épisodes pluvieux considérables, la masse d'eau dirigée vers les stations d'épuration est trop diluée, ce qui engendre une perte d'efficacité dans le traitement des eaux. D'autre part, lors d'un orage intense, la quantité d'eau collectée est inévitablement plus importante, ce qui provoque une surcharge voire une saturation des égouts. Les systèmes de drainage existants, dimensionnés pour des orages de vingt minutes et une période de retour de dix ans, se retrouvent sous tension.

Dans ce cas, des ouvrages intitulés « déversoirs d'orage » permettent de limiter les débits maximums des canalisations du réseau. Ils opèrent par débordement et rejet de la part excédentaire du débit d'eau qui dépasse la capacité hydraulique du réseau d'égouttage dans le milieu naturel, plus précisément dans les cours d'eau à proximité. Même si les eaux rejetées sont très diluées, il faut tout de même éviter l'utilisation trop fréquente de ceux-ci. En effet, ces eaux polluent inévitablement l'environnement naturel (AIDE asbl, s. d.).

Cependant, le climat n'est pas le seul responsable de la surcharge du réseau d'égout existant. En effet, l'expansion urbaine est une seconde explication à cette problématique. L'augmentation considérable de l'urbanisation participe, d'une part, à la saturation du réseau actuel et, d'autre part, à la diminution des superficies disponibles pour l'infiltration des eaux pluviales. Le volume de précipitations annuel reste donc identique mais le cycle naturel de l'eau est quant à lui modifié. Dans son cycle naturel, le ruissellement représente une infime partie (moins de 10 %) car la majorité de l'eau s'infiltra dans le sol, ou s'évapore dans l'atmosphère (Fig. 1). Cependant, l'imperméabilisation des sols, via la construction de bâtiments, de voiries, de parkings, entrave l'infiltration optimale des eaux pluviales dans le sol. Par conséquent, ces eaux n'ont d'autre issue que de ruisseler. En effet, en l'absence d'infrastructure dédiée à la gestion décentralisée des eaux pluviales, ces eaux de ruissellement sont automatiquement acheminées vers le réseau d'égouttage. La réduction des surfaces propices à l'infiltration empêche également la recharge des nappes phréatiques (Ville de Liège, 2025).

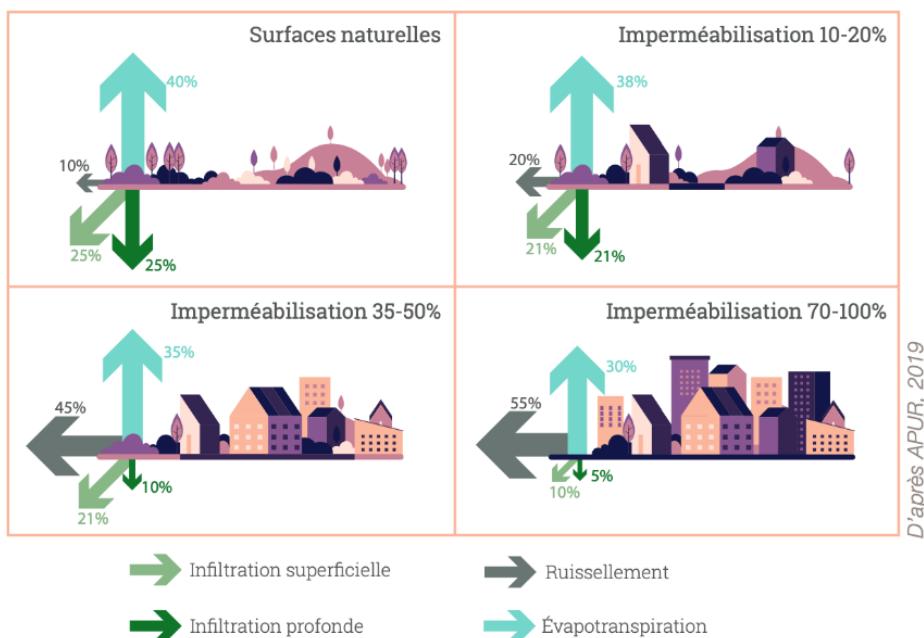


Figure 1 : Importance relative de l'infiltration, de ruissellement et de l'évapotranspiration selon l'occupation des sols (Ville de Liège, 2025)

De plus, le changement climatique, plus précisément l'augmentation de la fréquence des sécheresses et des inondations, menace les barrages et les réservoirs. En effet, ces phénomènes provoquent une érosion accrue, une réduction de la capacité de stockage due à l'accumulation de sédiments et une détérioration de la qualité de l'eau. Or, ces infrastructures, conçues pour stocker l'eau et réguler les débits, sont endommagées. Dès lors, leur efficacité est moindre (Ferdowsi et al., 2024).

Pour conclure, l'urbanisation rapide, associée à l'obsolescence des infrastructures et à l'amplification des phénomènes météorologiques extrêmes, expose les ouvrages de gestion des eaux à de nombreux risques. Le besoin de transformation des infrastructures hydrauliques actuelles vers des méthodes plus adaptatives et écologiques semble primordial. Il devient impératif de consolider la résilience des territoires par des approches d'aménagement durable et adaptatif (Gimenez-Maranges et al., 2020). Cependant, toute transformation en profondeur de l'entièreté du réseau d'égouttage nécessite des interventions conséquentes au sein de l'espace public, engendrant des coûts d'investissement très élevés. Cette solution ne paraît donc pas la solution la plus propice (Ville de Liège, 2025). Ainsi, pour soulager ces infrastructures hydrauliques, des systèmes alternatifs favorisant l'infiltration locale des eaux pluviales permettraient de réduire la charge actuelle. De cette façon, en améliorant la capacité d'infiltration et de rétention, les risques de surcharge et de débordement seraient restreints. La nécessité d'intégrer, d'une part, les effets du changement climatique et, d'autre part, les critères de durabilité dans la planification et la gestion des infrastructures hydrauliques urbaines est fondamentale pour assurer leur résilience à long terme.

2.2. Définitions

Dans un souci de clarté et pour écarter tout risque de confusion terminologique, certaines notions clés vont être préalablement définies. Ces définitions vont préciser le cadre théorique et conceptuel dans lequel s'inscrit ce travail. Elles permettront également de garantir une compréhension commune des termes employés. Certaines de ces définitions sont issues du *Référentiel Gestion durable des eaux pluviales* (Teller et al., 2023) tandis que d'autres sont tirées de sources variées.

Tout d'abord, concernant les concepts propres à la thématique « eaux pluviales », le terme « **infiltration** » correspond à la proportion d'eau de pluie qui pénètre naturellement dans le sol, la proportion restante contribuant au ruissellement, à l'évaporation et au stockage.

L'infiltration d'un sol est fort variable, en fonction des caractéristiques de la surface, de la nature du sol, ainsi que de la teneur en eau du sol (Teller et al., 2023). Lorsque le taux de précipitation dépasse les taux d'infiltration et d'évapotranspiration, le ruissellement se produit (Cerema, s. d.). Cette notion est donc étroitement liée à celle du ruissellement. Le **ruissellement concentré** est la proportion d'eau de pluie qui s'écoule à la surface du sol, sans présence d'un cours d'eau. Le ruissellement est dit « concentré » lorsque l'eau s'écoule de manière privilégiée le long d'un axe bien défini (thalweg ou vallon sec) (Teller et al., 2023). Ensuite, la **rétention** désigne la retenue temporaire des eaux pluviales, dont le débit de sortie est inférieur au débit d'entrée grâce à un ajutage. La rétention est destinée à se vider à débit limité (Teller et al., 2023). La **période de retour** d'un évènement correspond à l'inverse de sa probabilité d'occurrence annuelle. Par exemple, un évènement ayant une période de retour de cent ans (crue centennale) a une chance sur cent de se produire ou d'être dépassé chaque année. La période de retour peut caractériser une pluie ou un débit (Teller et al., 2023). Pour clore cette première partie de définition, la **déconnexion des eaux pluviales** est une stratégie de gestion durable visant à réduire la charge sur les réseaux d'assainissement en traitant les eaux de pluie directement à la source. De cette façon, cette déconnexion revient à infiltrer, évapotranspirer ou stocker pour rejeter à débit régulé vers le milieu naturel les eaux pluviales (gestion à la source), au lieu de les acheminer dans les réseaux. La gestion à la source correspond à des ouvrages partiellement voire complètement déconnectés des réseaux structurants situés au plus près de la genèse du ruissellement. Elle permet de réduire les flux véhiculés vers l'aval via les mécanismes d'évapotranspiration et/ou d'infiltration dans le sol. Cette déconnexion a donc pour but de soulager les réseaux et de limiter les dysfonctionnements des stations d'épuration lors des événements pluvieux (Cerema, s. d.).

D'autre part, certaines thématiques en lien avec la typologie du périmètre d'étude, nécessitent d'être clarifiées. Pour permettre une compréhension immédiate de la démarche de type « zoom » adoptée dans cette étude, les termes clés sont présentés selon une logique d'entonnoir, en partant du plus général vers le plus spécifique. De la sorte, l'**unité urbaine**, ou **agglomération urbaine**, désigne un ensemble urbanisé continu, constitué d'une commune-centre et de ses communes de banlieue. La commune-centre, généralement la plus peuplée, est souvent considérée comme la ville-centre et donne son nom à l'agglomération (Géoconfluences, 2012). Au sein de cette dernière, le terme « **ville** » renvoie à un espace à fort

degré d'anthropisation¹, combinant densité de population et diversité des activités. Enfin, le **centre-ville** correspond au noyau central de la commune-centre, souvent historique et décisionnel, qui concentre une partie importante des fonctions administratives, commerciales et culturelles (Géoconfluences, 2012).

L'îlot urbain est la plus petite unité spatiale de la géographie urbaine. C'est une portion de terrain qui accueille des constructions et qui est délimitée par des voies de circulation. Le plus souvent de forme géométrique simple, il peut être carré ou rectangulaire lorsqu'il est délimité par quatre voies, et triangulaire lorsqu'il est délimité par trois voies (Géoconfluences, 2012). Il s'agit de l'unité de base de conception pour les urbanistes et les concepteurs (Joshi et al., 2022). Le **coeur d'îlot** est la partie centrale d'un îlot, généralement moins bâtie, elle peut accueillir des jardins, des cours, des bâtiments à structure légère (de type annexes ou garages) ou autres constructions (Géoconfluences, 2012).

2.3. Solutions de gestion des eaux pluviales

Face aux enjeux croissants liés à l'imperméabilisation des sols, à la saturation des réseaux unitaires et aux effets du changement climatique, la question de la gestion des eaux pluviales ne peut plus être envisagée uniquement à travers des infrastructures centralisées. Une transition vers des approches plus durables et adaptées au contexte local s'impose. Ce chapitre se penche ainsi sur l'éventail des solutions existantes permettant de mieux maîtriser le cycle de l'eau. Celles-ci relèvent principalement de deux approches complémentaires : les *Sustainable Urban Drainage Systems* (SuDS), ou systèmes urbains de drainage durable, et les *Nature-Based Solutions* (NBS), ou solutions fondées sur la nature. Ces deux approches partagent un même objectif : rétablir un cycle de l'eau plus proche de son fonctionnement naturel en favorisant notamment l'infiltration, la rétention temporaire et l'évapotranspiration des eaux pluviales, tout en limitant leur ruissellement excessif. Dans cette perspective, une diversité de dispositifs techniques et paysagers est aujourd'hui mobilisable pour répondre au cadre environnant. Les principaux aménagements utilisés seront présentés dans ce chapitre, tels que les citernes de rétention, les toitures de stockage, les structures réservoirs, les puits filtrants, les noues, les fossés, les tranchées, les bassins secs et humides, les jardins de pluie ou encore les revêtements perméables. Ces éléments permettront d'alimenter

¹ L'anthropisation désigne la modification d'un milieu dit « naturel » par les activités humaines (Géoconfluences, 2012)

une réflexion approfondie sur les stratégies de gestion décentralisée adaptées aux enjeux contemporains de l'aménagement du territoire.

2.3.1. Sustainable urban Drainage System (SuDS)

La littérature scientifique existante fait largement référence aux *Sustainable urban Drainage Systems* (SuDS) comme solution durable pour une meilleure gestion des eaux pluviales. Cette dénomination peut varier selon les différentes régions mais renvoie toujours à une approche de gestion des eaux pluviales fondée sur l'utilisation de systèmes de drainage durables. Parmi les termes fréquemment employés figurent *Low Impact Development* (LIDs), *Best Management Practices* (BMPs) et *Low impact urban design and development* (LIUDD) (Zhou, 2014).

Ces dispositifs visent à restaurer le cycle hydrologique naturel, altéré par l'imperméabilisation croissante des surfaces urbaines, en reproduisant les processus naturels de l'eau tels que l'infiltration, l'évapotranspiration, la rétention, la réutilisation et la réduction de la pollution par filtration (Gimenez-Maranges et al., 2020; Patil & Anbalagan, 2023; Perales-Momparler et al., 2015; Zhou, 2014). Ils remplissent trois fonctions essentielles, souvent représentées par un schéma triangulaire (Fig. 2) : la maîtrise des volumes d'eau pour éviter les inondations, l'amélioration de la qualité des eaux par filtration et l'apport de bénéfices écologiques et sociaux tels que la biodiversité et l'aménagement public (Perales-Momparler et al., 2015; Zhou, 2014).

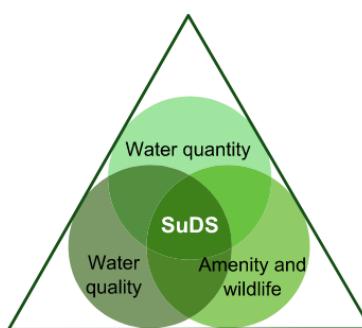


Figure 2 : Schéma triangulaire des SUDS (Perales-Momparler et al., 2015)

Ces systèmes allient durabilité économique, sociale, écologique et environnementale. Ils renforcent la biodiversité, créent des couloirs écologiques, réduisent les risques d'inondation et l'effet d'îlot de chaleur, limitent le ruissellement polluant et contribuent à la recharge des nappes. Ils améliorent aussi la qualité de vie, le bien-être et la santé des habitants, tout en ayant une fonction éducative et récréative. Leur intégration paysagère et leur valeur esthétique

favorisent l'acceptation sociale et valorisent l'espace urbain, tout en limitant les coûts de construction et d'entretien (Gimenez-Maranges et al., 2020; Patil & Anbalagan, 2023; Perales-Momparler et al., 2015; Zhou, 2014).

D'un point de vue réglementaire, Gimenez-Maranges et al. (2020) considèrent qu'une gestion intégrée des eaux pluviales fondée sur les SuDS permettrait de répondre aux exigences de la directive européenne 2007/60/CE relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation (Commission européenne, 2007). Par ailleurs, cette approche contribuerait à la réalisation des Objectifs de développement durable (ODD) des Nations Unies (ONU), en particulier la cible 13.1 (renforcement de la résilience et des capacités d'adaptation face aux risques liés au climat) (ONU, 2015).

2.3.2. Nature-based solutions (NBS)

Bien que les SuDS constituent une approche spécifique de gestion durable des eaux pluviales, ils s'inscrivent plus largement dans la catégorie des *Nature-based solutions* (NBS) entendues comme des stratégies mobilisant les processus naturels pour répondre à des enjeux sociétaux variés. Selon Liu et al. (2023), les SuDS peuvent être considérés comme une déclinaison opérationnelle des NBS en contexte urbain. La Commission européenne définit les NB comme : « *Des solutions inspirées et soutenues par la nature, qui sont rentables, procurent simultanément des avantages environnementaux, sociaux et économiques et contribuent à renforcer la résilience. De telles solutions apportent plus de diversité aux caractéristiques et processus naturels des villes, des paysages et des paysages marins, grâce à des interventions systémiques adaptées localement et efficaces en matière d'utilisation des ressources.* » [Traduction libre] (Commission européenne, 2024).

Les solutions fondées sur la nature (NBS) doivent être envisagées comme des composantes à part entière des projets urbains, architecturaux et paysagers. Leur intégration vise à renforcer la multifonctionnalité des aménagements en contribuant à la gestion durable des eaux pluviales tout en valorisant les qualités esthétiques, écologiques et sociales des sites. Ces solutions peuvent être implantées selon plusieurs méthodes : restauration d'une situation naturelle existante (étendre une zone humide déjà présente, par exemple), insertion d'éléments naturels dans des infrastructures bâties (toitures végétalisées, revêtements perméables), ou

reconversion d'espaces artificialisés (friches, parkings) en zones laissant place à l'eau et à la biodiversité (Teller et al., 2023).

2.3.3. Dispositifs existants

Les dispositifs présentés ci-après s'inscrivent dans la logique des *Sustainable urban Drainage Systems* (SuDS), tels que décrits dans la littérature. Ils visent une gestion à la source des eaux pluviales à travers des solutions techniques souvent inspirées de la nature. Leur diversité permet de répondre à des contextes urbains variés, en tenant compte des contraintes spatiales, techniques et sociales propres à chaque site.

i. Citerne de rétention

« *Une citerne est un réservoir fermé destiné au stockage d'eau. Elle récolte les eaux de toiture dans l'objectif d'une réutilisation et/ou d'une temporisation de l'évacuation de l'eau de pluie. Il peut s'agir d'une construction ou d'un dispositif préfabriqué, enterré ou non.* » (Teller et al., 2023).

Il existe trois types de citernes : la citerne de récupération, la citerne d'orage (ou de régulation) et la citerne mixte.

« *La citerne de récupération retient les pluies de faible intensité en vue d'une réutilisation comme eau non potable pour des usages domestiques. Elle n'est pas conçue pour faire face aux pluies exceptionnelles.*

La citerne d'orage a pour objectif de temporiser les pluies exceptionnelles. Elle absorbe également les pluies fréquentes. Il s'agit de deux dispositifs qui présentent des similitudes dans leur conception mais ne répondent pas aux mêmes objectifs.

Les citernes mixtes remplissent, elles, les deux fonctions. » (Teller et al., 2023).

Les eaux de pluie récoltées par la surface de toiture sont acheminées vers la citerne par les gouttières et tuyaux de descente d'eau. Dans les citernes de récupération, un filtre en amont limite les dépôts de particules et une pompe redistribue l'eau aux points de puisage du bâtiment. Seules les eaux de toiture peuvent y être stockées, les autres surfaces imperméables étant potentiellement polluées. Dans la gestion des eaux pluviales, ce genre de citernes ne peut être comptabilisé dans le volume disponible pour recevoir un événement pluvieux important car

celles-ci sont considérées comme pleines dans cette situation. En revanche, les citerne de régulation peuvent recevoir les eaux provenant d'autres surfaces imperméables (voiries, espaces de stationnement) car l'eau n'est pas réutilisée à des fins domestiques. L'évacuation de l'eau se fait progressivement avec un débit contrôlé vers un exutoire. Les citerne mixtes combinent les deux usages. Un premier volume permet le stockage à des fins domestiques et un second permet une régulation des pluies exceptionnelles (Teller et al., 2023).

Toutes les citerne disposent d'un système de trop-plein en partie haute du volume dimensionné pour évacuer l'eau excédentaire en cas de pluie intense ou prolongée. Ce trop-plein est dirigé vers un exutoire pouvant être un dispositif d'infiltration (Teller et al., 2023). Les citerne peuvent être enterrées ou hors-sol et varient en fonction de leur matérialité (béton, maçonnerie, synthétique), leur forme (cylindriques, parallélépipédiques), leur configuration (mise en série de plusieurs citerne) et d'autres caractéristiques spécifiques (adaptées pour les faibles hauteurs, démontables, etc.) (Guide Bâtiment Durable, 2018).

ii. Toiture de stockage

« *La toiture stockante permet l'accumulation de l'eau sur le toit, puis son évacuation à débit limité.* » (Bruxelles Environnement, 2018).

Ce système permet de réduire les débits de pointe en retenant temporairement les eaux pluviales directement sur la toiture par l'installation d'un régulateur de débit au niveau des tuyaux de descente. Il en existe 3 types : les toitures en eau, les toitures en gravier et les toitures vertes (Guide Bâtiment Durable, 2021; Truong, 2019; Ville de Liège, 2025).

Les toitures en eau créent un volume tampon de 6 cm directement au-dessus de la membrane d'étanchéité, sans revêtement supplémentaire. Un système d'ajutage, constitué d'un tuyau perforé, permet une évacuation lente et contrôlée de l'eau vers le réseau. Lorsque le niveau d'eau dépasse les 6 cm de stockage, un système de surverse assure l'évacuation de l'excédent via la descente pluviale classique. En cas de colmatage du dispositif de régulation, un trop-plein est également prévu à 6 cm de hauteur au niveau de l'acrotère, garantissant la sécurité hydraulique de l'ouvrage (Guide Bâtiment Durable, 2021; Ville de Liège, 2025).

Les toitures traditionnelles sont dimensionnées pour des charges exceptionnelles de combinaison de neige et de vent supérieures aux 6 cm d'eau pluviale stockée par ce dispositif,

ce qui rend tout renfort structurel inutile. En revanche, l'aménagement d'une toiture accessible, telle qu'une terrasse ou un toit végétalisé, entraîne des charges de service supplémentaires à combiner avec les charges exceptionnelles (Ville de Liège, 2025).

Les toitures en gravier, elles, intègrent une couche de gravier pouvant stocker l'eau par-dessus la membrane d'étanchéité alors que les toitures végétalisées combinent un substrat propice au développement de la végétation et une couche drainante stockant une partie des eaux pluviales. L'évapotranspiration de la végétation joue également un rôle clé dans la gestion de l'eau. Trois types de toitures végétalisées se distinguent selon l'épaisseur du substrat (Teller et al., 2023):

- La toiture extensive (2 à 15 cm), légère, recouverte principalement de sédums, mousses et plantes grasses ;
- La toiture semi-intensive (15 à 25 cm) composée de plantes vivaces et de graminées ;
- La toiture intensive (+ de 25 cm) assimilable à un jardin classique en toiture pouvant intégrer des arbres et arbustes.

Comparées aux toitures en eau, les toitures en gravier ou toitures vertes présentent plusieurs avantages significatifs : augmentation de l'inertie thermique du bâtiment, développement de la biodiversité, protection des membranes d'étanchéité contre les UV, réduction du ruissellement en eau, filtration partielle de l'eau (Guide Bâtiment Durable, 2021).

Il est important de signaler que lors de l'installation d'une toiture stockante, quel que soit son type, il est indispensable de vérifier l'étanchéité de la toiture afin d'éviter toute infiltration non désirée dans le bâtiment (Guide Bâtiment Durable, 2021).

iii. Structure réservoir et chaussée drainante

La chaussée à structure réservoir constitue une solution pertinente pour combiner la fonction de voirie et la capacité de rétention/infiltration en stockant temporairement l'eau dans une couche de matériaux poreux (Fig. 3). Si le revêtement est perméable, l'infiltration se fait en surface, sinon, des avaloirs dirigent l'eau vers le réservoir. L'eau est ensuite infiltrée dans le sol ou évacuée à débit régulé. Ce type de dispositif nécessite une intégration en amont du projet et un choix précis des matériaux en fonction de leur porosité, résistance mécanique et facilité d'entretien. Plusieurs solutions existent pour les couches superficielles (enrobé poreux, dalles,

pavés, etc.) et pour la zone de stockage (graves, galets, structures alvéolaires type SAUL, etc.) La hauteur recommandée et le volume libre² du dispositif dépendent du système utilisé, comme le montre le Tableau 1 (Teller et al., 2023).

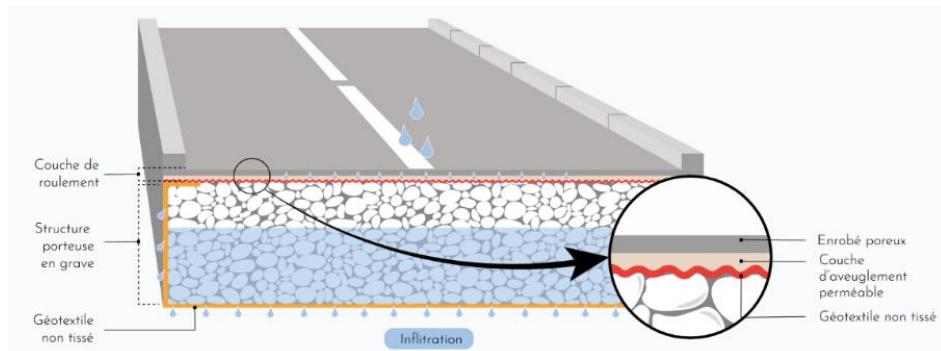


Figure 3 : Schéma en profil d'une chaussée à structure réservoir (Teller et al., 2023)

Tableau 1: Recommandations de dimensionnement pour les chaussées drainantes en fonction du matériau de drainage

Matériaux	Volume libre	Hauteur recommandée
Structures Alvéolaires Ultra Légères (SAUL)	90 à 95%	20 à 22 cm
Argile expansée	40 à 55%	35 à 50 cm
Grave 20/60	30 à 40%	50 à 65 cm

iv. Puits filtrant

Le puits filtrant est un dispositif vertical de plusieurs mètres de profondeur permettant d'acheminer les eaux pluviales vers un sous-sol perméable. Il est particulièrement adapté aux terrains dont les couches de surface sont peu perméables mais dont le sous-sol est favorable à l'infiltration. Ce système peut fonctionner seul ou en complément d'un autre dispositif, notamment pour infiltrer le trop-plein et est souvent précédé d'une chambre de décantation. Ce dispositif nécessite un entretien régulier pour garantir son efficacité et sa durabilité (AquaWal, 2023; Truong, 2019).

Il existe sous différentes configurations (Teller et al., 2023) :

² La hauteur recommandée correspond à la hauteur (profondeur) que doit atteindre le volume de stockage dans ce dispositif. Le volume libre désigne la part du volume disponible pour l'eau.

- Le puits filtrant classique, ou puits creux, dont la cavité est vide et est dédiée au stockage temporaire de l'eau ;
- Le puits d'infiltration intégrée, ou puits comblé, dont l'espace est rempli de matériaux poreux facilitant l'infiltration ;
- Le puits d'injection, ou puits perdant, en contact direct avec la nappe phréatique dont l'usage est déconseillé en zone sensible aux pollutions.

v. Tranchée drainant et infiltrante

« Une tranchée est un dispositif linéaire constitué de matériaux poreux comme des graves, pierres, billes d'argile, dont la fonction est de drainer les eaux pluviales. » (Teller et al., 2023).

Ces dispositifs linéaires stockent temporairement les eaux pluviales et les évacuent par drain ou par infiltration dans le sol. Les tranchées infiltrantes ont pour vocation principale de permettre l'infiltration directe des eaux pluviales dans le sol. L'eau de ruissellement y est acheminée soit par écoulement de surface, soit par l'intermédiaire d'un drain positionné dans la partie supérieure de la tranchée (Fig. 4). Une fois temporairement stockée dans la matrice poreuse du dispositif, l'eau s'infiltra progressivement dans le sous-sol. Ce système, alliant capacité de rétention et infiltration, est particulièrement adapté aux sites présentant une bonne perméabilité des sols. À l'inverse, les tranchées drainantes assurent principalement l'évacuation des eaux pluviales. Celles-ci sont collectées, puis temporairement stockées dans le matériau poreux constituant le dispositif, avant d'être dirigées vers un exutoire par l'intermédiaire d'un drain situé en fond de tranchée (Fig. 4). Le fond est alors soit imperméabilisé, soit naturellement peu perméable, empêchant l'infiltration. Le rôle principal de ces tranchées est de permettre le transfert contrôlé de l'eau vers un point de rejet, en assurant un débit régulé. Dans les deux cas, le dispositif est généralement recouvert d'un sol végétalisé ou d'un revêtement perméable, assurant à la fois une intégration paysagère et une protection contre les colmatages de surface. Le schéma associé (Fig. 4) illustre de manière claire la différence de conception et de fonctionnement entre les deux types de tranchées.

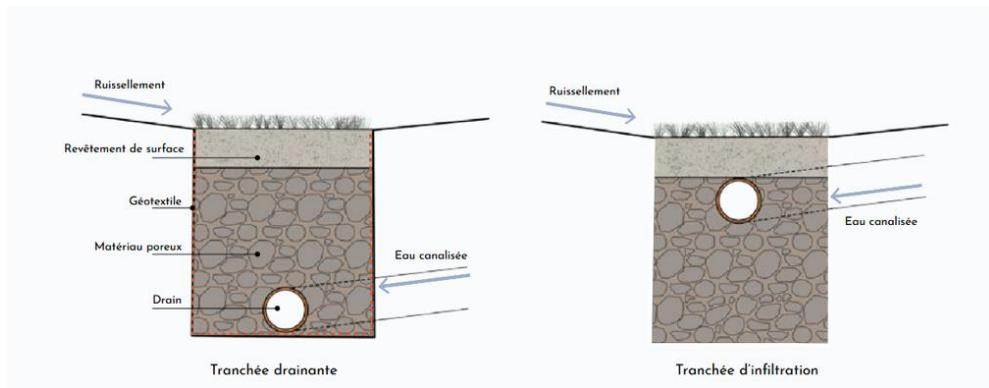


Figure 4 : Schéma en coupe d'une tranchée drainante et d'une tranchée infiltrante (Teller et al., 2023)

vi. Noue

« *Une noue est une dépression du sol servant au recueil, à la rétention, à l'écoulement, à l'évacuation et/ou à l'infiltration des eaux pluviales.* » (AquaWal, 2023)

Les noues s'apparentent à un fossé infiltrant, de faible profondeur et de grande largeur, dont les berges présentent des pentes douces (Fig. 5). Elles sont généralement végétalisées, engazonnées ou plantées, ce qui leur confère un rôle supplémentaire d'évapotranspiration, d'amélioration de la biodiversité et de filtrant pour les polluants. Elles peuvent également être renforcées (dalles gazon) ou revêtues de pavés à joints drainants ou poreux (Guide Bâtiment Durable, 2016a). Les eaux de pluie sont collectées soit par canalisations ou rigoles (provenant des toitures et des chaussées), soit après ruissellement sur les surfaces environnantes. Elles sont ensuite dirigées vers un exutoire naturel (infiltration dans le sol, évaporation) ou artificiel (réseau d'égout, puits ou bassin de rétention). Il existe trois types de noues en fonction des conditions d'infiltration : la noue infiltrante, la noue drainante et la noue mixte (Teller et al., 2023).

La noue infiltrante, adaptée aux sols naturellement perméables, favorise l'évacuation par infiltration (Teller et al., 2023). Un massif stockant peut être prévu sous la surface de la noue afin d'augmenter la capacité de stockage du dispositif. Il permet de stocker temporairement une partie des eaux qui seront ensuite infiltrées (Guide Bâtiment Durable, 2016b). La noue drainante permet de stocker temporairement les eaux pluviales avec évacuation à débit régulé lorsque le sol présente une faible perméabilité (capacité d'infiltration $< 1 \text{ mm/h}$) ou que l'infiltration est déconseillée pour des raisons environnementales, comme un risque de pollution du sol ou de la nappe. L'évacuation régulée peut s'effectuer soit en surface via une

rigole située au point bas de la noue, soit par un système de drains placé sous la noue (Teller et al., 2023). Lorsque le sol présente une perméabilité moyenne (capacité d'infiltration comprise entre 1 et 20 mm/h), la noue mixte combine deux modes d'évacuation : l'infiltration lente, qui permet d'absorber une grande partie des eaux pluviales, et une évacuation à débit régulé, assurant la vidange complète de l'ouvrage dans un délai raisonnable (Guide Bâtiment Durable, 2016b).

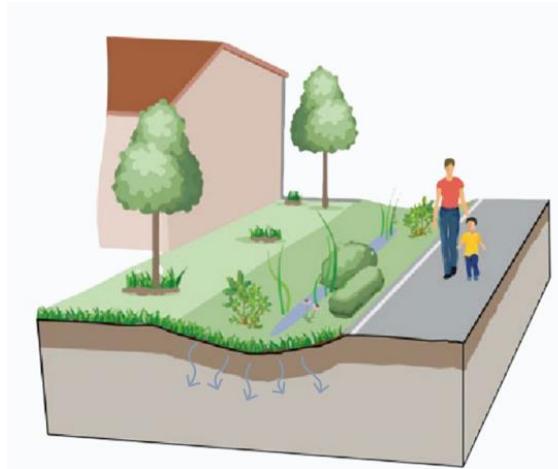


Figure 5 : Noue d'infiltration simple (Teller et al., 2023)

vii. Fossé à redents

« *Un fossé est un ouvrage temporairement submersible, linéaire, à ciel ouvert, de faible largeur, assez profond, avec des rives abruptes, généralement placé le long de chaussées, trottoirs ou encore de pistes cyclables, etc. Il sert au recueil des eaux pluviales, à leur rétention et leur évacuation par infiltration et transport vers un autre dispositif d'infiltration, dans l'idéal.*

» (Guide Bâtiment Durable, 2019). Le référentiel de Teller et al. (2023) précise quant à lui que « *les fossés à redents sont une variante du fossé classique, constitués de petites buttes transversales en blocs de pierre (de 10 à 30 cm, voire plus selon le débit), en béton ou en bois (redents).* » Les redents permettent de former une succession de compartiments qui ralentissent l'écoulement en limitant le passage de l'eau et en créant ainsi un espace tampon, ce qui permet à l'eau de s'accumuler partiellement et de s'infiltrer (Teller et al., 2023).

Ces dispositifs sont généralement utilisés pour des fossés de plus de 60 cm de profondeur, notamment en cas de forte pente, comprise entre 3 % et 10 %. Selon la pente, l'espacement entre les redents doit être ajusté : plus la pente est prononcée, plus les redents doivent être rapprochés. Implantés perpendiculairement à l'axe d'écoulement, les fossés à redents permettent de maîtriser les volumes d'eau et de limiter le transport des polluants. Par

mesure de sécurité, une distance de 5 à 10 mètres doit être maintenue entre ces aménagements et les habitations (Teller et al., 2023).

viii. Bassin sec

Un bassin sec est un dispositif de gestion des eaux pluviales assimilable à une noue élargie, dont la fonction principale est le stockage temporaire de l'eau en surface, avant infiltration dans le sol ou évacuation régulée vers un exutoire (Fig. 6). Contrairement au bassin en eau, il ne retient pas d'eau de manière permanente : il reste vide en dehors des épisodes pluvieux, ce qui permet d'en faire un aménagement multifonctionnel, souvent intégré comme espace vert, aire de loisirs ou zone tampon paysagère. Ce bassin est généralement de forme circulaire ou elliptique, et ses berges sont en pente douce ou renforcée selon les contraintes du site. (AquaWal, 2023 ; Teller et al., 2023).

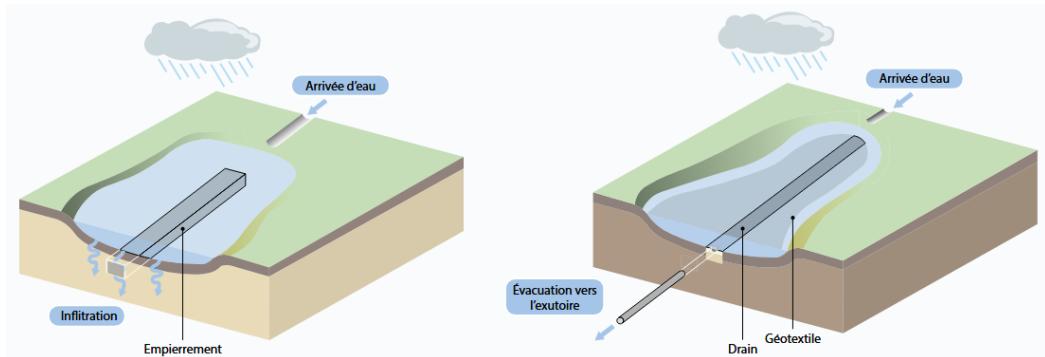


Figure 6 : Exemples de bassins secs (Teller et al., 2023)

ix. Bassin humide

Le bassin humide, ou bassin en eau, assure des fonctions de rétention, de stockage et, dans une moindre mesure, d'infiltration des eaux pluviales. Contrairement au bassin sec, il contient en permanence une lame d'eau, favorisant le développement d'un écosystème aquatique, l'intégration paysagère et l'amélioration du microclimat. Il est alimenté par les eaux de pluie ou de ruissellement, collectées en surface ou via des réseaux enterrés. Ce dispositif permet de stocker l'eau issue de pluies exceptionnelles, dans la limite d'un volume de marnage entre le niveau d'eau habituel et le haut des berges (Fig. 7). L'évacuation se fait par infiltration (via les berges), évaporation, évapotranspiration et/ou vers un exutoire à débit régulé. Le fond est fréquemment étanchéifié pour garantir un niveau d'eau constant. Les bassins en eau exigent une emprise foncière significative et un apport régulier en eau. Leur entretien est plus

contraignant que celui des bassins secs, notamment pour la gestion de la végétation, de la qualité de l'eau et des sédiments. Ils requièrent également des mesures de sécurité et impliquent des coûts d'investissement et de gestion plus élevés (Teller et al., 2023).

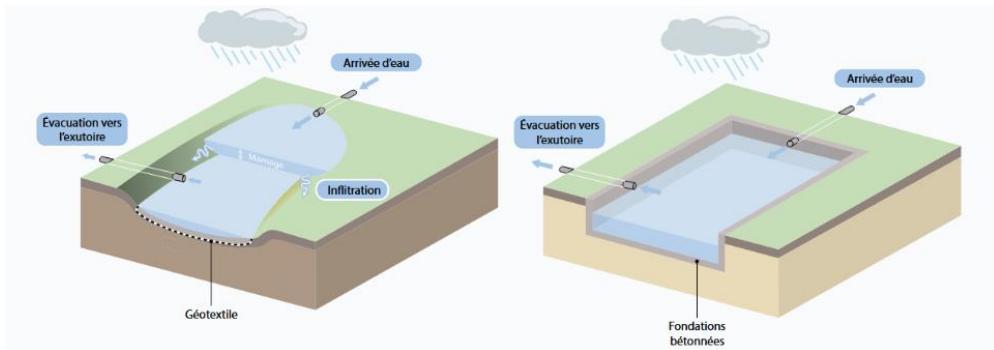


Figure 7 : Exemples de bassins en eau (Teller et al., 2023)

x. Jardin de pluie

« *Un jardin de pluie est une dépression peu profonde et plantée d'une végétation diversifiée, servant au recueil, à la rétention, à l'écoulement, à l'évacuation et/ou à l'infiltration des eaux pluviales.* » (AquaWal, 2023).

Comparable au bassin sec, il s'en distingue par une conception intégrant une couverture végétale diversifiée, lui conférant une dimension paysagère et écologique supplémentaire. Il vise une intégration harmonieuse dans l'espace tout en remplissant une fonction hydraulique essentielle. Outre sa fonction de rétention, le jardin de pluie permet une gestion qualitative des eaux de ruissellement, fondée sur le principe de la bio-rétention. Ce mécanisme s'appuie sur l'action combinée des substrats filtrants, des végétaux et des micro-organismes du sol. L'eau collectée y subit une série de traitements naturels : infiltration lente à travers les couches du sol, adsorption des polluants, évapotranspiration. La végétation, choisie pour sa capacité à supporter des conditions hydriques variables, participe également à la dépollution de l'eau et contribue à la biodiversité. Ainsi, le jardin de pluie constitue un dispositif multifonctionnel alliant performance hydraulique, efficacité épuratoire et valorisation paysagère, conforme aux stratégies contemporaines de gestion durable et intégrée des eaux pluviales (AquaWal, 2023).

xi. Revêtement perméable

« *Un revêtement perméable désigne tout revêtement de sol laissant s'infiltrer une partie des eaux. Ces revêtements sont constitués de matériaux formant une couche poreuse par leur structure propre, ou bien par leur mode d'assemblage.* » (Teller et al., 2023).

Ils se composent soit de matériaux poreux par nature, comme le gravier, les copeaux de bois ou la terre végétalisée, soit d'éléments modulaires (pavés, dalles) agencés de manière à laisser passer l'eau, notamment par des joints élargis ou non cimentés. Ces dispositifs constituent une alternative durable aux revêtements traditionnels imperméables (bitume, béton) et sont utilisés pour des aménagements variés : allées piétonnes, pistes cyclables, terrasses, aires de stationnement, voire certaines voiries légères. Le principe de fonctionnement repose sur l'infiltration, la rétention et parfois le stockage temporaire de l'eau dans la sous-structure du revêtement (couche drainante ou réservoir). En cas de sol peu perméable, un drain peut être intégré pour rediriger l'eau vers un exutoire. Ces dispositifs favorisent également le développement de la biodiversité urbaine, la régulation thermique locale, et contribuent à la désimperméabilisation des sols. Les revêtements perméables exigent un entretien régulier pour préserver leur efficacité hydraulique. Cela comprend le désherbage, l'évacuation des sédiments, le nettoyage des joints, voire le remplacement partiel du matériau de surface (Teller et al., 2023).

2.4. Obstacles techniques et financiers (Vasconcelos et al., 2022)

Comme tout processus de mise en œuvre, certaines barrières émergent de manière spontanée et inévitable. En ce qui concerne la gestion des eaux pluviales, le nombre considérable d'obstacles recensés justifie la nécessité de les présenter de manière structurée. Ainsi, une classification a été établie en fonction de la nature de ces obstacles.

Tout d'abord, l'engagement communautaire représente un enjeu crucial dans la gestion durable des eaux pluviales. Un manque de sensibilisation du public est visible quant à l'importance de cette gestion pour prévenir des inondations, protéger les écosystèmes ou améliorer la qualité de vie urbaine. La participation communautaire demeure relativement faible, limitant ainsi l'efficacité des actions menées. Ce désengagement est en grande partie engendré, d'une part, par le manque de sensibilisation et, d'autre part, par le déficit d'éducation publique sur les bénéfices de ces SuDS, contribuant pourtant au bien-être environnemental. Il

est donc indispensable de mener des actions de sensibilisation et de formation pour faire évoluer les mentalités et introduire de nouvelles visions.

Le cadre législatif et réglementaire constitue une seconde barrière à la mise en place des SuDS. Actuellement, il n'existe pas de cadre juridique spécifiquement dédié à ces solutions, retardant leur intégration dans les politiques d'aménagement territorial. Les incitations réglementaires dans la promotion des SuDS restent faibles, ce qui n'encourage pas les acteurs publics et privés à adopter de telles pratiques. L'absence de normes précises en matière de conception et de maintenance rend difficile la pérennisation de ces systèmes. Par conséquent, une évolution des réglementations s'impose afin de faciliter leur développement à grande échelle.

La vision stratégique et la planification à long terme jouent un rôle fondamental dans le développement de la gestion durable des eaux pluviales. Cependant, ces dimensions sont bien souvent négligées, voire totalement absentes. De la sorte, un manque de cohérence et d'anticipation se manifeste dans les politiques publiques. En pratique, les solutions adoptées se concentrent encore majoritairement sur les systèmes de drainage antérieurs, privilégiant les visions à court terme au détriment de stratégies plus durables. De plus, le manque d'intégration des SuDS lors de la conception de plans directeurs d'urbanisme limite leur déploiement à large échelle. Toutes ces situations reflètent une faible reconnaissance des bénéfices aussi bien environnementaux, sociaux et économiques générés par ces alternatives sur le long terme.

L'aspect financier et économique est également un frein à la mise en œuvre de ces solutions durables. Tout d'abord, l'insuffisance des budgets alloués à l'installation et à la maintenance de ces infrastructures ralentit considérablement leur développement, d'autant plus que leur mise en place nécessite des coûts supplémentaires. De plus, les SuDS requièrent une part non négligeable de l'espace foncier qui réduit fortement les zones disponibles à la construction. Les promoteurs immobiliers y voient donc un manque à gagner d'un point de vue financier, tandis que les communes perçoivent ces infrastructures comme des charges supplémentaires en termes d'entretien. L'absence de subventions ciblées ou d'incitations financières accentue le désintérêt pour ces solutions durables. De surcroît, les fonds initialement destinés aux projets de gestion des eaux pluviales sont fréquemment réaffectés à d'autres priorités, entravant les volontés des démarches engagées. Enfin, les investissements publics continuent de privilégier les infrastructures traditionnelles de drainage, au détriment des solutions innovantes pourtant mieux adaptées aux enjeux environnementaux actuels.

La résistance au changement et l'inertie institutionnelle constituent elles aussi d'importantes entraves à l'adoption de systèmes de drainage durables. En effet, de nombreux décideurs restent réticents à introduire des solutions non conventionnelles. Cette attitude conservatrice s'explique notamment par le manque de connaissances de la part des professionnels. Cette résistance des praticiens et des responsables politiques retarde la réforme des pratiques actuelles devenues obsolètes en faveur de stratégies plus durables et résilientes.

Une dichotomie se manifeste entre la perception des résidents et celle des professionnels en matière de gestion des eaux pluviales. Alors que ces derniers encouragent l'adoption de systèmes d'assainissement autonome pour répondre à des objectifs environnementaux et réglementaires, les habitants accordent la priorité aux avantages immédiats et tangibles. Un tel décalage peut fortement influencer les actions entreprises sur le terrain. Par ailleurs, un sentiment d'impuissance des parties prenantes, en particulier des citoyens, peut également émerger. Malgré une volonté affirmée en faveur de durabilité, ils se sentent démunis face à leur aptitude à influencer les pratiques conventionnelles actuelles.

Ces différentes catégories présentent la diversité et la complexité des obstacles qui entravent l'installation des systèmes de drainage durable. Le manque de normes spécifiques, de planification à long terme, de formation des acteurs impliqués et d'incitations économiques et réglementaires figurent parmi les principaux freins identifiés. Actuellement, la gestion des eaux pluviales est encore perçue comme une simple question d'évacuation des eaux usées. En effet, les impacts environnementaux et les alternatives écologiques sont négligés dans les pratiques contemporaines. Une coopération entre scientifiques, autorités locales et communautés s'avère indispensable pour surmonter l'ensemble de ces barrières. De même, une sensibilisation accrue de l'ensemble des acteurs constitue un levier fondamental pour encourager l'adoption de solutions durables.

2.5. Planification

Face aux limites des approches traditionnelles de gestion des eaux pluviales, un changement de paradigme s'impose. Il ne s'agit plus seulement d'adapter les pratiques mais de transformer profondément les modes de pensée, les institutions et les outils de planification (Gimenez-Maranges et al., 2020; Perales-Momparler et al., 2015). Cette transition appelle à une intégration plus forte entre urbanisme, hydrologie et société à travers des concepts émergents

tels que le *Water Sensitive Urban Design* (WSUD) (Patil & Anbalagan, 2023), la méthode régénérative (Perales-Momparler et al., 2015), le *Urban double repair concept* (Xu & Chen, 2022) ou encore la *Sponge city* (Xu & Chen, 2022). Ces approches visent toutes à reconnecter la ville avec les cycles naturels de l'eau et à intégrer la gestion des eaux pluviales dès la conception urbaine.

Le WSUD vise à repenser la gestion du cycle de l'eau dès les premières phases des projets d'aménagement. En s'inscrivant dans une logique de durabilité, cette méthode cherche à limiter les effets négatifs de l'imperméabilisation des sols, à garantir la sécurité et l'efficacité des systèmes hydriques urbains et à répondre aux attentes croissantes des populations en matière de qualité de vie et d'environnement. Le WSUD encourage ainsi une réintégration de l'eau comme élément structurant du développement urbain. En intégrant le WSUD en amont des projets, les solutions de type SuDS gagnent en pertinence, en efficacité et en pérennité (Patil & Anbalagan, 2023).

La méthode régénérative développée par Perales-Momparler et al. (2015) vise à transformer la ville en s'appuyant sur l'environnement existant. Elle propose une planification intégrée en dix étapes, structurée autour de la « roue de transition », allant du diagnostic initial à la mise en œuvre et au suivi. Elle établit un lien étroit entre la gestion des eaux pluviales, les structures hydrologiques naturelles et l'identité paysagère, sociale et écologique du lieu tout en s'appuyant sur la collaboration active des parties prenantes locales et l'utilisation d'indicateurs visuels pour guider et ajuster le processus. L'objectif est de faire de la ville un milieu vivant, capable de restaurer les cycles de l'eau tout en renforçant le lien entre habitants et territoire. En ce sens, la méthode régénérative s'inscrit ainsi dans une dynamique de transition systémique vers un urbanisme sensible à l'eau, fondé sur l'ancrage local et la coévolution entre ville et milieu naturel (Perales-Momparler et al., 2015).

Xu & Chen (2022) proposent le concept du *Urban double repair*, une approche fondée sur la restauration écologique et la réparation urbaine, visant à remédier aux dysfonctionnements du développement urbain. La restauration écologique vise à rétablir un écosystème sain et résilient en renforçant les liens entre environnement naturel, bâti et habitants. La restauration urbaine agit à petite échelle sur l'amélioration des infrastructures, des espaces publics, des mobilités, du bâti ancien, ainsi que sur la transmission culturelle et la temporalité urbaine. Cet article développe également le concept de *Sponge city* qui met l'accent sur la capacité des villes à absorber, stocker et réutiliser l'eau de pluie. Il s'appuie sur quatre piliers :

la présence d'espaces capables de retenir l'eau tels que des zones humides, des plans d'eau et des sols perméables, une planification urbaine à faible impact, la restauration des trames bleues et vertes pour renforcer les corridors écologiques et des systèmes de drainage écologiques intégrés à l'espace public. Ce modèle vise à réduire les risques d'inondation, à recharger les nappes et à stocker l'eau en période de pluie pour l'utiliser en période de sécheresse (Xu & Chen, 2022).

Ces différentes approches offrent des cadres conceptuels pour repenser la gestion de l'eau en ville mais leur mise en œuvre dépend fortement des contextes institutionnels et réglementaires. Dans cette optique, cette section sera consacrée à l'analyse du cadre législatif et réglementaire en vigueur en Région wallonne, qui encadre et oriente les pratiques en matière de gestion des eaux pluviales. Cette analyse sera complétée par la présentation du schéma décisionnel issu du *Référentiel de gestion durable des eaux pluviales* (Teller et al., 2023). Enfin, la question de la participation citoyenne sera abordée, dimension souvent sous-estimée pourtant essentielle à l'appropriation locale des dispositifs et à la pérennité des actions engagées.

2.5.1. Le cadre réglementaire et institutionnel de la gestion des eaux pluviales en Wallonie

Cette partie examine le cadre réglementaire applicable de la gestion des eaux pluviales en Wallonie lors d'un projet d'aménagement. Il s'appuie sur plusieurs sources légales et administratives dont le *Code de l'eau*, le *Code du développement territorial* (CoDT), la *Directive Inondation*, la circulaire ministérielle relative à la constructibilité en zone inondable adoptée le 23 décembre 2021 ainsi que les deux référentiels qui en découlent. Celles-ci permettent d'établir les obligations, recommandations et outils à mobiliser lors de la conception d'un projet. Il est cependant intéressant de noter que les réglementations décrites ci-dessous ne concernent que les nouvelles habitations ou constructions/rénovations faisant l'objet d'un permis d'urbanisme (voir CoDT art. D.IV.4) (SPW, 2024b) ainsi qu'aux projets nécessitant un permis d'urbanisation (voir CoDT, art. D.IV.2 et D.IV.28). En revanche, pour le bâti existant, aucune réglementation n'est actuellement d'application sauf en cas de modifications majeures nécessitant un permis. C'est dans cette perspective que s'inscrit ce travail, visant à proposer des solutions concrètes et durables pour améliorer la gestion des eaux pluviales au sein de l'existant, notamment par déconnexion partielle ou totale du réseau d'égouttage afin de le soulager.

i. Textes réglementaires encadrant la gestion des eaux pluviales

En Région wallonne, la gestion des eaux pluviales est encadrée juridiquement dans une perspective durable par le *Code de l'eau*, qui constitue un pilier central de la politique environnementale régionale en matière de protection et de gestion intégrée des ressources en eau. Il fixe les règles applicables à la collecte, au traitement et à l'évacuation des eaux de pluie à l'échelle de la parcelle et aux territoires urbanisés en établissant une hiérarchie d'interventions en régime d'assainissement collectif. Selon l'article R.277, §4 (SPW, 2021a):

« Sans préjudice d'autres législations applicables, les habitations dont le permis d'urbanisme, pour sa construction, sa reconstruction ou la création d'un nouveau logement au sens de l'article D.IV.4 du CODT, a été délivré en première instance après le 31 décembre 2016 évacuent leurs eaux pluviales :

1° prioritairement dans le sol par infiltration ;

2° en cas d'impossibilité technique ou de disponibilité insuffisante du terrain, dans une voie artificielle d'écoulement ou dans une eau de surface ordinaire ;

3° en cas d'impossibilité d'évacuation selon les points 1° ou 2°, en égout. »

En régime d'assainissement autonome, le rejet à l'égout d'eaux pluviales n'est pas envisageable, la hiérarchie d'interventions se voit adaptée.

En règle générale, l'infiltration des eaux pluviales est à privilégier à l'exception de certains cas : « *en zones de prévention, éloignée et rapprochée, de captage, les puits perdants (ou puits d'infiltration) sont interdits (Code de l'eau art. R.168). Les articles R.164 et suivants du Code de l'eau donnent également des conditions spécifiques pour l'infiltration dans le cadre de la protection des captages. »* (Teller et al., 2023). Dans le cas où l'infiltration n'est pas possible ou que les tests de perméabilité indiquent qu'elle n'est pas suffisante à elle seule, il convient d'orienter les eaux vers un exutoire en surface au moyen d'une voie artificielle d'écoulement. En dernier recours, le rejet vers l'égout ne peut être envisagé que si aucune des autres solutions (infiltration, rejet vers une eau de surface ou évacuation par une voie artificielle d'écoulement) n'est possible ou suffisante (Teller et al., 2023).

De plus, selon les articles R.277, §5, R.282, R.304-4 §2 du *Code de l'eau*, toute nouvelle habitation doit être équipée d'un système séparant l'ensemble des eaux pluviales des eaux usées, qu'il s'agisse d'un régime d'assainissement collectif, transitoire ou autonome.

En 2003, le Gouvernement wallon a mis en place le *Groupe Transversal Inondations* (GTI), constitué de représentants de plusieurs structures du Service public de Wallonie, de représentants des services techniques des cinq administrations provinciales, d'experts techniques issus d'organismes d'intérêt public et de scientifiques travaillant dans des universités. Il remplit une mission transversale de concertation, d'analyse, d'expertise et de conseils auprès des autorités publiques concernant la problématique des inondations en Wallonie (SPW, s. d.). Ainsi, il est chargé de suivre et de mettre en œuvre la *Directive Inondation* établie en 2007 par l'Union européenne (Commission européenne, 2007; SPW, s. d.). Celle-ci a été transposée au *Code de l'eau* dans les articles D53.1 à D53.11. (SPW, 2024a). L'objectif de cette directive est d'établir un cadre à grande échelle pour évaluer et gérer les risques d'inondations.

Finalement, à la suite de la circulaire ministérielle relative à la constructibilité en zone inondable adoptée le 23 décembre 2021 (SPW, 2021b), deux référentiels ont été élaborés sur un schéma d'aide à la décision : le premier portant sur les constructions et aménagements en zones inondables (Teller et al., 2022) et le second traitant de la gestion durable des eaux pluviales (Teller et al., 2023). Ces deux référentiels n'ont pas de valeur réglementaire ou indicative au sens du *Code du développement territorial* et reposent sur une démarche volontaire de la part des porteurs de projet et des autorités compétentes.

ii. Acteurs institutionnels

En Wallonie, la gestion des eaux repose sur une organisation à multi-niveaux articulant différents acteurs aux rôles complémentaires : la Région, la SPGE, les intercommunales (OAA), les communes et les unions professionnelles. La Région wallonne, via le SPW, définit le cadre législatif et réglementaire en matière d'aménagement du territoire et de l'eau par le biais du CoDT et du *Code de l'eau*. Sous l'autorité de la Région, la SPGE a pour mission essentielle d'assurer la coordination et le financement du secteur de l'eau à l'échelle de la Wallonie (SPGE, s. d.-b). Les intercommunales sont les opérateurs techniques de la SPGE. Elles assurent une gestion de l'assainissement dans les différents territoires. En Wallonie, on compte sept Organismes d'Assainissement Agréés (OAA) (intercommunales) responsables de l'exploitation des réseaux d'égouttage, de la conception des ouvrages d'assainissement, ainsi que du soutien technique aux communes dans la mise en œuvre des politiques d'eau (SPGE, s. d.-a) (Fig. 8). Les communes, quant à elles, sont les autorités compétentes pour l'octroi des

permis d'urbanisme et d'urbanisation, ce qui leur confère un rôle direct dans la mise en œuvre des dispositions du CoDT et du *Code de l'eau*. À ce titre, elles doivent examiner les projets afin de s'assurer du respect des prescriptions réglementaires, notamment en matière de gestion des eaux pluviales et de l'application de la hiérarchie des modes d'évacuation prévue par la législation. Dans le cadre de règlements communaux d'urbanisme (RCU) et guides d'urbanisme (GU), les communes peuvent également élaborer des recommandations spécifiques pour limiter l'imperméabilisation des sols, la gestion durable des eaux pluviales à respecter pour la délivrance de permis (voir article D.III.2 et D.III.5 du CoDT). Finalement, AQUAWAL est l'Union professionnelle qui regroupe l'ensemble des opérateurs publics intervenant dans le cycle de l'eau en Wallonie. Elle est composée à la fois des producteurs et des distributeurs d'eau potable ainsi que des acteurs en charge de l'assainissement des eaux usées. Elle représente le secteur auprès des autorités régionales, fédérales et européennes, coordonne la communication entre ses membres, mène des actions de sensibilisation du public à la gestion de l'eau, et participe à des événements et campagnes d'informations. Elle remplit également une fonction consultative officielle dans le cadre du *Code de l'eau* (AquaWal, s. d.).

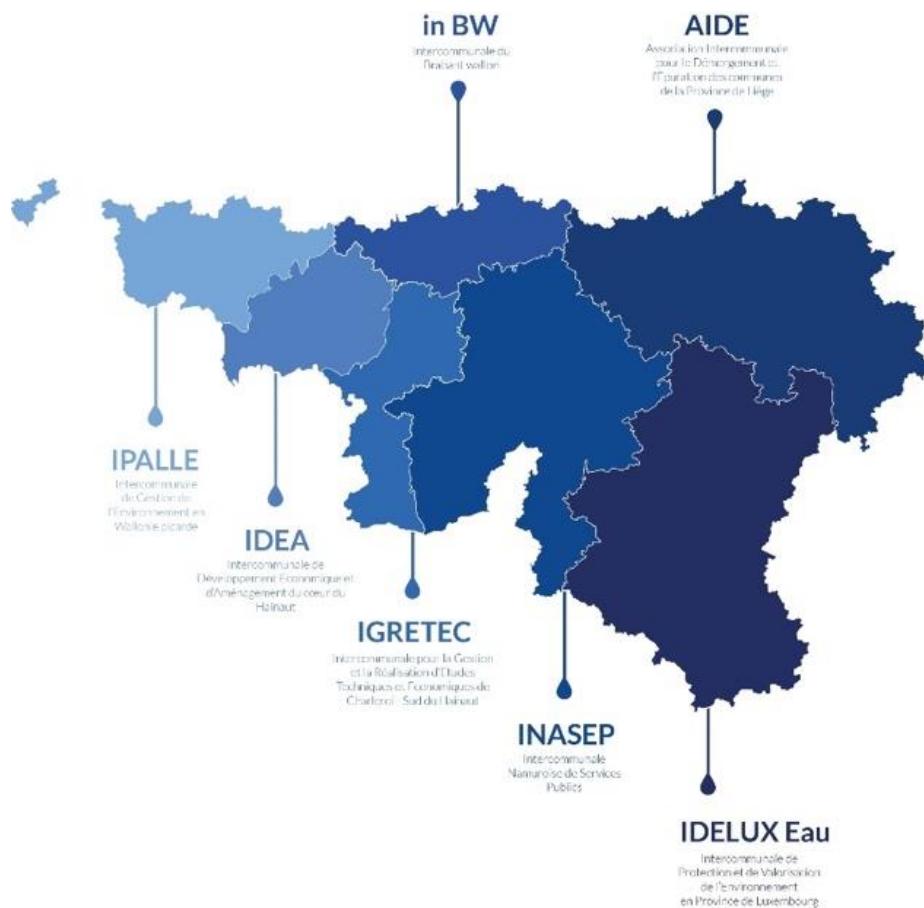


Figure 8 : Carte reprenant les 7 organismes d'assainissement agréés en Wallonie (SPGE, s. d.-a)

2.5.2. Schéma décisionnel

Selon le *Référentiel de Gestion Durable des eaux pluviales* (Teller et al., 2023), la mise en œuvre d'une gestion raisonnée des eaux de pluie repose sur une démarche en quatre étapes: évaluer, éviter, atténuer et compenser (Fig. 9). Cette méthodologie s'applique à différentes échelles territoriales allant de la parcelle à l'espace public, et se décompose en quatorze balises indispensables à examiner dans le cadre d'un projet d'aménagement ou de construction. Ces balises doivent être intégrées aux outils de planification et de réglementation tels que le permis d'urbanisme ou d'urbanisation, le Schéma d'Orientation Local (SOL) ou de développement communal (SDC), le guide communal ou régional d'urbanisme. Ce référentiel suggère une approche transversale, associant la gestion durable des eaux pluviales aux dimensions paysagères, urbanistiques et environnementales du territoire.

Premièrement, l'évaluation traite le contexte pluviométrique, hydrologique et pédologique du site. Il s'agit, en d'autres termes, de recenser le volume d'eau à gérer ainsi que les contraintes environnementales spécifiques au site, telles que la capacité d'infiltration des sols ou la présence de zones à risques. Cette première étape comporte quatre balises essentielles : déterminer le volume d'eau à maîtriser, identifier les éventuelles zones à risques en matière d'infiltration, évaluer la perméabilité du sol et consulter les instances d'avis au préalable.

Deuxièmement, cette section consiste à anticiper et limiter les effets négatifs liés à la gestion des eaux pluviales, principalement les risques d'inondation, de saturation des dispositifs de collecte ou d'infiltration inappropriée. La réduction de l'imperméabilisation des sols représente une stratégie prioritaire étant donné qu'elle permet de minimiser les volumes d'eau générés et ainsi de réduire la pression sur le réseau d'égouttage. Quatre balises jalonnent cette seconde étape : limiter l'imperméabilisation, éviter la saturation des réseaux de collecte et d'égouttage, éviter tout rejet de polluants dans l'environnement et éviter de renforcer les risques d'inondation en aval du projet.

Troisièmement, cette étape propose la mise en œuvre de solutions techniques visant à favoriser l'infiltration des eaux pluviales et à retenir les volumes en amont afin de limiter leur déversement vers un exutoire naturel ou vers le réseau d'égouttage. Par ailleurs, il convient de souligner que ces dispositifs ne sont pas destinés à gérer les eaux de ruissellement provenant de l'amont. En effet, le ruissellement exogène, provenant de l'extérieur de la parcelle ou du site, dispose d'une gestion différenciée. Cette démarche s'organise en quatre axes opérationnels : mettre en place des dispositifs d'infiltration et de rétention au sein du site ou de la parcelle,

renforcer la perméabilité et le stockage au sein des infrastructures, intégrer des dispositifs de stockage des eaux pluviales au sein ou à proximité des bâtiments et aménager le relief du sol pour ralentir le ruissellement au sein du projet.

Quatrièmement, la compensation englobe une réduction de l'imperméabilisation des sols et/ou de compensations hydrauliques. Ces mesures ont pour objectif d'agir à l'échelle du sous-bassin versant lorsque les mesures à l'échelle du site ou de la parcelle ne sont pas réalisables ou suffisantes. Contrairement aux mesures d'atténuation, la compensation peut être entreprise en dehors des limites du site ou de la parcelle en restant cependant sur le territoire de la commune concernée. Cette phase finale repose sur deux éléments clés : désimperméabiliser des zones imperméables et intégrer des compensations hydrauliques dans le cadre du projet.

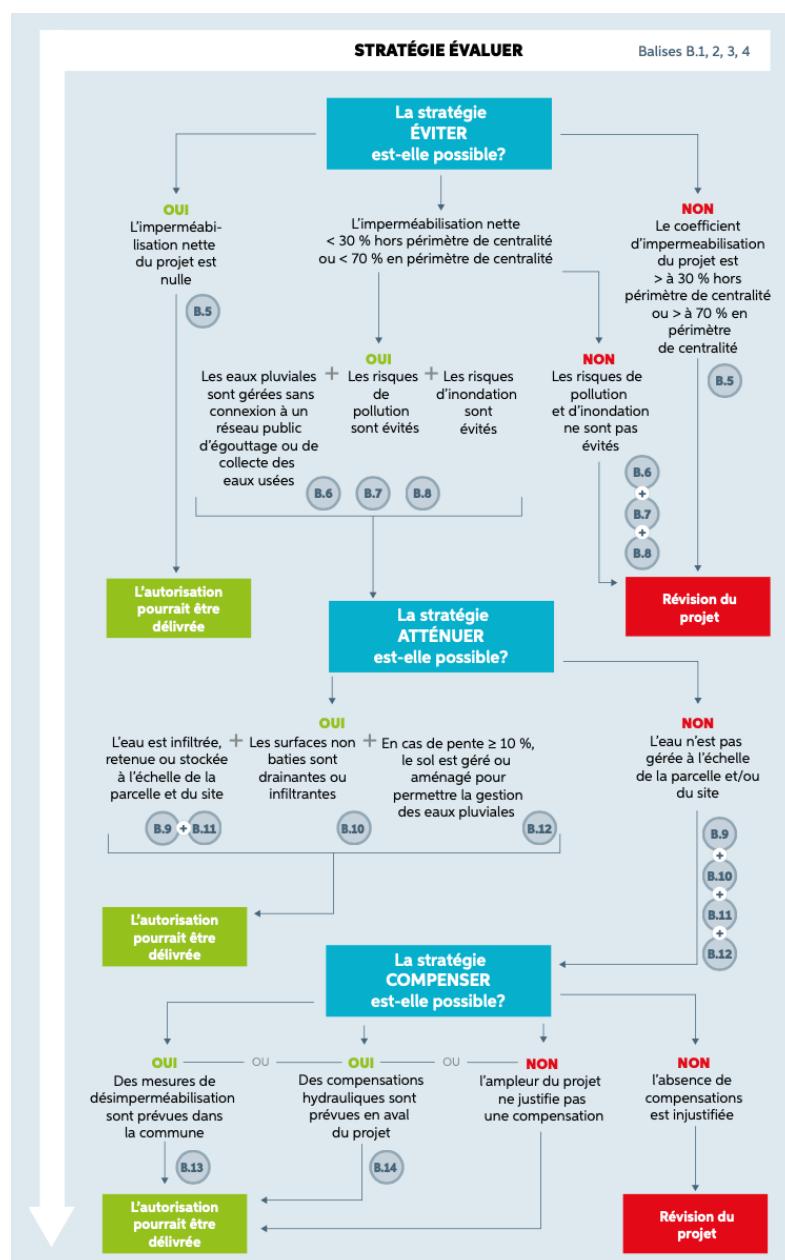


Figure 9 : Schéma décisionnel (Teller et al., 2023)

En résumé, ce schéma décisionnel constitue un outil méthodologique précieux pour guider les concepteurs, urbanistes et autorités compétentes dans le choix des solutions les plus adaptées. En effet, cette démarche permet d'orienter les décisions selon une logique de prévention et d'optimisation, en prêtant attention aux caractéristiques propres au site et aux enjeux globaux de durabilité.

2.5.3. Participation citoyenne (Schelings, 2024)

« *Il n'existe pas de définition unanime de la participation citoyenne* ». Selon un point de vue architectural et urbanistique, « *le terme de participation évoque l'implication des habitants dans la mise en œuvre d'actions concernant leur cadre de vie. Cette contribution peut porter aussi bien sur le contenu d'un projet, et relever de la coproduction, que sur sa validation, et s'inscrire alors dans le domaine de la codécision* » (Zetlaoui-Léger, 2007, p.70). Les apports de la participation citoyenne sont subdivisés selon quatre thématiques : connaissance, pertinence, résilience et confiance (Fig.10).

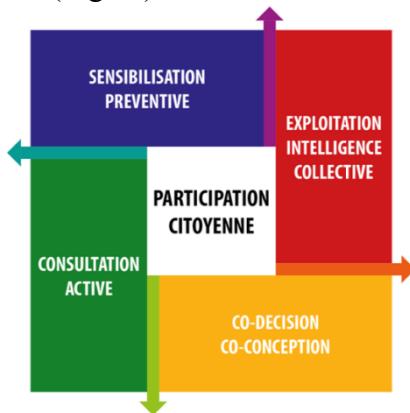


Figure 10 : Les apports de la participation citoyenne (Schelings, 2021)

La notion de connaissance soulève la sensibilisation préventive des citoyens à des thématiques qui ne leur sont pas familières. À l'inverse, leurs feedbacks et leurs expériences permettent de susciter des connaissances nouvelles, aussi bien individuelles que collectives. Le concept de pertinence évoque l'enrichissement de la vision « macro » des autorités locales et des experts urbains par la vision « micro » des citoyens et de leur expertise d'usage. Grâce à cette intelligence collective, les solutions élaborées de manière collaborative répondent aux besoins réels exprimés par les citoyens locaux. La résilience représente l'investissement des citoyens et leur participation à la prise de décision afin d'atténuer le risque de rejet des solutions développées. La durabilité des actions entreprises est donc tributaire de la responsabilité de l'entièreté des parties prenantes. La confiance est instaurée par le fait que les citoyens sont

conscients des différents enjeux et informés des solutions possibles. La confiance est également fondée grâce à la prise en compte de leur avis, ce qui les rassure. Outre les bénéfices tirés de cette participation citoyenne, il en ressort également des motivations. D'une part, l'implication des citoyens à des processus décisionnels accorde une nouvelle responsabilité aux professionnels impliqués dans la conception et la gouvernance de nos territoires. D'autre part, la mobilisation citoyenne favorise le développement de solutions plus pertinentes, durables, acceptables et investies.

Comme toute méthode, la participation citoyenne présente, elle aussi, certaines limites. Chacune de celles-ci possède des menaces qui lui sont propres et engendrent, au même titre, des effets néfastes. Une des limites intrinsèques de ce processus est l'écart « culturel » entre les professionnels et les citoyens. Cette situation peut engendrer des attitudes peu constructives telles que du protectionnisme de la part des experts envers leur profession et un repli individualiste des citoyens. De tels comportements peuvent mener à une perte de confiance mutuelle entre les parties prenantes. Un autre inconvénient réside dans le fait que cette procédure est chronophage. En effet, cela peut amener à une sollicitation excessive et donc, progressivement, à une lassitude des participants. Un manque de représentativité et même une difficulté de mobilisation peuvent également se manifester. Un autre frein réside dans le manque de ressources, tant en termes de budget que de temps, ainsi que dans les difficultés à concrétiser les projets participatifs. Une participation trop tardive accentue cette faiblesse et aboutit à une fenêtre d'impact limitée ce qui peut mener à un manque d'impact citoyen et, par conséquent, à un sentiment de frustration, voire de découragement.

En conclusion, dans le cadre de ce sujet d'étude, la sensibilisation et la prise de conscience citoyenne apparaissent comme des leviers essentiels. Elles participent, d'une part, à susciter une évolution des mentalités face aux enjeux hydrologiques contemporains et, d'autre part, à favoriser l'acceptation sociale et la mise en œuvre effective de solutions intégrées et durables. Une population sensibilisée est davantage soucieuse d'adopter des comportements responsables, tels que la réduction de l'imperméabilisation des sols ou l'entretien régulier et adéquat des dispositifs. Par ailleurs, la prise en compte et la valorisation des savoirs locaux favorisent une meilleure adaptation des solutions techniques aux spécificités et contraintes du terrain. De cette façon, cette approche inclusive renforce la gouvernance territoriale et intègre la gestion durable des eaux pluviales dans une logique de co-responsabilité.

2.6. Méthode de calcul

Deux grandes familles de méthodes de calcul sont généralement reconnues pour le dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales : la méthode statistique (également appelée méthode rationnelle) et la méthode dynamique (ou modélisation hydrodynamique).

2.6.1. Méthode statistique

La méthode statistique, aussi appelée méthode rationnelle, est une méthode simplifiée utilisée pour le dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales. Elle repose sur l'estimation des volumes d'eau de pluie à stocker ou à infiltrer lors d'un évènement pluvial de référence (ou pluie de projet). La pluie de projet est définie sur base de données historiques à partir de relations IDF (Intensité - Durée - Fréquence). Les calculs prennent en compte les caractéristiques du site (surfaces contributives, taux d'imperméabilisation, capacité d'infiltration du sol, coefficients de ruissellement, etc.) ainsi que les statistiques pluviométriques locales (durée de pluie, intensité, fréquence). Contrairement à la modélisation, cette méthode ne simule pas le comportement dynamique du système dans le temps mais offre une estimation suffisante pour guider la conception d'aménagement lors de l'élaboration d'un projet (Dewez et al., 2023). En Wallonie, cette approche est mise en place par l'utilisation de la feuille de calcul proposée par le *Groupe Transversal Inondations* (GTI). Cet outil permet d'évaluer le volume d'eau pluviale à maîtriser lors d'un épisode de pluie et d'accompagner les auteurs de projet dans le dimensionnement des ouvrages d'infiltration et/ou de rétention, en intégrant les caractéristiques d'infiltration du sol et, si nécessaire, l'application d'un rejet régulé vers le réseau d'égouttage ou un milieu naturel. Il permet une harmonisation du dimensionnement des ouvrages à l'échelle de la Wallonie (Dewez et al., 2023).

Le calcul de cet outil repose sur une équation de continuité exprimée comme suit (Fig. 11) :

$$\frac{dV}{dt} = Q_{in}(t) - Q_{out}(t)$$

Où :

- $V(t)$ est le volume instantané retenu [m³]
- $Qin(t)$ est le débit entrant [m³/s]
- $Qout(t)$ est le débit sortant [m³/s]
- t est le temps

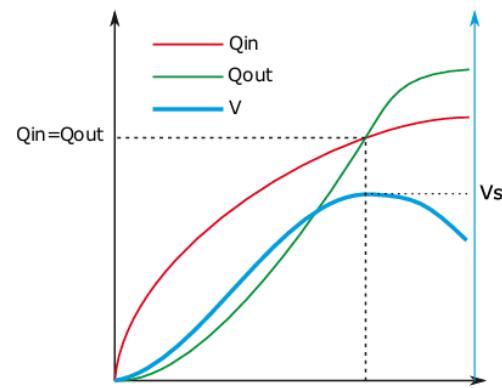


Figure 11 : Schéma de principe d'évolution temporelle des débits entrant et sortant ainsi que du volume stocké (Dewez et al., 2023)

Durant un épisode pluvial, le volume stocké augmente tant que le débit entrant dépasse le débit sortant, puis décroît lorsque la pluie cesse et que la vidange se poursuit. Le volume maximal atteint pendant l'événement correspond au dimensionnement requis pour l'ouvrage.

Le débit entrant est calculé selon la formule de la méthode statistique :

$$Q = C * i * A$$

Où :

- Q débit de pointe [m³/s]
- C est le coefficient de ruissellement
- i est l'intensité de pluie [mm/h] pour une période de retour donnée
- A est la surface contributrice [m²]

L'intensité de pluie est évaluée sur base d'un hyéogramme monofréquence issu de l'exploitation de la relation de Montana pour laquelle l'IRM fournit les coefficients.

Lors du calcul, des hypothèses simplificatrices sont prises en compte et la feuille effectue plusieurs itérations en testant différentes combinaisons de durée et d'intensité pour une même période de retour afin d'identifier l'événement le plus critique. Deux types de débits sortants sont pris en compte :

- Le débit d'infiltration calculé selon la formule :

$$Q_{infiltration} = K * S$$

Où :

- K est le coefficient de perméabilité à saturation du sol [m/s]
- S est la surface infiltrante de l'ouvrage [m²]

- Et le débit de fuite dans le cas d'un rejet, considéré constant et généralement de 5 l/s/ha.

Dans le cadre de ce TFE, c'est précisément cette méthode de calcul qui sera retenue pour le dimensionnement des solutions proposées. Son mode d'utilisation sera plus largement détaillé dans la partie *Méthodologie et questions de recherche* de ce travail. En France, l'outil OASIS (Outil d'Aide au dimensionnement des Systèmes d'Infiltration à la Source) développé par le CEREMA est utilisé majoritairement (Cerema, 2021). Ces deux outils permettent de fournir un cadre de dimensionnement cohérent, accessible et reproductible pour une gestion durable des eaux pluviales adaptée au contexte local.

2.6.2. Méthode dynamique : Modélisation des flux hydrauliques

La modélisation des systèmes de gestion des eaux correspond à l'ensemble des outils numériques ou mathématiques permettant de simuler, représenter et analyser les dynamiques liées au cycle de l'eau (eaux pluviales, usées ou mixtes), notamment l'écoulement, l'infiltration, le ruissellement, le transport dans les réseaux d'assainissement et l'efficacité des dispositifs tels que les *Sustainable urban Drainage Systems* (SuDS) (Bach et al., 2014). Ainsi, plusieurs scénarios d'aménagements peuvent être analysés et comparés afin d'optimiser les dispositifs mis en place et de soutenir la prise de décision en tenant compte de plusieurs critères considérés comme pertinents (Ferrans et al., 2022). Cependant, la modélisation des SuDS est très hétérogène, complexe et contextuelle. Comme le soulignent Bach et al. : « *La modélisation intégrée des eaux urbaines a évolué conceptuellement et logistiquement à partir des premières modélisations du drainage urbain, mais est devenue de plus en plus complexe et interdisciplinaire au cours des trois dernières décennies* » [traduction libre] (2014). Certaines méthodes de modélisation sont plus complexes que d'autres. Elles peuvent être simplifiées, détaillées ou complexes en fonction des objectifs attendus, des données disponibles, de l'échelle du projet, des logiciels utilisés, de l'expertise et des compétences de l'auteur, etc. (Bach et al., 2014; Montoya-Coronado et al., 2024). Les résultats obtenus ne sont pas réutilisables et transposables à d'autres projets car ils dépendent des données du site pour un cas d'étude spécifique (Ferrans et al., 2022).

Bien qu'offrant une représentation plus réaliste du fonctionnement du réseau pluvial, la modélisation nécessite des compétences avancées, une quantité importante de données d'entrée

et une calibration précise. C'est pourquoi, ce travail repose sur une analyse de l'existant en milieu urbain dense à Liège, la modélisation hydrodynamique est volontairement écartée au profit de la méthode statistique.

2.7. Cas d'étude dans la littérature

Afin de clore cette revue de littérature, il paraît essentiel de s'intéresser aux études déjà réalisées menées sur des cas concrets en matière de gestion des eaux pluviales. L'analyse de ces travaux permet non seulement de mettre en lumière les approches et solutions déjà explorées mais aussi de dégager les limites et les points encore peu traités dans la recherche. Cette étape offre ainsi un regard critique sur l'état actuel des connaissances scientifiques et constitue un appui indispensable pour orienter la méthodologie à adopter dans le cadre de ce travail.

Au cours des deux dernières décennies, de nombreux cas d'étude ont été réalisés dans le monde pour évaluer la performance des SuDS, avec des approches, des objectifs et des échelles très variés. Certains projets portent sur la mise en œuvre réelle de dispositifs sur un site ou un quartier, avec suivi *in situ*, tandis que d'autres se reposent sur la modélisation numérique et la simulation de scénarios alternatifs. Ces travaux peuvent viser la réduction des débits de pointe, l'amélioration de la qualité de l'eau, l'adaptation au changement climatique, l'optimisation économique ou la combinaison de plusieurs de ces objectifs.

La revue de littérature de Montoya-Coronado et al. (2024) apporte un regard global sur cette diversité. Les auteurs ont analysé 50 études publiées entre 1999 et 2023 portant sur la modélisation numérique des SuDS pour réduire les débordements de réseaux unitaires, ou *Combined sewer overflow* (CSO), par temps de pluie à l'échelle du bassin versant urbain. Les sites étudiés sont majoritairement situés en Europe (42%) et en Amérique du Nord (34%) et leurs superficies varient de moins de 500 hectares à plus de 2400 hectares. Les auteurs constatent que la réduction des volumes déversés est l'objectif dominant (68% des études), suivi de la diminution des charges polluantes (42%), l'intégration du changement climatique (22%) et, plus rarement, l'optimisation des coûts (14%). Les méthodes employées vont de modèles simples (méthode rationnelle, bilan hydriques) à des modèles dynamiques avancés (Montoya-Coronado et al., 2024).

Montoya-Coronado et al. soulignent que l'élaboration de scénarios est souvent guidée par des contraintes locales (techniques, réglementaires, disponibilité d'espace) plutôt que par une optimisation purement hydrologique. L'étude recommande de mieux intégrer la validation de terrain, de développer des optimisations multicritères (hydrologie, coût, co-bénéfices environnementaux) et de concevoir des outils plus simples pour les contextes à données limitées.

Si la revue de Montoya-Coronado et al. (2024) met en lumière les pratiques de modélisation numérique des SuDS, il est tout aussi instructif d'examiner des projets où ces dispositifs ont été appliqués sur terrain. Les études suivantes illustrent la diversité des contextes, des méthodes et des objectifs lorsqu'il s'agit de concevoir et d'évaluer des SuDS en conditions réelles.

Perales-Momparler et al. (2015) décrivent l'application à Benaguasil (Espagne) de la méthodologie de gestion régénérative des eaux pluviales (abordée dans l'introduction de la partie *Planification*) visant à intégrer les SuDS dans une vision globale de la ville. Le site a été choisi pour sa vulnérabilité aux ruissellements et aux inondations et pour la présence d'espaces publics pouvant servir de vitrines d'aménagements innovants propices à l'expérimentation. Un groupe de travail régional (RGW) réunissant municipalité, autorités régionales, experts et université a permis de garantir l'adhésion des acteurs et de concevoir le projet. Les dispositifs mis en œuvre tels que les pavés perméables, les jardins de pluie et bassins d'infiltration ont été dimensionnés en fonction de la faisabilité technique, de l'opportunité financière (par exemple, profiter de travaux déjà programmés) et de l'impact attendu sur les inondations et la qualité de l'eau. La méthodologie s'appuie sur la « roue de transition », un cycle structuré pour planifier, exécuter et ajuster les actions et sur des indicateurs visuels permettant de suivre les progrès. L'évaluation a porté sur la performance hydrologique, l'intégration paysagère et les bénéfices sociaux avec un suivi de terrain et une analyse comparative face au système conventionnel. Le projet a permis de démontrer la faisabilité technique ainsi que la valeur ajoutée des SUDS dans un contexte méditerranéen, et a contribué à inscrire leur promotion dans les plans régionaux de prévention des inondations (Perales-Momparler et al., 2015).

Johnson & Geisendorf (2019) se sont intéressés à la viabilité économique de SuDS à l'échelle d'un quartier entier à Berlin dans le district de Pankow. Le site a été retenu

pour la disponibilité de données hydrologiques précises issues du projet KURAS³ et pour la présence d'un réseau séparatif où les eaux pluviales sont directement rejetées en rivière. Les différents scénarios étudiés ont été définis par les parties prenantes locales (Sénat de Berlin, compagnie des eaux, associations, gestionnaires immobiliers) selon des priorités comme la biodiversité, la recharge des nappes et l'amélioration du confort urbain. Trois scénarios ont été comparés : A (forte végétalisation de façades), B (plus de bassins et drains arborés, moins de façades végétalisées) et C (maximisation des toitures et façades végétalisés). L'évaluation s'est appuyée sur une analyse coûts-bénéfices sur 50 ans, intégrant bénéfices privés (réduction de taxe pluviale, économies d'énergie, valorisation immobilière) et bénéfices sociaux (qualité de l'air, biodiversité). Les résultats montrent que seul le scénario B est économiquement viable, illustrant l'importance de cibler les SuDS offrant le meilleur ratio coût/performance.

Dans l'étude menée par Ruiz-Pérez et al. (2022) sur le réaménagement de la rue José Laguillo à Séville, le site étudié est sélectionné pour sa visibilité et sa pertinence comme démonstrateur de solutions durables. Le projet vise à réduire la consommation d'eau potable, améliorer la résilience hydrologique locale et limiter l'empreinte environnementale du chantier et de l'entretien. Cinq scénarios sont étudiés : le premier intégrant SuDS, végétation et engrains organiques (S1) et quatre autres testant l'absence de végétation, de SuDS ou l'usage d'engrais chimiques. Le critère central retenu est l'empreinte hydrique⁴ (*Water Footprint*), un indicateur développé pour mesurer la quantité totale d'eau douce mobilisée, directement ou indirectement, par un aménagement tout au long de son cycle de vie. Cela inclut l'eau utilisée pour la production et le transport des matériaux, la mise en œuvre et l'entretien ainsi que les effets sur la qualité de l'eau rejetée dans l'environnement. Cette approche permet d'évaluer les impacts hydriques d'un projet urbain dans une perspective globale, bien au-delà du seul ruissellement.

Les résultats montrent que le scénario S1 réduit de 65% la consommation d'eau potable par rapport à un aménagement classique (S2). L'usage d'engrais chimiques (S5) multiplie par 8 l'empreinte grise, soulignant l'impact crucial des choix d'entretien. L'étude est basée sur des données historiques et une approche statique, sans modélisation dynamique ni intégration explicite du changement climatique.

³ KURAS : projet berlinois (2013–2016) visant à élaborer et tester des concepts intégrés de gestion durable des eaux pluviales et usées, afin d'adapter les infrastructures urbaines aux changements climatiques et démographiques. (Kompetenzzentrum Wasser Berlin, s. d.)

⁴ L'empreinte hydrique se compose de trois volets : l'eau verte (précipitations utilisées par la végétation), l'eau bleue (prélèvements sur le réseau pour usages tels que l'arrosage) et l'eau grise (volume nécessaire à la dilution des polluants) (Ruiz-Pérez et al., 2022)

3. MÉTHODOLOGIE ET QUESTIONS DE RECHERCHE

3.1. Questions de recherche

La revue de littérature scientifique montre un intérêt croissant pour la gestion durable des eaux pluviales en contexte urbain, reflet d'une prise de conscience face aux enjeux liés au changement climatique, à l'augmentation des épisodes pluviaux extrêmes et à la saturation des réseaux unitaires. Aujourd'hui, le cadre réglementaire et institutionnel wallon se concentre encore majoritairement sur les projets neufs ou les aménagements d'espaces publics laissant l'adaptation du bâti existant. Or, comme le confirment plusieurs études de cas et méthodes de planification innovantes, telles que la méthode régénérative ou l'*urban double repair*, intervenir sur l'existant offre un potentiel considérable pour soulager les réseaux d'égouttage tout en mobilisant des solutions durables.

La diversité des dispositifs existants (toitures stockantes ou végétalisées, citernes, noues, bassins secs, revêtements perméables, etc.) offre de nombreuses possibilités d'intégration, y compris dans des contextes bâties contraints, à condition de les adapter finement aux spécificités spatiales, morphologiques et techniques de chaque site. La réussite de ces aménagements repose ainsi sur une connaissance précise des caractéristiques locales. C'est dans cette perspective que s'inscrit la première question de recherche de cette étude :

- **Quels dispositifs de gestion des eaux pluviales peuvent être intégrés au bâti existant en milieu urbain dense pour répondre aux limites du réseau unitaire ?**

En parallèle, la littérature souligne la diversité d'indicateurs mobilisés pour évaluer la performance de tels dispositifs : analyse de coûts-bénéfices (CBA), empreinte hydrique, performances hydrologiques, réduction les débordements de réseaux unitaires, écologiques, sociaux, etc. Cette variété reflète de la difficulté de comparer les résultats d'une étude à l'autre et souligne la nécessité d'un cadre d'évaluation clair, cohérent et reproductible. Ce travail se concentre volontairement sur deux indicateurs hydrologiques transposables : la réduction de la surface incidente et l'augmentation du taux de reprise. Ils traduisent directement l'effet des dispositifs sur le ruissellement et permettent une évaluation reproductible à l'échelle de l'îlot comme de la ville. Cette orientation conduit à la seconde question de recherche :

- **Quels impacts les scénarios d'adaptation de l'existant ont-ils sur la réduction des surfaces incidentes et sur l'augmentation du taux de reprise des eaux pluviales ?**

Ce travail vise à développer des scénarios de gestion des eaux pluviales spécifiquement adaptés aux formes urbaines et aux contraintes techniques du tissu dense liégeois. L'analyse cherche également à mesurer leur efficacité à l'échelle de l'îlot, afin de pouvoir extrapoler ces résultats à l'échelle urbaine et identifier des stratégies transposables à l'ensemble du territoire urbain.

3.2. Méthodologie mise en place

Afin de répondre de manière structurée aux questions de recherche, le travail a été organisé en plusieurs étapes successives définissant ainsi la trame méthodologique. La première étape a constitué à établir un cadre théorique s'appuyant sur une revue de littérature approfondie permettant de soulever l'opportunité d'intervention sur l'existant plutôt que de se limiter aux projets neufs. Dans un second temps, une analyse du périmètre d'étude a été complétée des résultats de l'étude préliminaire réalisée par Joshi et al. (2022) qui propose un classement typologique des morphologies urbaines⁵ de la Ville de Liège. Les archéotypes déterminés par Joshi et al. ont été utilisés comme point de départ majeur aux recherches ultérieures, sous réserve d'une vérification de leur pertinence dans le cadre de la gestion des eaux pluviales.

La phase d'étude à proprement parler porte sur l'analyse détaillée de l'existant au sein de chaque îlot sélectionné afin d'en identifier les contraintes principales et de proposer des scénarios alternatifs au réseau unitaire. Cette étape a conduit au dimensionnement de dispositifs adaptés à chaque scénario pour plusieurs périodes de retour et d'en évaluer leur efficacité à travers deux indicateurs majeurs : la réduction de la surface incidente et le taux de reprise à l'échelle de l'îlot. Enfin, les résultats ont été extrapolés à l'échelle urbaine afin de visualiser et comprendre l'impact global que ces dispositifs pourraient représenter pour la Ville de Liège.

⁵ L'étude de la morphologie urbaine repose sur l'analyse du tissu urbain affinée par des analyses à l'échelle de l'îlot : hauteur des immeubles, alignement des façades, surface des cours intérieures, éventuellement étude des fonctions urbaines (Géoconfluences, 2012).

Ces différentes phases sont développées de manière détaillée dans les sous-sections suivantes en cohérence avec le schéma méthodologique⁶ présenté mettant en évidence la logique de progression de cette étude (Fig. 12).

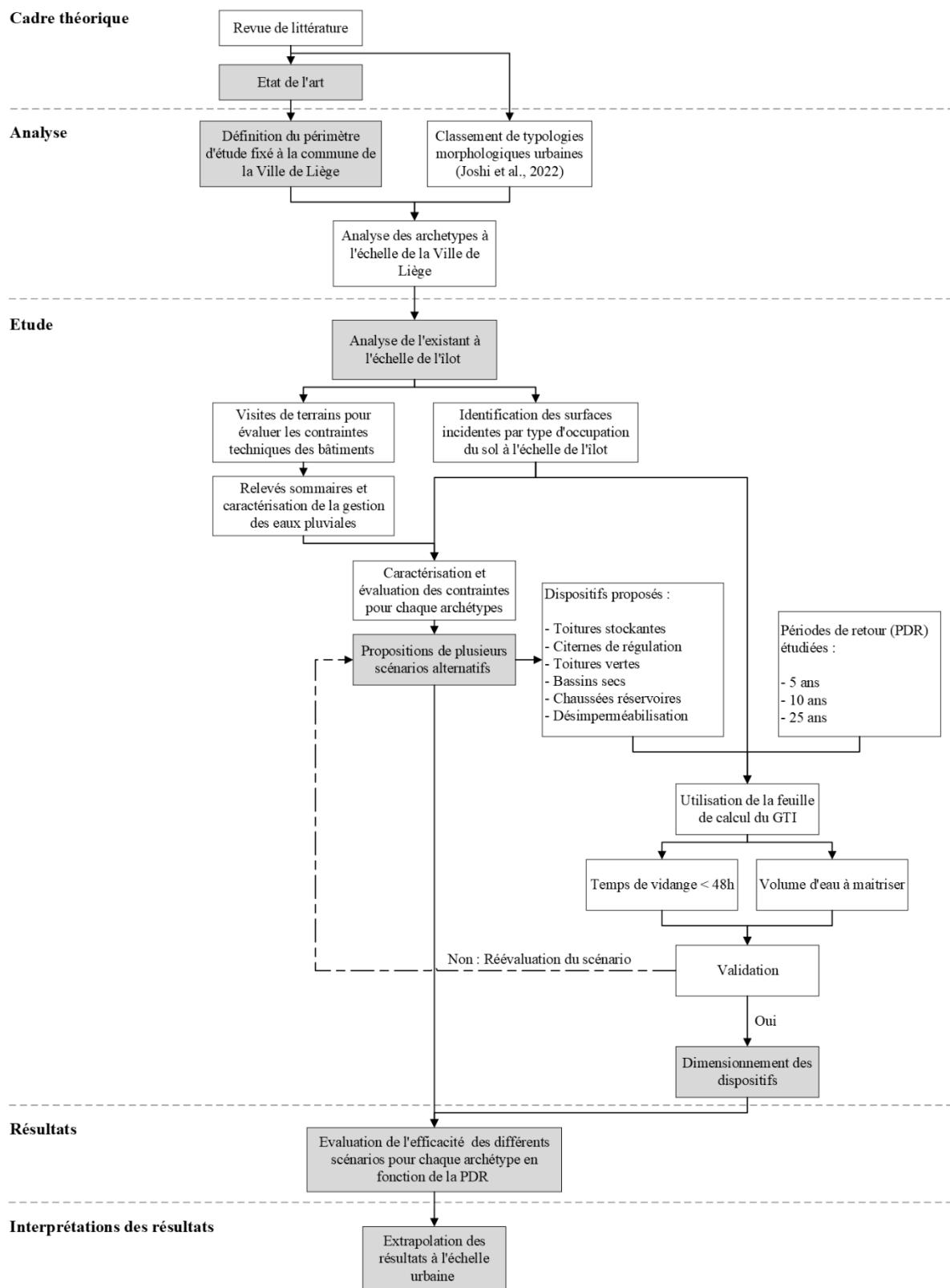


Figure 12 - Schéma méthodologique

⁶ Les encadrés en gris renvoient aux sections développées plus en détails dans la suite du document.

3.2.1. Analyse du périmètre d'étude

Le périmètre d'étude retenu correspond à la commune de Liège. Face aux enjeux croissants liés au ruissellement urbain, une analyse territoriale est menée, mobilisant plusieurs dimensions du tissu urbain : la densité du bâti, la répartition des espaces verts, la topographie, ainsi que les caractéristiques socio-économiques des habitants. Cette analyse est enrichie d'un classement typologique des morphologies urbaines centré sur l'étude des microclimats urbains et sur l'analyse des îlots de chaleur réalisé par Joshi et al. (2022).

L'objectif de l'étude de Joshi et al. (2022) est de développer une méthode systématique, rigoureuse et généralisable pour identifier les archétypes morphologiques urbains à l'échelle de l'îlot adaptés à l'analyse microclimatique liée aux effets d'îlot de chaleur. La classification des îlots urbains en différentes typologies repose sur 17 paramètres décrivant la morphologie urbaine (*Annexe I*) organisés en six grandes catégories : l'arrangement du bâti (densité et organisation spatiale), la variation des caractéristiques des bâtiments au sein de l'îlot, la forme géométrique de l'îlot, la structure d'ensemble (compacité ou étalement du bâti), les propriétés influençant les flux de vent, ainsi que les indicateurs issus de la classification en « Local Climate Zones » (LCZs) proposée par Stewart et Oke (2012) et reprise dans des études récentes (Othman et Alshhoul, 2020). Sur les 1441 îlots initialement recensés dans la commune de Liège, seulement 1007 sont retenus pour la classification, les autres étant écartés sur base de trois critères : densité bâtie insuffisante ($GSI < 0.2$), moins de 3 bâtiments dans l'îlot ou une forme jugée trop irrégulière ($Shape\ Factor < 0.15$). Ces seuils garantissent que seuls les îlots représentatifs soient intégrés dans l'analyse. La méthode de classification consiste à transformer les données morphologiques à l'aide d'une analyse en composantes principales (PCA), puis à regrouper les îlots en typologies homogènes à l'aide d'un algorithme de classification par k-means. Le nombre de clusters est déterminé de façon optimale à partir d'indicateurs statistiques, afin de refléter au mieux la diversité des formes urbaines. Il en ressort neuf typologies urbaines représentées chacune par un îlot type appelé archétype. C'est donc sur ces neuf archétypes que l'analyse de cette étude se base.

L'intérêt de croiser l'analyse territoriale de la Ville de Liège avec cette classification est d'évaluer la pertinence des archétypes retenus dans le domaine de la gestion des eaux pluviales et non dans celui des îlots de chaleur initialement étudié par Joshi et al. Cela permet également de généraliser les solutions proposées sur les archétypes à l'ensemble des îlots de la ville en fonction de leur typologie urbaine. Afin d'exprimer la représentativité de chaque typologie à

l'échelle de la Ville de Liège, deux critères sont considérés : le nombre d'îlots correspondant à la typologie et la surface cumulée que ces îlots représentent. Pour faciliter la lecture, ces valeurs sont converties en pourcentages, calculés non pas par rapport à l'ensemble du territoire communal mais sur bases des îlots retenus dans l'étude de Joshi et al. (2022) (soit 1007 îlots sélectionnés sur 1441 identifiés dans la Ville de Liège) et de leur surface totale⁷.

3.2.2. Analyse des archétypes d'étude

Chacun des neuf îlots retenus comme archétypes fait l'objet d'une étude individualisée selon deux axes : d'une part, une analyse numérique conduite à l'aide d'un logiciel SIG et d'autre part, une évaluation technique des bâtiments menée sur le terrain à travers des visites in situ et des relevés de l'existant. L'objectif est de recenser l'ensemble des caractéristiques et contraintes propres à chaque site afin de proposer des solutions adaptées pour la suite du travail.

i. Analyse numérique

L'ensemble de l'analyse spatiale a été menée à l'aide du logiciel QGIS, un outil libre et open-source spécifiquement dédié aux Systèmes d'Information Géographique (SIG). Ce logiciel offre un environnement complet pour la manipulation, la visualisation et l'analyse de données géoréférencées, permettant une lecture fine et structurée des caractéristiques territoriales. L'intégralité du projet a été construite dans le système de coordonnées Belgian Lambert 72 (EPSG : 31370) qui constitue le Système de Coordonnées de Référence (SCR) retenu. Ce choix garantit la cohérence spatiale entre les différentes couches d'informations et assure une précision métrique adaptée aux analyses à l'échelle urbaine.

Une première analyse à l'échelle de l'îlot a permis de relever différentes données spatiales, telles que la localisation de l'archétype au sein de la Ville de Liège, sa superficie totale, ainsi que la pente moyenne de l'îlot. Cette dernière a été estimée à partir de la couche « MNT (Modèle Numérique de Terrain) - courbes 1m - Liège ». Pour ce faire, la plus grande différence d'altitude observée au sein de l'îlot a été relevée, puis rapportée à la distance horizontale perpendiculaire entre ces deux courbes à l'aide de l'outil « Mesurer une longueur ».

⁷ La figure 18, présentée dans la section *Analyse du périmètre d'étude* du chapitre des *Résultats*, illustre l'ensemble des îlots retenus ainsi que leur répartition par typologie.

L’analyse morphologique fine de chaque îlot a été conduite dans le but d’identifier avec précision les types de toitures et les différentes formes d’occupation du sol. Cette étape vise à produire une cartographie détaillée des surfaces imperméabilisées et éléments bâtis, essentielle pour évaluer les surfaces incidentes. Pour chaque îlot étudié, un travail systématique a été réalisé bâtiment par bâtiment, en retracant manuellement les contours des entités visibles. Cette étape s’est appuyée sur plusieurs sources complémentaires afin d’identifier au mieux les limites bâties, notamment le plan cadastral, la vue satellite *de Google Maps, Google Earth* ainsi que la plateforme *Google StreetView*. Chaque caractéristique morphologique a été modélisée dans une couche distincte de type *Shapefile Polygon*. Les catégories suivantes ont été définies (Tableau 2) :

Tableau 2 - Caractéristiques des différentes couches Shapefiles créées pour distinguer l’occupation du sol dans chaque îlot

Nom de la couche Shapefile	Caractéristiques
Toitures avant ⁸	Toitures dont la reprise des eaux pluviales se fait à rue
Toitures arrière ⁸	Toitures dont la reprise des eaux pluviales se fait vers l’intérieur de l’îlot
Toitures plates	Toitures plates pouvant accueillir des toitures stockantes (en eau ou végétalisées)
Toitures annexes	Toitures dont la structure ne permet pas d’accueillir des toitures stockantes et dont la connexion aux dispositifs n’est pas toujours possible
Allées et trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés ...	Terrains imperméabilisés pouvant être désimperméabilisés tels que les cours extérieures, les allées, trottoirs, parkings, terrains de sport etc.
Routes imperméables	Voiries au sein de l’îlot

⁸ Dans certains cas, la différenciation entre toitures avant et arrière ne répond pas tout à fait à la définition donnée mais permet de différencier correctement le sens de reprise de eaux pluviales (ex : toiture en Shed)

Pour chaque entité des couches d’occupation du sol créées, un attribut supplémentaire a été généré à l’aide de la formule « \$area » disponible dans la *Calculatrice de champ*, permettant de calculer automatiquement la superficie de chaque entité. La différenciation des types de toitures vise à identifier les dispositifs envisageables et à préciser le sens d’évacuation des eaux pluviales pour chaque bâtiment, afin de renforcer la pertinence des scénarios et des solutions adaptées au bâti existant.

ii. Visite de terrain

Un courrier explicatif a été distribué à l’ensemble des logements situés dans les îlots étudiés afin de solliciter la participation des habitants. Ce document (*Annexe XLII*) présentait le cadre de la recherche, ses objectifs, ainsi que la nature des observations envisagées. Les résidents intéressés étaient invités à prendre contact par téléphone, par e-mail ou via Whatsapp afin de convenir d’un rendez-vous.

À la suite des retours reçus, des rendez-vous ont été organisés afin de permettre la réalisation de relevés techniques sur site. Ces visites, d’une durée moyenne d’une heure à une heure trente, ont permis de documenter plusieurs éléments essentiels à la compréhension du fonctionnement hydraulique des parcelles : position et nature des descentes d’eaux pluviales, type de raccordement au réseau d’assainissement, présence ou non de dispositifs de rétention, surfaces imperméabilisées, pentes du terrain, nature des espaces extérieurs (cours, jardins, annexes). Des mesures ont été relevées sur place et, dans certains cas, des plans existants ont été communiqués par l’habitant (*Annexe XLIV*).

Des photographies ont systématiquement été prises afin de conserver une trace visuelle des configurations observées (*Annexe XLIII*). Les informations récoltées ont ensuite été synthétisées sous forme de relevés schématiques dans le but de caractériser le plus précisément possible la réalité du bâti existant et des aménagements associés. Toutes les données collectées dans ce cadre ont été traitées de manière confidentielle et anonymisée, conformément au courrier adressé aux habitants.

Finalement, cette phase de terrain a permis d’identifier, pour chaque archétype, les conditions de gestion des eaux pluviales, les limites techniques observées et les leviers d’action

potentiels. Elle constitue une base solide pour formuler, par la suite, des propositions d'aménagement adaptées aux spécificités de chaque configuration urbaine.

3.2.3. Proposition de plusieurs scénarios alternatifs

A l'issue des analyses menées sur chaque archétype, plusieurs pistes d'intervention ont été formulées sous forme de deux à trois scénarios adaptés aux caractéristiques spécifiques de chaque milieu. Ces scénarios tiennent compte des contraintes spatiales, morphologiques et techniques propres à chaque contexte urbain.

Dans les centres urbains denses, la forte concentration du bâti limite considérablement les possibilités d'infiltration des eaux pluviales. La compacité du bâti et la continuité des façades laissent peu, voire aucun, espace libre pour planter des dispositifs en surface. L'imperméabilisation des parcelles, pouvant dans certains cas être quasi totale, rend difficile toute intervention en pleine terre et empêche la mise en œuvre de solutions privilégiant l'infiltration, telles que les noues, bassins ou tranchées d'infiltration. Même lorsque des espaces non bâtis existent, ils sont souvent enclavés, peu accessibles ou trop exigus pour permettre la mise en place de solutions d'infiltration efficaces. Dans ce type de contexte, la principale limite n'est donc pas tant la perméabilité des sols, mais l'absence d'espace disponible pour intervenir.

A l'inverse, dans les secteurs périurbains ou ruraux, les parcelles sont généralement plus vastes et moins densément construites, offrant une plus grande disponibilité en surfaces non imperméabilisées. Cette configuration spatiale facilite l'intégration de dispositifs de gestion à la source, notamment par infiltration. Des aménagements tels que les noues, bassins ou tranchées d'infiltration peuvent y être implantés plus librement sans les contraintes spatiales et techniques propres aux milieux urbains denses.

Face aux contraintes des centres urbains, les scénarios d'aménagement proposés privilégient des dispositifs de rétention intégrés à la structure des bâtiments existants. Les toitures stockantes sont largement mobilisées pour leur capacité à réguler les eaux pluviales sans occuper de surface au sol. Les citernes installées de régulation en caves constituent une autre option pertinente, bien que leur mise en œuvre reste conditionnée par l'accessibilité et le volume disponible en sous-sol. Dans le cas d'habitations unifamiliales, la place étant souvent très limitée, l'installation de citernes se limite, dans cette étude, généralement à un ou deux modules de 1 m³ connectés en série, soit un volume total maximal de 2 m³ (Fiche technique en

Annexe XL). Dans certains scénarios, les toitures stockantes peuvent être converties en toitures végétalisées, offrant une rétention partielle et une réduction du coefficient de contribution des surfaces concernées. Enfin, bien que les contraintes liées à la densité urbaine rendent l'infiltration difficile, celle-ci est systématiquement envisagée dès que les conditions le permettent. L'infiltration constitue ainsi une priorité dès que le tissu urbain offre une ouverture suffisante, tout en mettant un point d'honneur au respect de la végétation existante : la végétation, les haies ou buissons ne sont pas supprimés pour l'implantation d'un dispositif.

Les scénarios pour chaque archétype suivent une hiérarchie d'intervention allant des solutions les plus simples aux plus ambitieuses :

- Scénario 1 : Mise en place de dispositifs de rétention individuels ou partagés (toitures stockantes et citernes en cave) et création de bassins d'infiltration et noues ponctuels lorsque l'espace et l'accessibilité le permettent ;
- Scénario 2 : Végétalisation des toitures plates et transformation des voiries en chaussées drainantes ;
- Scénario 3 : Désimperméabilisation maximale des surfaces non bâties (cours, allées, terrains de sports, etc.) ou mise en place de dispositifs collectifs d'infiltration (noues partagées, systèmes mutualisés).

Pour chaque scénario d'intervention, une nouvelle couche *Shapefile Polygon* a été créée dans QGIS. Les entités présentes dans ces couches représentent les surfaces incidentes directement concernées par les dispositifs proposés dans le cadre du scénario. Cette phase a nécessité un travail particulièrement long et rigoureux, pour chaque bâtiment, une analyse fine a été menée afin d'identifier avec précision les éléments pouvant être intégrés ou non au scénario. Il s'agissait d'évaluer, au cas par cas, ce qui pouvait être mobilisé, exclu ou modifié en fonction des contraintes morphologiques, techniques ou spatiales. En parallèle, un travail numérique a été réalisé pour structurer les données de chaque entité dans les tables d'attributs. Plusieurs champs ont été créés : un champ ID servant d'identifiant propre au dispositif étudié⁹, un champ période de retour (PDR), un champ surface contributive dont la valeur dépend du type de surface (toiture, allée, toiture végétalisée, route perméable, etc.), un champ dispositif

⁹ L'indicateur ID reprend différentes informations essentielles pour différencier chaque identité en fonction de l'ilot étudié, du scénario correspondant, du type de dispositif utilisé et du « numéro » de celui-ci. Cet identifiant permet une correspondance directe entre les données numériques sur QGIS et les valeurs de dimensionnement réalisées sur Excel (Ex : 511_S1_BS_1).

qui précise le type d'intervention appliqué à l'entité et enfin, un champ surface calculé automatiquement à l'aide de la formule « \$area » dans la « Calculatrice de champ ».

3.2.4. Dimensionnement des dispositifs

i. Méthode de calcul

Les sections suivantes, intitulées *Méthode de calcul* et *Limites et hypothèses*, ont été élaborées, au même titre que l'état de l'art, de manière collaborative avec Clotilde Bourdoux. Elles constituent la continuité logique de la première partie développée dans l'état de l'art et prennent pleinement sens au sein de la méthodologie en tant qu'étape opérationnelle.

L'utilisation de la feuille de calcul se révèle simple et intuitive (*Annexe XL*). Elle contient deux onglets, un pour l'infiltration seule, destiné aux projets pouvant évacuer les eaux uniquement par infiltration dans le sol, et un pour l'infiltration et le rejet, utilisé lorsque l'infiltration seule est insuffisante et qu'un rejet complémentaire (via canalisation ou trop-plein) est nécessaire. Il est impératif de respecter l'ordre d'utilisation des onglets, car certaines données saisies dans le premier sont automatiquement reprises dans le second. Plusieurs données sont à insérer, telles que :

- Localisation du projet : la sélection de la commune permet d'intégrer automatiquement les données pluviométriques locales, notamment grâce aux coefficients de Montana fournis par l'IRM.
- Surface totale du projet : correspond à l'ensemble des parcelles concernées par l'aménagement.
- Surfaces drainées en fonction de l'occupation du sol : seules les surfaces effectivement collectées par l'ouvrage doivent être prises en compte, en distinguant chaque type d'occupation du sol (toiture, voirie, prairie, etc.). Un coefficient de ruissellement est attribué à chaque type, représentant la part de la pluie qui ruisselle et atteint l'ouvrage de rétention.
- Période de retour : reflète le niveau de protection souhaité contre les pluies extrêmes.
- Surface infiltrante du dispositif : partie de l'ouvrage permettant l'infiltration effective de l'eau dans le sol.
- Coefficient d'infiltration : caractérise la perméabilité du sol en conditions saturées.

- Débit de fuite admissible : en cas de rejet, limite réglementaire du débit autorisé vers l'exutoire (généralement 5 l/s/ha).

Les résultats générés par la feuille de calcul sont structurés en deux parties distinctes. La première regroupe les résultats intermédiaires, calculés à partir des données encodées par l'utilisateur et les précipitations extrêmes fournies par les statistiques de l'IRM. La seconde présente le volume d'eau à maîtriser ainsi que le temps de vidange estimé.

Le volume à maîtriser correspond à la capacité minimale de rétention que l'ouvrage doit offrir. Le temps de vidange, quant à lui, indique la durée requise pour que l'ouvrage soit entièrement vidé et donc prêt à accueillir une nouvelle pluie.

Par défaut, ce temps ne doit pas excéder 48 heures. Toutefois, ce critère peut être ajusté selon la fonction et l'emplacement de l'ouvrage. Par exemple, dans le cas d'un aménagement situé dans un jardin, il est généralement préférable de viser un temps de vidange plus court et d'éviter la présence prolongée d'une zone humide indésirable.

ii. Limites et hypothèses

Il est important de noter que l'utilisation de la feuille GTI repose sur plusieurs hypothèses et limites d'application qu'il convient de respecter scrupuleusement :

- Le volume est exclusivement dédié à la gestion des eaux pluviales : l'ouvrage est considéré vide avant la pluie, il se remplit progressivement pendant l'événement pluvial et se vide ensuite par infiltration ou rejet contrôlé.
- L'outil ne s'applique pas aux dispositifs de stockage en vue d'une utilisation future à usage domestique.
- Il n'est pas destiné à gérer des ruissellements naturels très chargés (sédiments, boues, particules issues de zones agricoles), car ceux-ci peuvent colmater l'ouvrage et altérer son efficacité.
- Il ne permet pas de dimensionner un ouvrage d'infiltration des eaux usées.
- Le calcul s'effectue pour un seul ouvrage à la fois : si plusieurs dispositifs sont prévus, chacun doit faire l'objet d'un calcul indépendant.

- Aucune fonction cartographique n'est intégrée dans la feuille : l'identification des surfaces contributives et de leurs caractéristiques doit être réalisée manuellement en amont.
- Un coefficient de sécurité de 2 est appliqué automatiquement au coefficient d'infiltration (K). Ce facteur de sécurité vise à tenir compte de l'hétérogénéité des sols, du colmatage progressif et des incertitudes liées aux essais de perméabilité.

iii. Démarche propre au cas d'étude

Pour chaque scénario proposé, un travail de dimensionnement de dispositifs a été mené bâtiment par bâtiment, en fonction des contraintes propre à chaque situation : surface disponibles, configuration de toiture, direction d'évacuation des eaux pluviales, accessibilité et potentiel d'intégration des dispositifs. Toutefois, afin de simplifier le processus et d'éviter les calculs redondants, une méthode de regroupement a été appliquée : lorsque plusieurs bâtiments représentaient des caractéristiques similaires (surface, type de toiture ou contraintes techniques), un seul dimensionnement représentatif était effectué, puis généralisé aux autres situations comparables. Cette approche a permis de réduire le volume de calculs tout en conservant la cohérence et la pertinence des résultats par rapport aux conditions réelles de terrain.

Le dimensionnement des solutions retenues a été réalisé à l'aide de la feuille de calcul du GTI, en s'appuyant sur trois périodes de retour différentes (5, 10 et 25 ans). Ce choix tient compte des spécificités du contexte urbain dense. En milieu périurbain ou rural, des périodes de retour de 50, 100 et 200 ans peuvent être visées, il n'est pas réaliste de les appliquer en centre urbain dense où les contraintes spatiales sont telles que viser une gestion efficace jusqu'à 25 ans représente déjà un effort considérable soulageant le réseau unitaire existant saturé. Pour compléter la feuille de calcul du GTI, les surfaces contributives affectées à chaque dispositif ont été directement issues de l'analyse numérique des archétypes, développée en amont. La somme des surfaces contributives associées à chaque dispositif a été calculée à l'aide de l'outil d'analyse *Statistiques basiques pour les champs* de QGIS, en sélectionnant les entités concernées dans les couches Shapefile et en appliquant une opération de somme sur le champ « Surface ». Le coefficient d'infiltration a été fixé à 5×10^{-6} m/s. Ce choix repose sur le constat que, dans ce type de contexte, la contrainte principale n'est pas la perméabilité des sols mais le

manque de place pour implanter les dispositifs. Dès lors, la variabilité des coefficients d'infiltration a été jugée secondaire par rapport aux contraintes morphologiques, techniques et fonctionnelles des sites étudiés.

Chaque dispositif est dimensionné pour garantir un temps de vidange inférieur à 48 heures conformément aux recommandations techniques (Dewez et al., 2023). Le volume à maîtriser, calculé à partir de la feuille du GTI, est ensuite comparé au volume maîtrisable par le dispositif, celui-ci étant évalué via une seconde feuille de calcul Excel dédiée au dimensionnement géométrique. L'objectif est de garantir que le volume à traiter soit inférieur ou égal au volume que le dispositif peut effectivement contenir, assurant ainsi un fonctionnement sécurisé et, si possible, légèrement surdimensionné.

L'ensemble des résultats de dimensionnement a été centralisé dans un tableau Excel, structuré par îlot étudié, par type de dispositif et par scénario. Afin de faciliter la compréhension et la correspondance des dispositifs entre les calculs de dimensionnement sur Excel et les données numériques dans le fichier QGIS, l'identifiant ID de chaque dispositif est conservé entre ces deux plateformes. Lorsque les calculs indiquaient qu'un dimensionnement n'était pas réalisable, par manque d'espace, de contraintes techniques ou morphologiques, le scénario concerné était alors ajusté ou adapté afin de proposer une solution plus compatible au tissu urbain existant.

3.2.5. Evaluation de l'efficacité des résultats

Pour l'analyse des résultats finaux, l'échelle d'évaluation retenue est celle de l'îlot. Trois valeurs de références sont calculées pour chaque période de retour de chaque scénario :

- La surface incidente totale de l'îlot
- La surface reprise par des dispositifs de gestion des eaux
- La surface reprise par des dispositifs de gestion des eaux pondérée

La surface incidente totale correspondant à la somme des surfaces incidentes sur l'ensemble du site, qu'elles soient ou non prises en charge par un dispositif. Certaines interventions, comme la mise en place de toitures végétalisées ou la désimperméabilisation d'espaces, permettent de réduire directement la surface contributive de l'îlot et ainsi soulager le réseau unitaire en limitant les volumes à gérer. La surface reprise par des dispositifs de

gestion des eaux représente la somme des surfaces effectivement prise en charge par un dispositif, calculée en utilisant les coefficients de ruissellement initiaux, c'est-à-dire ceux de la situation existante. La surface pondérée, quant à elle, est calculée en appliquant les coefficients de ruissellement de la situation projetée afin de prendre en compte les effets des transformations envisagées dans le scénario. Par exemple, une toiture végétalisée n'est plus comptabilisée comme une toiture imperméable.

La distinction entre ces deux approches est essentielle. La surface pondérée reflète la situation future réelle, représentant l'impact final des dispositifs une fois mis en œuvre. Toutefois, pour pouvoir évaluer l'efficacité d'un scénario par rapport à l'existant, il est indispensable de se baser sur des hypothèses identiques. C'est tout le sens de la surface reprise non pondérée qui constitue un indicateur de comparaison cohérent entre les différentes situations.

Il est également indispensable de distinguer les résultats selon la période de retour (5, 10 et 25 ans) car, au sein d'un même scénario, tous les dispositifs mis en place ne couvrent pas les mêmes niveaux d'intensité pluviale. Certains bâtiments sont dimensionnés pour une période de retour de 10 ans et d'autres peuvent répondre à un événement de 25 ans. Les surfaces reprises doivent être calculées séparément pour chaque période de retour afin de refléter au mieux les capacités hydrauliques réelles de chaque scénario.

Pour comparer efficacement les scénarios entre eux, les valeurs calculées ont été converties en taux exprimés en pourcentage. Cette mise en forme permet une lecture plus claire et plus immédiate des résultats. Trois taux d'efficacité ont ainsi été calculés :

- % de surface incidente : rapport entre la surface incidente pondérée et la surface totale de l'îlot
- % de surface reprise : rapport entre la surface reprise (calculée avec les coefficients de ruissellement initiaux) et la surface incidente initiale
- % de surface reprise pondérée : rapport entre la surface reprise pondérée (calculée avec les coefficients de ruissellement de la situation projetée) et la surface incidente initiale

Les taux calculés pour chaque scénario, à chaque période de retour, permettent de quantifier la part de surfaces effectivement prises en charge par les dispositifs proposés. Ils offrent ainsi une lecture comparative claire des performances hydrauliques entre les différentes

configurations testées, en tenant compte à la fois des caractéristiques du tissu urbain et des capacités propres à chaque solution.

3.2.6. Interprétations des résultats

Pour extrapoler les résultats à l'échelle de la ville de Liège, chaque archétype de chaque typologie a été associé à la surface totale qu'il représente à l'échelle de la Ville de Liège (en ha). Cette surface a ensuite été convertie en surface incidente représentée à Liège en appliquant le % de surface incidente initiale mesuré sur l'îlot de référence, selon la formule :

$$\begin{aligned} & \text{Surface incidente représentée à Liège (ha)} \\ &= \text{Surface totale représentée (ha)} \times \frac{\% \text{ surface incidente initiale}}{100} \end{aligned}$$

Dans un second temps, cette nouvelle surface incidente est multipliée par le taux de surface reprise obtenu pour l'archétype étudié, ce qui permet d'obtenir la surface reprise extrapolée à l'échelle de la ville :

$$\begin{aligned} & \text{Surface reprise extrapolée (ha)} \\ &= \text{Surface incidente représentée à Liège (ha)} \times \frac{\% \text{ surface reprise}}{100} \end{aligned}$$

Ce calcul repose sur le principe que l'archétype choisi est représentatif de l'ensemble des îlots appartenant à la même typologie et que leurs caractéristiques hydrologiques sont similaires. Les résultats obtenus, pour chaque typologie et chaque scénario pour une période de retour choisie, permettent d'estimer la surface totale qui pourrait être reprise à l'échelle du territoire liégeois grâce aux dispositifs étudiés.

3.2.7. Présentation d'un cas d'étude

Afin d'illustrer la démarche appliquée, un cas représentatif a été sélectionné parmi les archétypes étudiés. Ce cas permet de montrer concrètement les étapes méthodologiques : localisation et description de l'îlot, exemple de dimensionnement d'un dispositif, structuration des données dans QGIS puis calcul des indicateurs retenus. Enfin, il illustre la manière dont ces résultats peuvent être extrapolés à l'échelle de la Ville de Liège.

L’îlot 629, situé dans le quartier du Laveu, a été retenu comme cas d’étude représentatif de la typologie C : *Compact low-rise*. Cette typologie regroupe 120 îlots à Liège (soit 12% du total) pour une surface cumulée d’environ 46,6 ha (soit 3% de la surface totale étudiée), ce qui traduit une présence significative dans la ville mais un poids spatial restreint à l’échelle communale (Fig. 14).

Après une analyse des contraintes propre à l’îlot (voir section *Présentation détaillée des îlots archétypes* du chapitre *Résultats*), il ressort que les marges de manœuvre sont réduites. Dans ce contexte, les citernes de régulation en cave constituent la solution la plus adaptée. La cartographie des surfaces incidentes réalisée sur QGIS permet de différencier les occupations du sol et de produire des données exploitables pour le dimensionnement des dispositifs (Fig. 13)

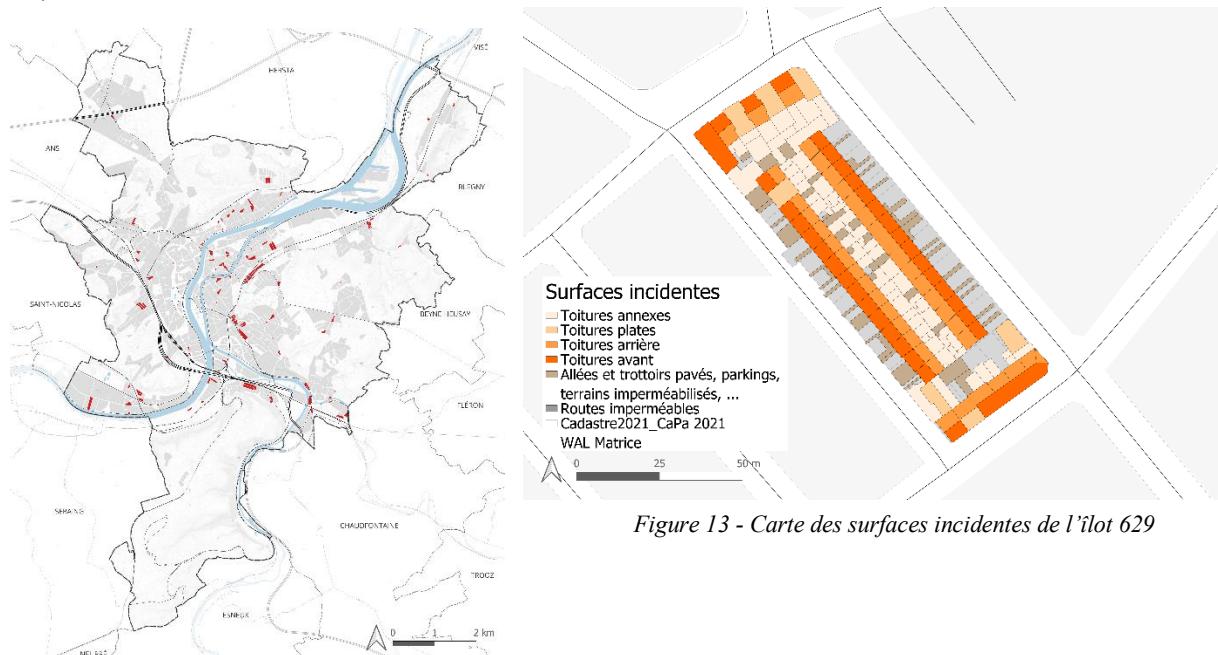


Figure 14 - Typologie C : Représentativité à l’échelle de la ville de Liège

A titre d’illustration, un exemple de dimensionnement est présenté, réalisé à l’aide de la feuille de calcul du GTI et encodé dans l’Excel central (Fig. 17). Les informations obtenues sont ensuite intégrées dans QGIS, où chaque entité de chaque scénario est identifié et décrit au sein de la table d’attributs de la couche *Shapefile* (ID, période de retour, surface contributive et surface) (Fig. 15).

ID	PDR	Surf_contr	Dispositif	Surface
629_S1_CIT_1	25	Toiture	Citerne	17,4941839808...

Figure 15 - Table d’attribut du Scénario 1 - Ilot 629

3. Méthodologie et questions de recherche

Visualisation	Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration				
	Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]		Résultats : K = 5 x 10 ⁻⁵		
Forêts, bois, ...	0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	19,7	20,7	22,3
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...	0	Durée de la pluie de référence	285min	335min	395min
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,07	0,07	0,08
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...	0	Débit sortant par infiltration [l/s]	0	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	Débit de vidange total autorisé [l/s]	0,01822	0,01822	0,01822
Alées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	8,113	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	0,9	1,1	1,4
629_S1_CIT_1	28,327	Temps de vidange	13h43	16h46	21h21
Description	Calcul: Dimension du Volume maitrisable [m ³]				
Toitures, routes, plans d'eau, ...	0	Dispositif			Citerne
Surface infiltrante du dispositif [m ²]	5	Largeur [m]			0,67
Débit de fuite admissible [l/s/ha]	5	Hauteur [m]			
Remarque		Profondeur [m]			1,4
On ne prend que l'arrière et la cour car la connexion avec l'avant est plus compliquée.		Hauteur [m]			1,42
		Quantité			2
		Volume maitrisable [m ³]			2

Figure 17 - Dimensionnement du dispositif 629_S1_CIT_1

A l'échelle de l'îlot, la somme des surfaces contributives gérées par l'ensemble des dispositifs intégrés dans un scénario permet de distinguer trois valeurs de référence utiles pour la suite de l'évaluation d'efficacité (Fig. 16). La surface contributive totale de l'îlot et la surface effectivement reprise par les dispositifs (avec les coefficients initiaux et celle pondérée).

SCENARIO 1 : Surfaces incidentes par type d'occupation de sol				
Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	Surface (type d'occupation initial)
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...	0	0,25	0	0
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	0,4	0	0
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...	0	0,5	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	508,8	0,9	457,92	508,8
Toitures, routes, plans d'eau, ...	3197,360	1	3197,36	3197,36
	3706,16			3655,28
Somme des surfaces contributives gérée	3655,28			
% par rapport à l'initial	100%			

SCENARIO 1 : Surfaces incidentes par type d'occupation de sol REPRIS				
Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	Surface (type d'occupation initial)
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...	0	0,25	0	0
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	0,4	0	0
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...	0	0,5	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	107,14	0,9	96,426	107,14
Toitures, routes, plans d'eau, ...	1743,490	1	1743,49	1743,49
	1850,63			1839,916
Somme des surfaces contributives gérée	1839,916			
% par rapport à l'initial	50%			

Figure 16 - Tableau de reprise à l'échelle de l'îlot - Scénario 1 - Ilot 629

Dans le cas présent (Scénario 1 – Ilot 629), la surface incidente de l'îlot reste identique à la valeur initiale (3655,28m²), l'occupation du sol n'ayant pas été modifiée dans ce scénario. La surface effective reprise par les dispositifs atteint quant à elle 1839,92m².

L'ensemble des résultats est synthétisé dans un tableau récapitulatif qui, pour chaque îlot, regroupe les différents scénarios proposés et les périodes de retour considérées. A partir de la somme des surfaces contributives et des surfaces reprises (pondérée ou non), les taux

d'évaluation sont obtenus par principe de rapport, permettant une comparaison directe de l'efficacité des scénarios. A titre d'exemple, le tableau suivant (Tableau 3) présente les taux calculés pour le cas étudié. Ce tableau est présenté dans la section *Taux d'évaluation des différents scénarios* du chapitre *Résultats*.

Tableau 3 - Taux d'évaluation de l'îlot 629

ÎLOT 629 : C - Compact low-rise									
	Période de retour = 5 ans			Période de retour = 10 ans			Période de retour = 25 ans		
	Initial	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 1	Scénario 2
	Surface totale du projet [m ²] (1)	4527	4527	4527	4527	4527	4527	4527	4527
	Surface incidente (pondérée) [m ²] (2)	3655	3655	3429	3655	3429	3655	3429	3429
Surface reprise [m ²] (3)		2008	2020	2008	2020	2008	2020	1840	1753
Surface reprise (pondérée) [m ²] (4)		2008	1873	2008	1873	2008	1873	1840	1695
% de surface incidente (2) / (1)	Initial	81%	81%	76%	81%	76%	81%	76%	76%
% de surface reprise (3) / (2)initial		55%	55%	55%	55%	55%	50%	48%	48%
% de surface reprise (pondérée) (4) / (2)initial		55%	51%	55%	51%	55%	50%	46%	46%

Finalement, afin d'extrapoler les résultats à l'échelle de la ville, un dernier tableau (Tableau 4) regroupe les taux obtenus pour chaque îlot, scénario et période de retour, en les pondérant par leur représentativité. Ce traitement permet de convertir les résultats en surfaces reprises équivalentes à l'échelle de Liège et de mettre en évidence l'impact potentiel des différents scénarios à l'échelle communale sous forme de graphique (voir section *Interprétations des résultats* du chapitre *Résultats*).

Tableau 4 - Extrapolation à l'échelle de la ville (PDR 10ans)

Îlot	PDR 10 ans										
	Données existantes (Présentation îlot + Résultats)			Surface reprise équivalente à l'échelle de Liège (ha)							
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Surfaces incidentes initiales (%)	Représentativité (nombre) (%)	Représentativité (surface) (%)	Représentativité (surface) (ha)	Îlot	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Îlot 919	37%	37%		98%	8%	3%	50,74	Îlot 919	18,40	18,40	-
Îlot 1206	55%	78%	78%	82%	11%	11%	181,43	Îlot 1206	81,40	115,79	115,79
Îlot 629	55%	55%		81%	12%	3%	46,56	Îlot 629	20,65	20,77	-
Îlot 542	36%	58%	58%	79%	19%	12%	198,06	Îlot 542	56,48	90,79	90,79
Îlot 511	66%	66%	66%	40%	14%	20%	320,18	Îlot 511	84,15	84,15	84,15
Îlot 585	68%	77%	53%	53%	17%	13%	209,72	Îlot 585	75,55	85,29	59,31
Îlot 881	59%	65%	65%	43%	0%	3%	45,46	Îlot 881	11,43	12,64	12,64

4. RÉSULTATS

4.1. Analyse du périmètre d'étude

Ce travail de fin d'études propose une analyse de la gestion des eaux pluviales au sein de la ville de Liège, située dans la région wallonne en Belgique. Cinquième ville la plus peuplée du pays, après Anvers, Gand, Charleroi et Bruxelles avec 197 323 habitants (*be.STAT*, s. d.) elle s'étend sur 69km². Son relief vallonné, modelé par la vallée de la Meuse et celle de son affluent, l'Ourthe, a fortement influencé son développement spatial et économique, favorisant notamment l'essor industriel, en particulier dans la sidérurgie, dès le XIX^e siècle. Le climat de Liège est de type tempéré océanique, avec des précipitations fréquentes tout au long de l'année. La température moyenne annuelle y est de 10,1 °C pour un total de 886 mm de pluie par an (Climate Data, s. d.). Les inondations de 2021 ont rappelé la vulnérabilité de Liège et l'importance d'une gestion adaptée des eaux pluviales.

Dans le cadre de cette étude, plusieurs paramètres seront mobilisés pour analyser le fonctionnement urbain de Liège au regard des enjeux de gestion des eaux pluviales : la densité du bâti, la répartition des espaces verts, la topographie ainsi que les disparités socio-économiques. Ces éléments permettent de mettre en lumière les déséquilibres territoriaux face au ruissellement.

La densité bâtie consiste en un indicateur clé pour appréhender le développement spatial de la ville et estimer les surfaces disponibles. Définie comme le rapport entre la surface de plancher construite et la surface au sol d'un îlot, elle permet de mesurer la compacité du tissu urbain en tenant compte de l'ensemble des fonctions bâties, qu'elles soient résidentielles, tertiaires ou publiques. Un ratio élevé traduit une occupation intense du sol. A Liège, cette densité atteint des niveaux particulièrement élevés dans les quartiers centraux, souvent supérieurs à 100%, en raison d'une emprise au sol quasi-totale et d'un bâti verticalisé. Elle décroît progressivement en s'éloignant du centre au profit d'une urbanisation plus diffuse sur les versants et les plateaux (*Annexe II*) (Ville de Liège - Département de l'Urbanisme, 2023).

Cette forte densité joue un rôle déterminant dans la gestion des eaux pluviales en milieu urbain. En effet, plus un espace est densément construit, plus les surfaces imperméables augmentent, réduisant les capacités d'infiltration naturelle. Ce phénomène accentue le ruissellement en cas de précipitations et met sous pression le réseau d'égouttage ancien, souvent

dimensionné pour des orages de vingt minutes et une période de retour de dix ans. Le manque d'espaces ouverts et végétalisés limite fortement la possibilité de mise en œuvre de solutions alternatives de gestion durable des eaux. Les quartiers centraux densément construits sont les plus déficitaires en espaces verts tandis que les périphéries en profitent plus largement (*Annexe III*).

Ce déséquilibre est d'autant plus préoccupant que la cartographie des revenus fiscaux à Liège révèle une nette concentration des ménages modestes dans ces quartiers centraux, exposant les populations les plus précaires à des risques accrus en inondation (*Annexe IV*). Ces disparités renforcent la nécessité d'ajuster les stratégies de gestion des eaux pluviales aux caractéristiques socio-spatiales des quartiers concernés.

La classification des îlots urbains développé par Joshi et al. (2022) (Fig. 18), originellement conçue pour étudier les effets d'îlots de chaleur urbain, repose sur des paramètres morphologiques particulièrement pertinents pour la gestion des eaux pluviales. La plupart des 17 paramètres morphologiques utilisés pour la classification influencent également les dynamiques de ruissellement, l'imperméabilité et la capacité d'infiltration du sol (Tableau 5). Son utilisation dans le cadre du présent travail se justifie pleinement dans la mesure où elle permet d'identifier des ensembles morphologiquement homogènes susceptibles de présenter des comportements similaires face aux épisodes pluvieux intenses.

L'analyse croisée entre les caractéristiques urbanistiques de la ville de Liège et cette typologie met ainsi en évidence des contrastes spatiaux forts, qui conditionnent à la fois la vulnérabilité des quartiers et leur potentiel d'adaptation hydraulique. Les îlots classés comme compacts et densément construits (typologies A à D) se concentrent dans les quartiers centraux, déjà identifiés comme fortement imperméabilisés, socialement précaires et faiblement végétalisés. À l'inverse, les îlots périphériques, généralement plus ouverts (typologies E à I), présentent une configuration plus favorable à l'absorption naturelle des eaux pluviales, grâce à une moindre densité bâtie, une végétation plus présente et une occupation du sol moins intense.

Tableau 5 - Pertinence des paramètres de classification

Paramètre		Pertinence	Justification
SVF	<i>Sky View Factor</i>	Non	Indicateur Climatique mesurant l'ouverture du ciel
AR	<i>Aspect Ratio</i>	Non	Rapport hauteur/largeur de rue

GSI	<i>Ground Space Index</i>	Oui	Reflète l'emprise au sol des bâtiments
ISF	<i>Impervious Surface Fraction</i>	Oui	Mesure directe des surfaces imperméables
PSF	<i>Pervious Surface Fraction</i>	Oui	Mesure directe des surfaces perméables
HRE	<i>Heigh of roughness elements</i>	Non	Indique la hauteur du bâti
OSR	<i>Open Space Ratio</i>	Oui	Quantifie les espaces ouverts disponibles pour l'infiltration ou des dispositifs alternatifs
MA	<i>Mean Building Area</i>	Oui	Influence la capacité de collecte et le type de dispositif mobilisable
NB	<i>Number of Building per Unit Area</i>	Oui	Indique la densité et la fragmentation du tissu urbain influençant la gestion de surface
SH	<i>Standard Deviation of Building Heights</i>	Non	Mesure la variabilité de hauteur des bâtiments
SA	<i>Standard Deviation of Building Areas</i>	Non	Mesure la variabilité de surface des bâtiments
DB	<i>Average Distance Between Buildings</i>	Oui	Renseigne sur l'ouverture de l'îlot, utile pour évaluer l'accessibilité du cœur d'îlot
DCR	<i>Distance to Centroid Ratio</i>	Oui	Indique la centralité des bâtiments reflétant la compacité
SF	<i>Block Shape Factor</i>	Oui	Décrit la forme de l'îlot
FAI	<i>Frontal Area Index</i>	Non	Indicateur de ventilation urbaine
AH	<i>Average Height of Buildings</i>	Non	Indicateur vertical utile pour les flux thermiques
Po	<i>Porosity</i>	Oui	Mesure la perméabilité structurelle de l'îlot

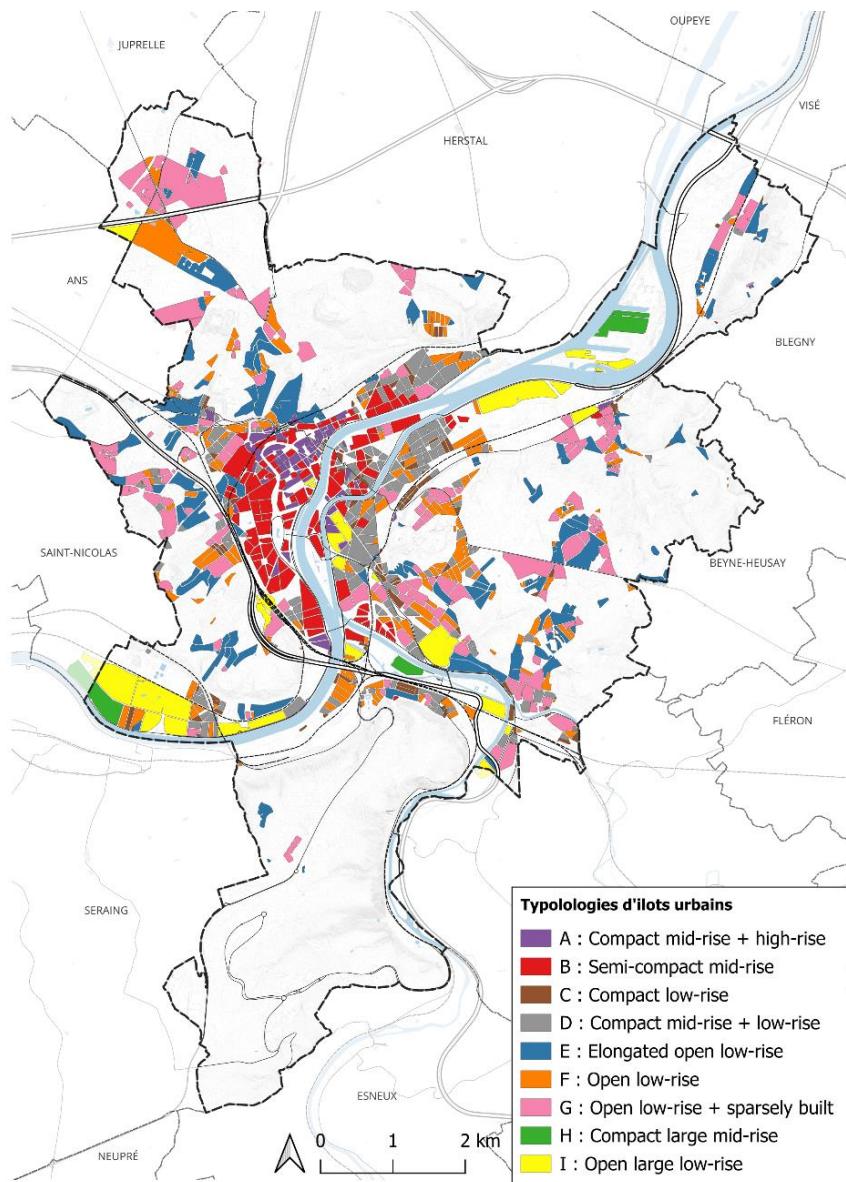


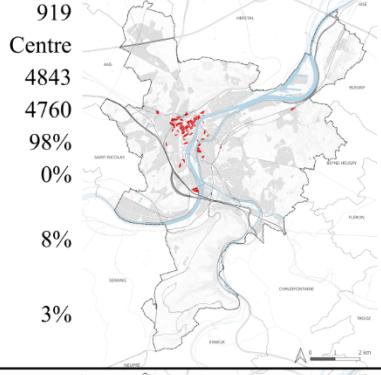
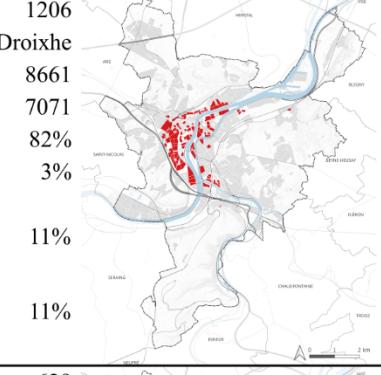
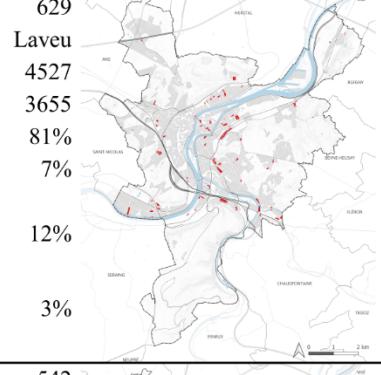
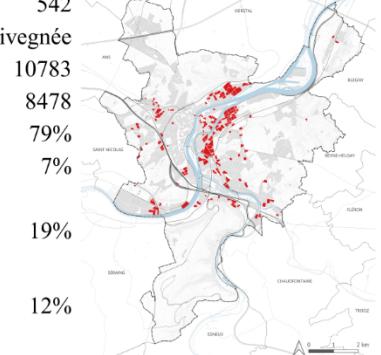
Figure 18 – Typologies de morphologies urbaines (Joshi et al. ; 2022)

4.2. Présentation générale des îlots étudiés

L'étude a été menée sur neuf typologies d'ilots issues de la classification proposée par Joshi et al. (2022). Pour chaque typologie, un îlot représentatif, ou archétype, a été sélectionné afin de concentrer l'analyse sur un cas caractéristique. Cette approche permet d'adapter les propositions à des contextes urbains spécifiques tout en pouvant généraliser les résultats à l'échelle de la ville de Liège.

Le tableau synthétique ci-dessous (Fig. 19) rassemble les principales caractéristiques de chaque archétype : le numéro d'identification de l'îlot étudié, sa typologie, sa localisation dans la ville, ainsi qu'une carte de répartition de la typologie sur le territoire liégeois (cartes à plus

grande échelle en *Annexe V-XIII*), la superficie totale de l'îlot, sa surface incidente pondérée (calculée à partir des coefficients de ruissellement associés aux différentes occupations de sol), ainsi qu'une carte reprenant les occupations de sol identifiées dans l'îlot, son pourcentage de contribution (rapport entre la surface incidente et la surface totale), la pente moyenne, le nombre d'îlots similaires recensé dans la ville, la surface totale qu'ils représentent dans la commune ainsi que leur poids relatifs, en nombre et en superficie, parmi l'ensemble des îlots retenus dans l'étude de Joshi et al. (2022).

 <p>A - Compact mid-rise + high-rise</p>	<p>n° d'îlot : 919 Localisation : Centre Surface totale [m²] : 4843 Surface incidente [m²] : 4760 % de contribution : 98% Pente : 0% Nbr d'îlots correspondants dans la Ville de Liège : 83 Surface correspondante dans la Ville de Liège [ha] : 50,74  </p>
 <p>B - Semi-compact + mid-rise</p>	<p>n° d'îlot : 1206 Localisation : Droixhe Surface totale [m²] : 8661 Surface incidente [m²] : 7071 % de contribution : 82% Pente : 3% Nbr d'îlots correspondants dans la Ville de Liège : 110 Surface correspondante dans la Ville de Liège [ha] : 181,43  </p>
 <p>C - Compact low-rise</p>	<p>n° d'îlot : 629 Localisation : Laveu Surface totale [m²] : 4527 Surface incidente [m²] : 3655 % de contribution : 81% Pente : 7% Nbr d'îlots correspondants dans la Ville de Liège : 120 Surface correspondante dans la Ville de Liège [ha] : 46,56  </p>
 <p>D - Compact mid-rise + low-rise</p>	<p>n° d'îlot : 542 Localisation : Grivegnée Surface totale [m²] : 10783 Surface incidente [m²] : 8478 % de contribution : 79% Pente : 7% Nbr d'îlots correspondants dans la Ville de Liège : 195 Surface correspondante dans la Ville de Liège [ha] : 198,06  </p>

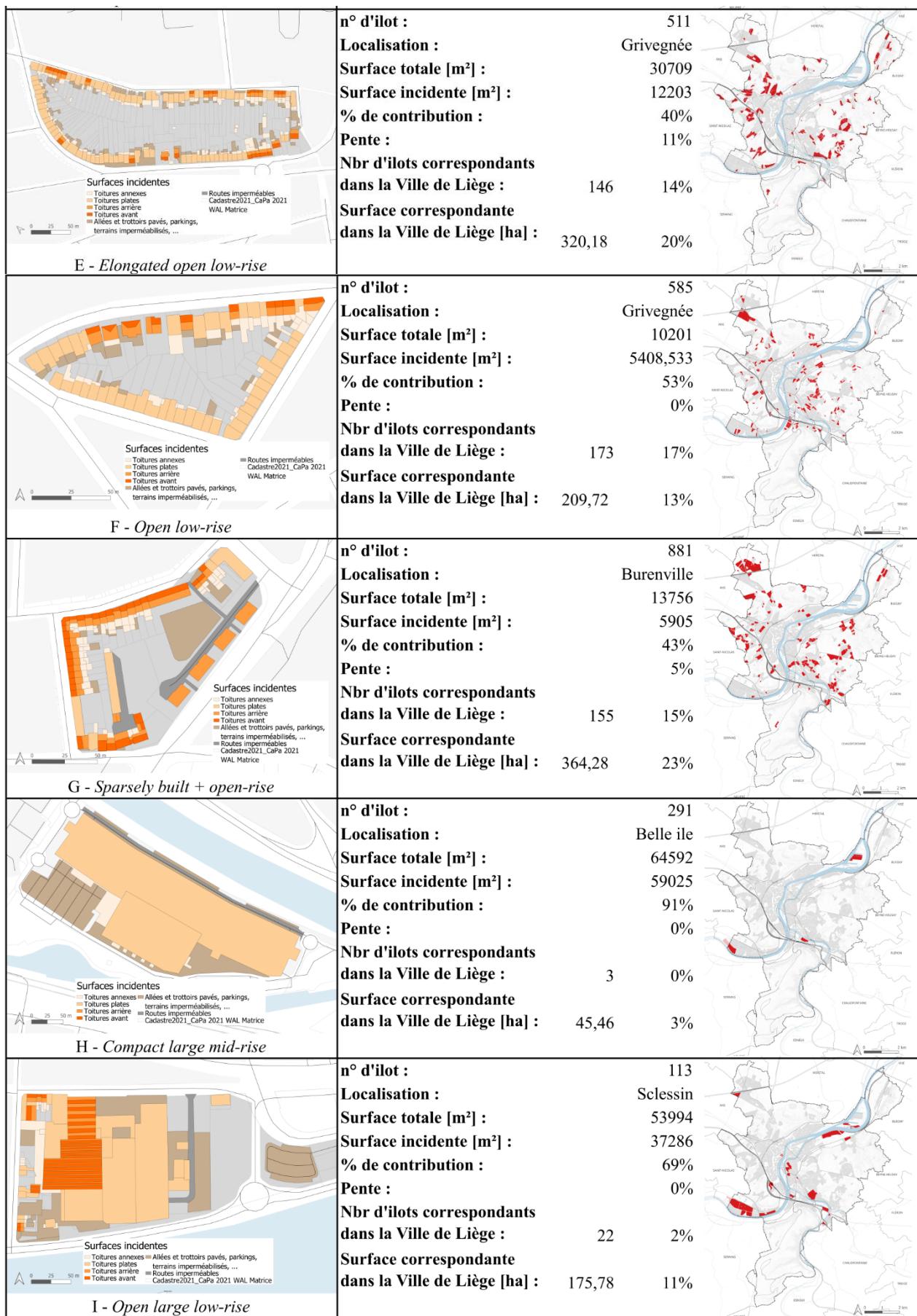


Figure 19 - Présentation générale des archéotypes

4.3. Présentation détaillée des îlots archétypes

Après avoir mené les analyses numériques, enrichies par des observations via *Google Earth*, *Google Street View*, images satellites et des visites de terrain, il s'est avéré pertinent d'examiner chaque archétype plus en détail. Cette analyse fine permet de mieux appréhender les spécificités techniques, spatiales et fonctionnelles propres à chaque îlot. Pour cela, des fiches de présentation approfondies ont été réalisées, offrant une lecture individualisée et complète de chacun des cas étudiés.

Chaque fiche reprend les informations générales synthétisées dans le tableau global (typologie, localisation, superficie, surface incidentes, pente, etc.) et les complète par plusieurs éléments visuels et analytiques. Une vue satellite de l'îlot permet d'identifier la végétation et les formes d'occupation du sol en place (cartes à plus grande échelle en *Annexe XIV-XXII*). Une liste des principales caractéristiques et contraintes identifiées est accompagnée d'un schéma de synthèse visuel illustrant notamment la répartition des surfaces prises en charge par les dispositifs proposés. La description qualitative de la gestion actuelle des eaux pluviales se base sur les relevés réalisés *in situ* d'un bâtiment type visité au sein de l'îlot, et est accompagnée de plans schématiques des étages le plus significatifs pour la gestion des eaux pluviales. Ces éléments visent à illustrer concrètement les enjeux spécifiques de chaque situation et à offrir une lecture claire et opérationnelle de chaque cas étudié en articulant données spatiales et observations de terrain.

Toutefois, parmi les neuf archétypes sélectionnés, deux îlots présentent des caractéristiques particulières qui ne permettent pas de les intégrer de manière pertinente dans ce travail sur l'existant en milieu dense urbain. Leur gestion des eaux pluviales relève de projets spécifiques aux bâtiments, peu compatible avec la méthodologie appliquée. De plus, leur faible représentativité à l'échelle liégeoise justifie de se concentrer sur l'analyse des typologies plus représentatives.

Pour ces deux îlots, îlots 219 et 113, l'analyse a été volontairement succincte. L'objectif est de documenter brièvement leurs caractéristiques et contraintes spécifiques, tout en justifiant leur exclusion dans la suite du travail. Après cette section, ils ne seront plus intégrés dans l'analyse et ne feront pas l'objet de propositions de scénarios alternatifs.

Îlot 919: A – Compact mid-rise + high-rise (Fig. 20)

Localisation :	Centre-ville
Surface totales [m ²] :	4843
Surface incidente [m ²] :	4760
% de contribution :	98%
Pente :	0%
Nbrs d'îlots correspondants dans la Ville de Liège :	83 = 8%
Surface correspondante dans la ville de Liège [ha] :	50,74 = 3%

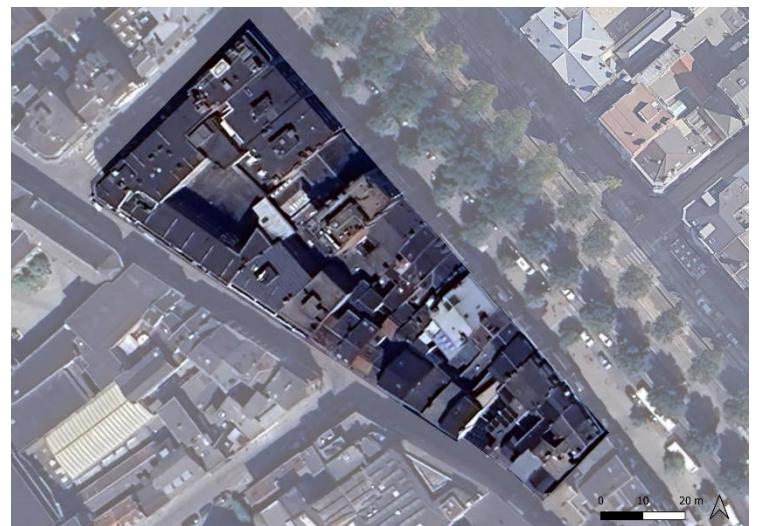


Figure 20 - Vue satellite de l'îlot 919

Caractéristiques et contraintes du site (Fig. 21) :

- Îlot en plein centre-ville
- Îlot complètement imperméabilisé
- Rdc commercial/bureaux + logements aux étages
- Maisons de maître mitoyennes + immeubles à hauteurs variables
- Certaines façades classées
- Présence de petites caves voutées dans certaines habitations anciennes → Accès et HSP insuffisante pour citerne de régulation
- Annexes et petites cours extérieures en centre d'îlot
- Pas d'espaces verts → Pas d'infiltration possible

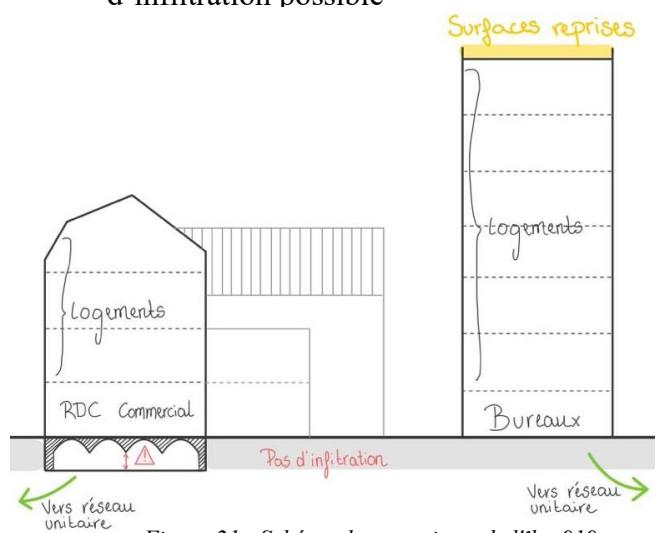


Figure 21 - Schéma de contraintes de l'îlot 919

Caractéristiques de descentes des eaux pluviales du bâtiment visité (Fig. 22) :

Le bâtiment est composé de plusieurs sous-ensembles historiques classés, formant un ensemble traversant entre deux rues. Les eaux pluviales des toitures à pans côté rue sont évacuées par des descentes en façade. A l'intérieur de l'îlot, les eaux des autres versants des toitures à pans, de la toiture terrasse et des autres toitures d'annexes sont récoltées en cascade,

puis acheminées par des descentes jusqu'au sous-sol. Elles y sont évacuées, avec les eaux usées, vers le réseau d'égout.

Constat majeur de la visite : aucun dispositif ne peut être installé sans travaux lourds → Les interventions sur cet îlot ciblent les toitures plates des immeubles à appartements.

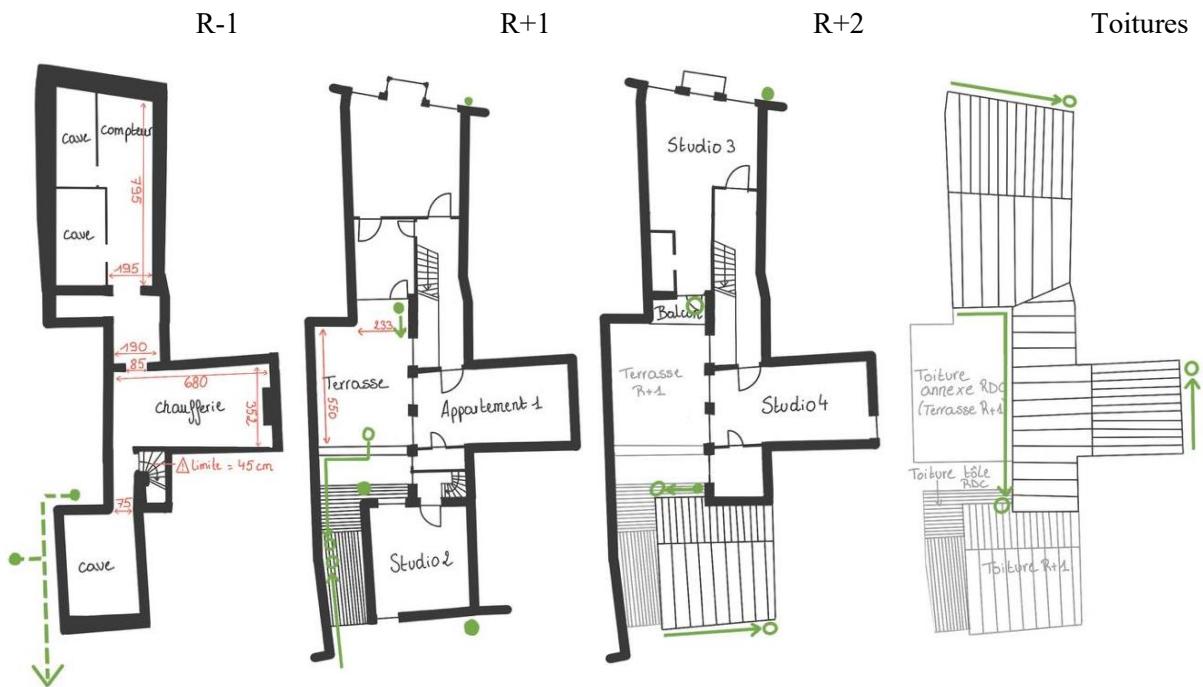


Figure 22 - Plans schématiques de l'îlot 919

Îlot 1206 : B – Semi-compact mid-rise (Fig. 23)

Localisation :	Droixhe
Surface totales [m ²] :	8661
Surface incidente [m ²] :	7071
% de contribution :	82%
Pente :	3%
Nbrs d'îlots correspondants dans la Ville de Liège :	110 = 11%
Surface correspondante dans la ville de Liège [ha] :	181,43 = 11%



Figure 23 - Vue satellite de l'îlot 919

Caractéristiques et contraintes du site (Fig. 24) :

- Ilot résidentiel avec RDC commercial/horeca
- Beaucoup d'immeubles à appartements
- Dense en population
- Beaucoup d'espace de parking au sein de l'ilot
- Annexes et cours/terrasses extérieurs
- Grand cinéma occupant la majorité du centre d'ilot
- Toitures plates
- Quelques rares maisons mitoyennes avec petits jardins
- Peu de végétation → Peu d'infiltration possible



Figure 24 - Schéma de contraintes de l'ilot 1206

Caractéristiques de descentes des eaux pluviales du bâtiment visité (Fig. 25) :

Le bâtiment visité est une maison en R+3, actuellement en rénovation. En raison des travaux en cours, l'accès n'a pas été possible à l'ensemble des étages. Le rez-de-chaussée se compose d'un double garage et de petites pièces en aménagement. Le sous-sol abrite plusieurs caves individuelles ainsi qu'une chaudière commune. L'évacuation des eaux pluviales de la toiture plate se fait par une descente en façade avant, connectée directement au réseau unitaire public.

R-1

RDC

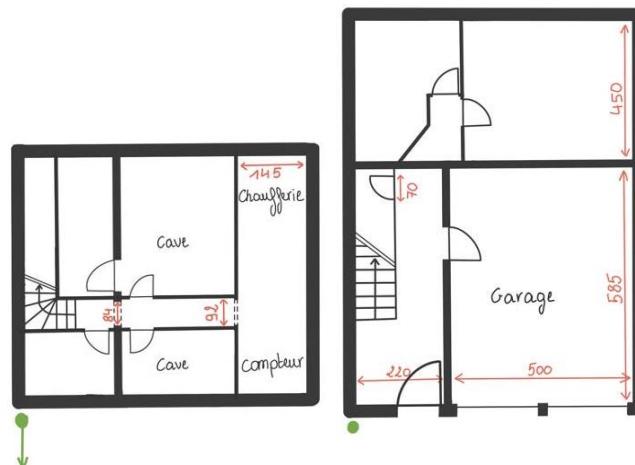


Figure 25 - Plans schématiques de l'ilot

Îlot 629 : C – Compact low-rise (Fig. 26)

Localisation :	Laveu
Surface totales [m ²] :	4527
Surface incidente [m ²] :	3655
% de contribution :	81%
Pente :	7%
Nbrs d'îlots correspondants dans la Ville de Liège :	120 = 12%
Surface correspondante dans la ville de Liège [ha] :	46,56 = 3%



Figure 26 - Vue satellite de l'îlot 629

Caractéristiques et contraintes du site (Fig. 27) :

- Îlot résidentiel
- Terrain en faible pente → Ruissellement
- 3 îlots similaires à la suite
- Maisons des deux grandes rues parallèles fortement similaires → même principes constructifs
- Principalement des maisons mitoyennes en R+1 (ou R+2)
- Toitures à deux pans majoritairement
- Annexes arrières remplissant le centre d'îlot
- Petits jardins en façade avant → Peu d'infiltration possible
- Séparation (végétation ou muret) entre les parcelles

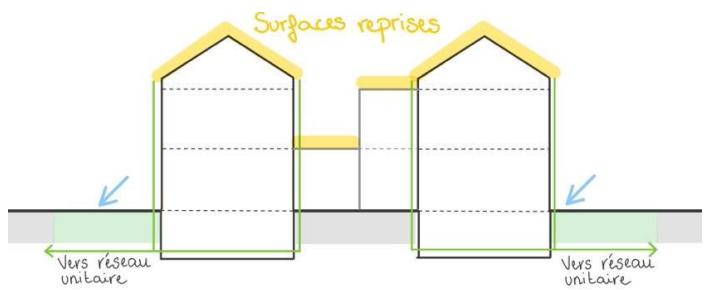


Figure 27 - Schémas de contraintes de l'îlot 629

Caractéristiques de descentes des eaux pluviales du bâtiment visité (Fig. 28) :

Les maisons mitoyennes à deux pans disposent de descentes séparées en façade avant et arrière. Les eaux de chaque versant sont dirigées en cave, où celles de l'arrière rejoignent l'avant par un tuyau horizontal, avant d'être évacuées avec les eaux usées vers le réseau public. Les eaux des annexes et des cours sont collectées en fond de parcelle, puis acheminées via un conduit souterrain traversant la cour, jusqu'à la descente arrière, qu'elles suivent ensuite vers l'égout.

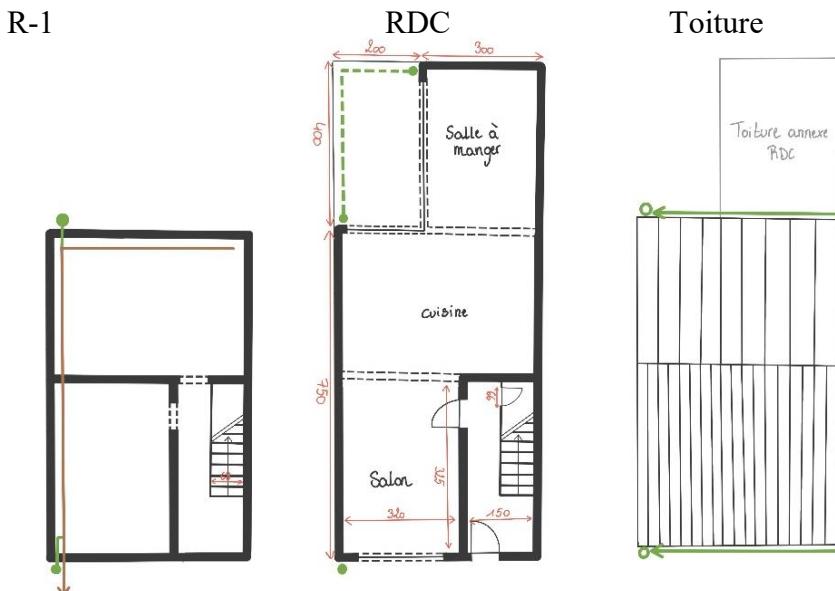


Figure 28- Plans schématiques de l'ilot 629

Îlot 542 : D – Compact mid-rise + low-rise (Fig. 29)

Localisation :	Grivegnée
Surface totales [m ²] :	4527
Surface incidente [m ²] :	3655
% de contribution :	81%
Pente :	7%
Nbrs d'îlots correspondants dans la Ville de Liège :	120 = 12%
Surface correspondante dans la ville de Liège [ha] :	46,56 = 3%



Figure 29 - Vue satellite de l'ilot 542

Caractéristiques et contraintes du site (Fig. 30) :

- Îlot résidentiel
- Petite rue en impasse au centre d'îlot menant à des habitations
- Entrepôts et grande cour en centre d'îlot
→ Exploitation intense de cœur d'îlot
- Maisons mitoyennes en R+1 à R+3
- Toitures à deux pans principalement

- Peu de maisons possédant un petit espace vert extérieurs
- Jardins très étroits → Pas d'infiltration possible
- Haies et végétation en fond et en bord de parcelle
- Beaucoup d'annexes
- Dans une des rues : petites cours à l'avant mais pas de jardin ni de cours arrière

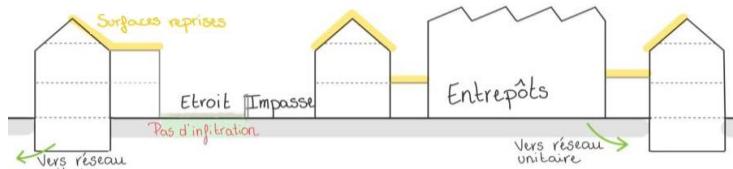


Figure 30 - Schéma de contraintes de l'ilot 542

Caractéristiques de descentes des eaux pluviales du bâtiment visité (Fig. 31) :

Les eaux de la toiture avant sont reprises par un tuyau de descente dissimulé dans une gaine technique à l'intérieur du bâtiment. Les eaux de la toiture arrière et de l'annexe 1 sont évacuées par des tuyaux de descente vers la toiture de l'annexe 2, centralisant ainsi les eaux sur un seul niveau inférieur. Depuis l'annexe 2, un tuyau de descente longe la façade arrière et conduit les eaux jusqu'à la cave. En cave, les deux descentes, l'une issue de la toiture avant et l'autre de la toiture arrière et des annexes, convergent vers un point unique situé en façade avant, où elles rejoignent également les eaux usées du bâtiment avant d'être dirigées vers le réseau unitaire public.

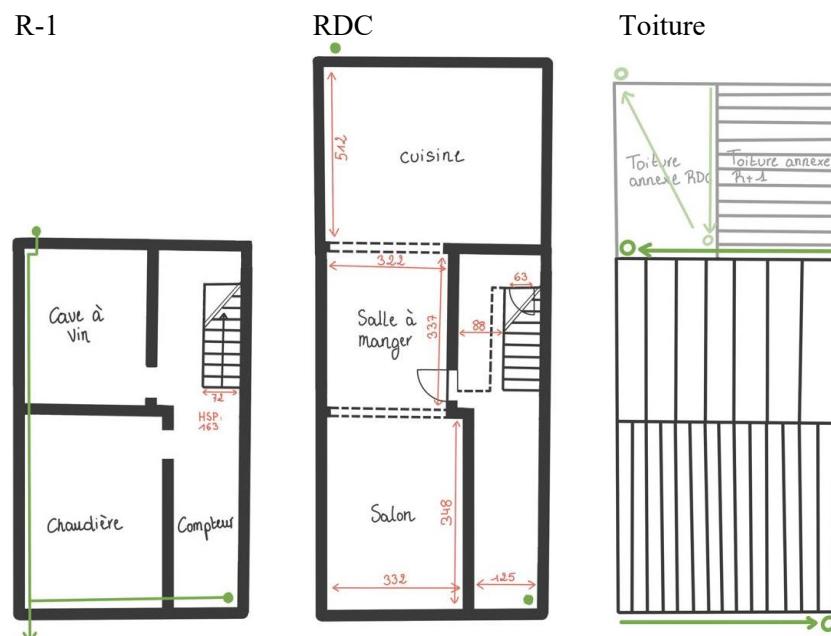


Figure 31 - Plans schématiques de l'ilot 542

Îlot 511 : E – Elongated open low-rise (Fig. 32)

Localisation :	Grivegnée
Surface totales [m ²] :	30709
Surface incidente [m ²] :	12203
% de contribution :	40%
Pente :	11%
Nbrs d'îlots correspondants dans la Ville de Liège :	146 = 14%
Surface correspondante dans la ville de Liège [ha] :	320,18 = 20%



Figure 32 - Vue satellite de l'îlot 511

Caractéristiques et contraintes du site (Fig. 33) :

- Îlot résidentiel
- Terrain en pente → Ruissellement
 - Maisons en contrebas sans infiltration possible
- Maisons mitoyennes en R+1
- Toitures plates en majorité
- Annexes et cours/terrasses extérieures
- Jardins étroits
- Haies et végétation en fond et en bord de parcelle

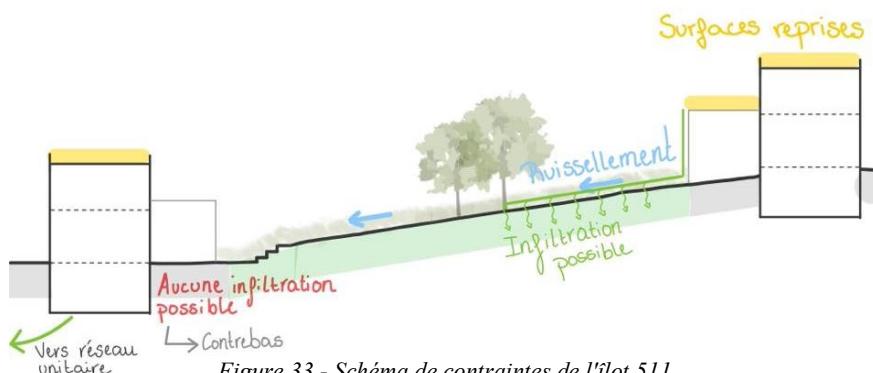


Figure 33 - Schéma de contraintes de l'îlot 511

Caractéristiques de descentes des eaux pluviales du bâtiment visité (Fig. 34) :

Les eaux de la toiture principale et de l'annexe 1 sont évacuées par des tuyaux de descente vers la toiture de l'annexe 2, centralisant ainsi les eaux sur un seul niveau inférieur. Depuis l'annexe 2, un tuyau de descente longe la façade arrière et conduit les eaux jusqu'à la cave. Là, il est raccordé au système d'évacuation du sterfput situé au sol. L'ensemble des eaux

ainsi récoltées est ensuite dirigé vers le réseau d'égouttage des eaux usées, rejoignant l'égout public.

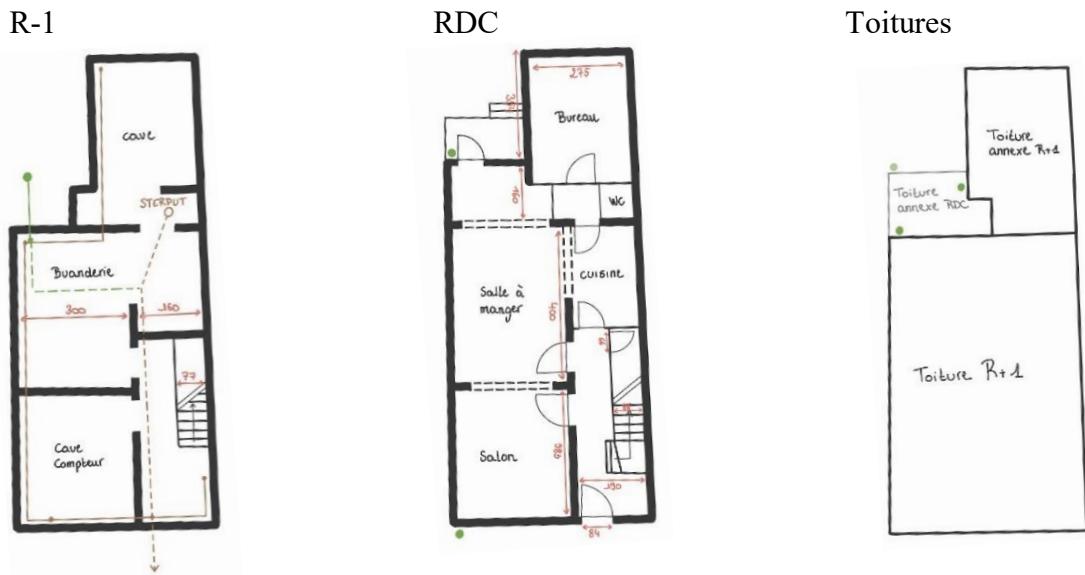


Figure 34 - Plans schématiques de l'ilot 511

Îlot 585 : F – Open low-rise (Fig. 35)

Localisation :	Grivegnée
Surface totales [m ²] :	10201
Surface incidente [m ²] :	5409
% de contribution :	53%
Pente :	0%
Nbrs d'îlots correspondants dans la Ville de Liège :	173 = 17%
Surface correspondante dans la ville de Liège [ha] :	209,72 = 13%

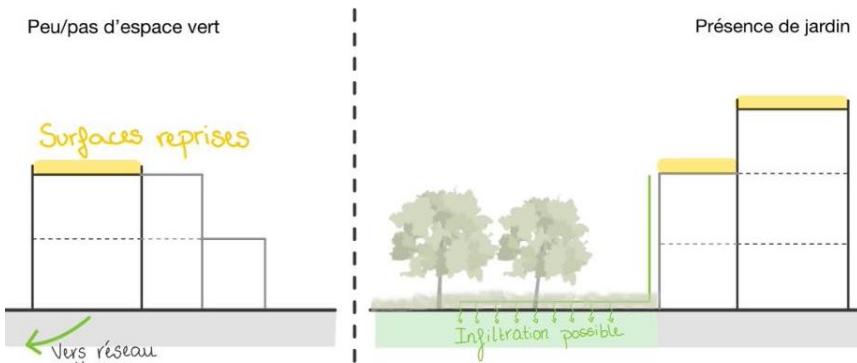


Figure 35 - Vue satellite de l'ilot 585

Caractéristiques et contraintes du site (Fig. 36) :

- Îlot résidentiel
- Principalement maisons mitoyennes en R+1 ou R+2
- Toitures plates en majorité
- Pas d'accessibilité au centre d'îlot

- Annexes et cours/terrasses extérieurs
- Haies et végétation en fond et en bord de parcelle
- Jardins étroits
- Présence ou non de cave
- Jardins réduits, voire inexistant, pour les habitations situées en angle de rue → Pas d'infiltration possible



Caractéristiques de descentes des eaux pluviales du bâtiment visité (Fig. 37) :

Le bâtiment est composé de trois niveaux (R+2) sans sous-sol. Le rez-de-chaussée est occupé par un garage et des locaux techniques assimilés à des caves. Les espaces de vie se situent au premier et les chambres au deuxième. Les eaux pluviales de la toiture plate sont récoltées en façade arrière et acheminées vers une citerne de récupération enterrée dans le jardin d'une capacité de 1 200 litres. L'eau de pluie est filtrée avant d'être utilisée dans le domicile pour alimenter les toilettes, la machine à laver et l'arrosage extérieur. En cas de débordement, le trop-plein de la citerne est évacué vers le réseau d'égout unitaire en se mêlant aux eaux usées

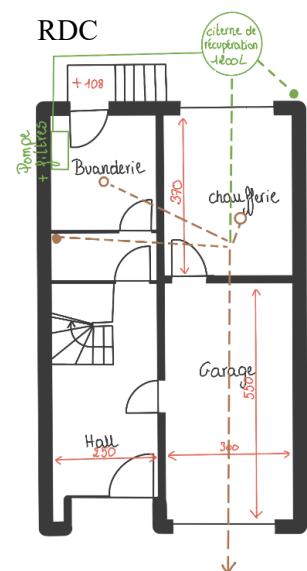


Figure 37 - Plan schématique de l'ilot 585

Îlot 881 : G – Sparsely built + open low-rise (Fig. 38)

Localisation : Bureville

Surface totales [m²] : 13756

Surface incidente [m²] : 5905

% de contribution : 43%

Pente : 5%

Nbrs d'îlots correspondants dans la Ville de Liège : 155 = 15%

Surface correspondante dans la ville de Liège [ha] : 364,28 = 23%

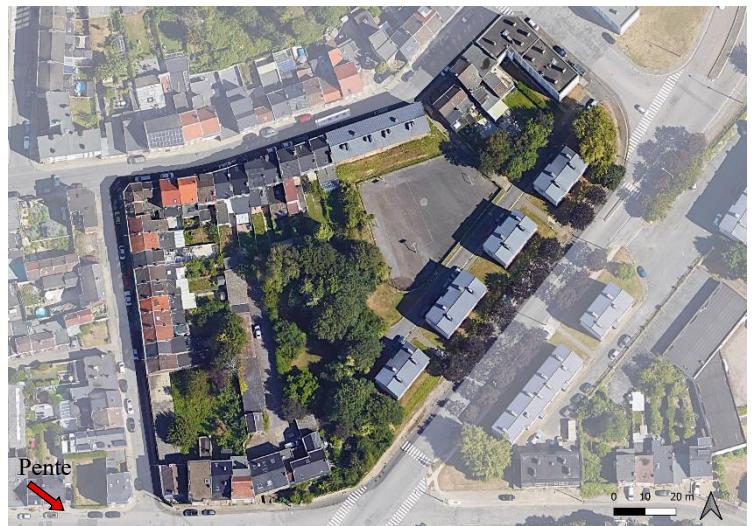


Figure 38 - Vue satellite de l'îlot 881

Caractéristiques et contraintes du site (Fig. 39) :

- Îlot résidentiel
- Terrain de sport imperméable en centre d'îlot
- Allée de garages à l'intérieur d'îlot
- Beaucoup de végétation présente (arbres, arbustes, haies, ...)
- Principalement maisons mitoyennes en R+1 ou R+2
- Toitures à pans
- Immeubles à appartements
- Jardins réduits, voire inexistant, pour la plupart des habitations, principalement celles situées en angle de rue

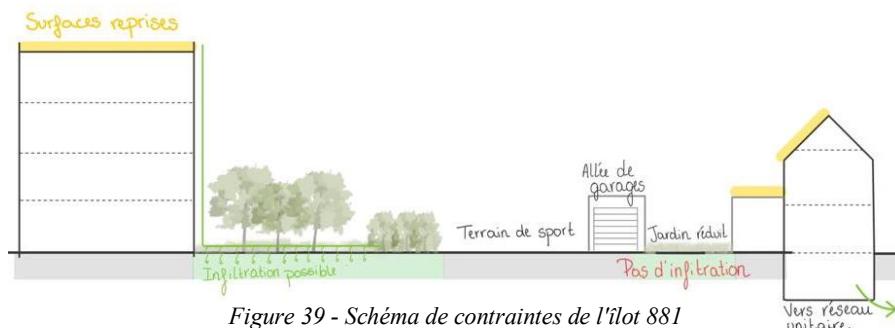


Figure 39 - Schéma de contraintes de l'îlot 881

Caractéristiques de descentes des eaux pluviales :

Faute de réponse des habitants au courrier déposé dans leurs boîtes aux lettres, il n'a pas été possible de visiter une habitation pour cet îlot. Cependant, celui-ci étant majoritairement composé de maisons mitoyennes en R+1 ou R+2, avec toitures à deux pans, annexes et cours extérieures, il est possible de rapprocher ce type de bâti de celui observé dans l'îlot 542. On

peut donc en déduire des caractéristiques de gestion des eaux pluviales similaires : les eaux de la toiture avant sont reprises par un tuyau de descente dissimulé dans une gaine technique à l'intérieur du bâtiment. Les eaux de la toiture arrière et de l'annexe 1 sont dirigées vers la toiture de l'annexe 2, centralisant ainsi les eaux sur un seul niveau inférieur. Depuis l'annexe 2, un tuyau de descente longe la façade arrière et conduit les eaux jusqu'à la cave. En cave, les deux descentes, l'une issue de la toiture avant et l'autre de la toiture arrière et des annexes, convergent vers un point unique situé en façade avant, où elles rejoignent également les eaux usées du bâtiment avant d'être évacuées vers le réseau unitaire public.

Îlot 291 : H – Compact large mid-rise (Fig. 40)

Localisation :	Belle-Ile
Surface totales [m ²] :	64592
Surface incidente [m ²] :	59025
% de contribution :	91%
Pente :	0%
Nbrs d'îlots correspondants dans la Ville de Liège :	3 = 0%
Surface correspondante dans la ville de Liège [ha] :	45,46 = 3%

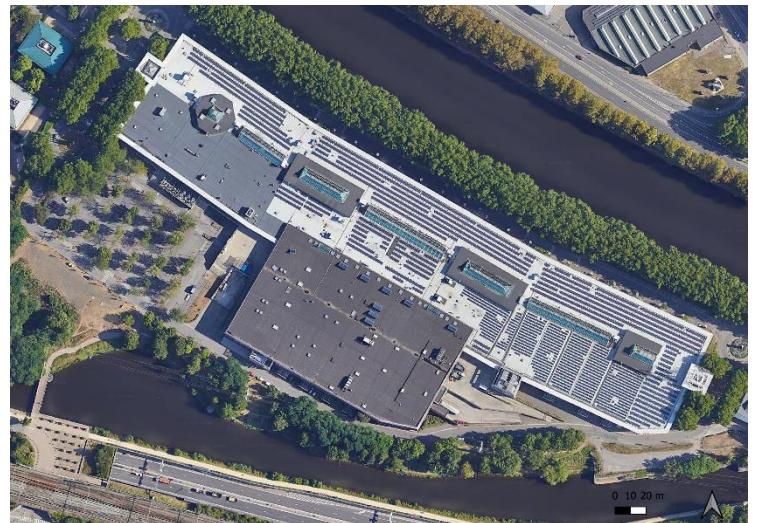


Figure 40 - Vue satellite de l'îlot 291

Caractéristiques de gestion des eaux pluviales :

Selon l'Etude des incidences environnementales - Projet d'extension et de rénovation du centre commercial de Belle-Ile (Pluris srl, communication personnelle, 2015), actuellement, les eaux de toitures sont directement rejetées dans l'Ourthe, tandis que celles des voiries et parkings rejoignent le réseaux unitaire. Aucun système de temporisation n'est mis en place. Le site, entièrement imperméabilisé, se compose de vastes toitures dont certaines sont occupées par des verrières ou des panneaux photovoltaïques, réduisant les possibilités de végétalisation.

Solutions envisageables : Dans l'hypothèse d'une végétalisation partielle des toitures principales, le volume d'eau à maîtriser pour un système de temporisation (reprenant uniquement les toitures principales), via l'installation de citernes de rétention dans le parking

ouvert du rez-de-chaussée, atteindrait 730 m³ (PDR 5 ans), 930 m³ (PDR 10 ans) et 1 200 m³ (PDR 25 ans). Ces volumes, particulièrement élevés témoignent de l'ampleur de l'intervention nécessaire. Cependant, cette solution permettrait de réduire la surface incidente totale de l'îlot de 16%. Une solution complémentaire consisterait à gérer les eaux issues du parking extérieur par l'installation d'une chaussée drainant sous le parking, permettant la rétention temporaire et l'infiltration des eaux dans une structure réservoir aménagée sous la voirie.

Îlot 113 : I – Open large low-rise (Fig. 41)

Localisation :	Sclessin
Surface totales [m ²] :	53994
Surface incidente [m ²] :	37286
% de contribution :	69%
Pente :	0%
Nbrs d'îlots correspondants dans la Ville de Liège :	22 = 2%
Surface correspondante dans la ville de Liège [ha] :	175,78 = 11%



Figure 41 - Vue satellite de l'îlot 113

Caractéristique du site :

Le site a récemment été profondément transformé dans le cadre du projet de tram de Liège, incluant la création d'un parking P+R et la reconfiguration de la voirie. Sa morphologie actuelle, issue d'aménagements récents ou encore en cours, ne justifie pas une analyse de l'existant en vue d'élaborer de nouveaux scénarios. De plus, l'îlot, composé de vastes emprises industrielles aux toitures légères de type shed et de larges surfaces imperméables, nécessiterait une étude approfondie et spécifique, relevant d'un projet global.

4.4. Scénarios alternatifs envisagés

Les scénarios définis pour chaque archétype ont été établis en fonction des contraintes observées sur le terrain et des opportunités d'intervention identifiées à l'échelle de l'îlot. Leur nombre varie entre deux et trois selon les cas. Pour chacun, les dispositifs ont été dimensionnés à l'aide de la feuille de calcul du GTI, en suivant un processus progressif : conception initiale du scénario, dimensionnements des dispositifs puis ajustements en cas de contraintes limitant les capacités du dispositif. Les détails des calculs sont présentés en annexe (*Annexe XXX-XXXVI*).

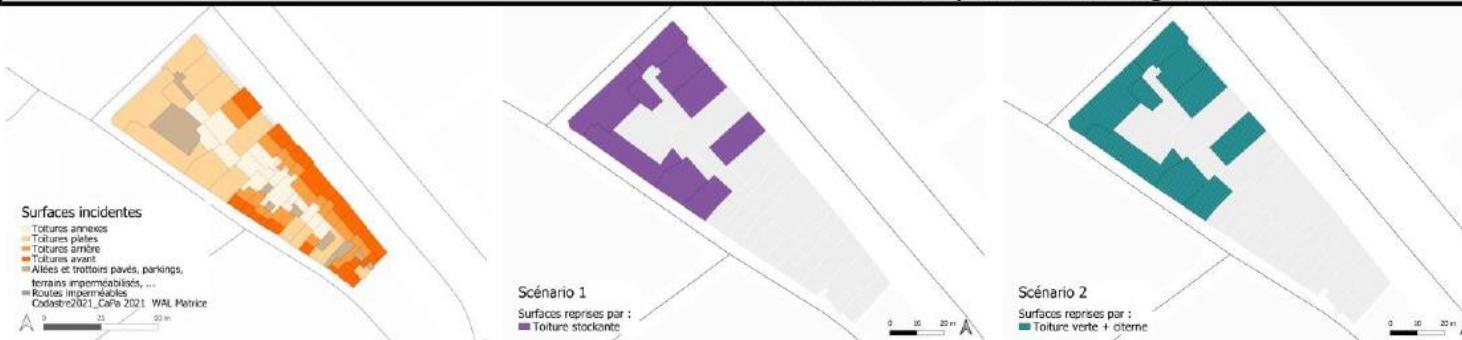
Comme mentionné dans la partie *Propositions de plusieurs scénarios alternatifs* de la section *Méthodologie mise en place*, chaque série de scénarios suit une hiérarchie croissante d'ambition, allant des solutions les plus simples aux plus complètes :

- Scénario 1 : dispositifs de rétention individuels ou partagés (toitures stockantes, citerne en cave), complétés, lorsque l'espace le permet, par des bassins secs ou noue ponctuelles.
- Scénario 2 : végétalisations des toitures plates et transformation des voiries en chaussées drainantes
- Scénario 3 : désimperméabilisation des surfaces non bâties (cours, allées, terrains de sport, etc.) ou mise en place de dispositifs d'infiltration partagés.

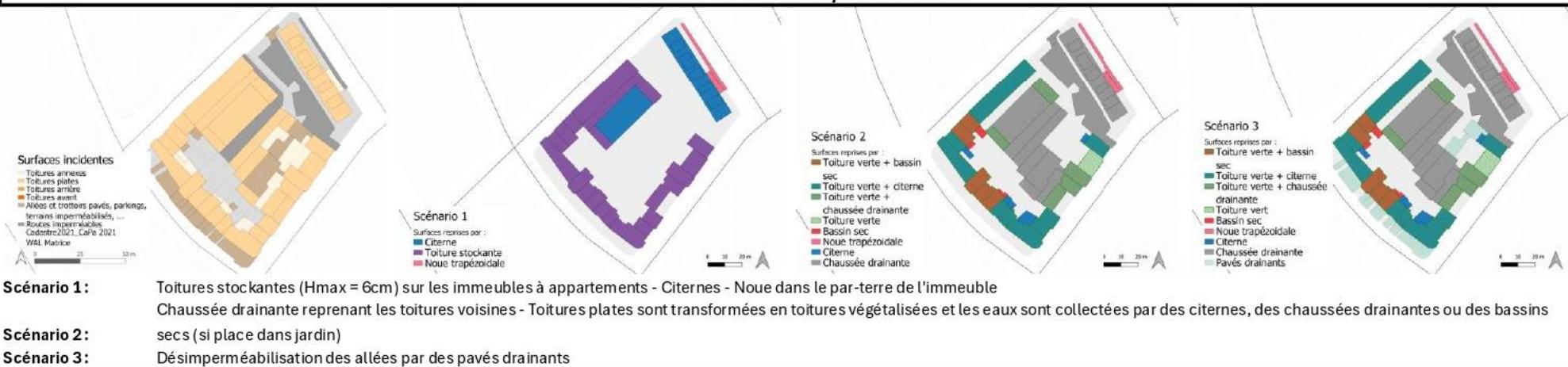
Les cartes présentées pour chaque îlot (Fig. 42) montrent les surfaces effectivement reprises par un dispositif dans les scénarios proposés (cartes à plus grande échelle en *Annexe XXIII-XXIX*). En comparaison, la carte des surfaces incidentes permet de visualiser la part de surface non prise en charge.

Comme précisé dans la section précédente, les îlots 291 et 113 ne font pas partie de cette analyse. En raison de leur échelle, de leur morphologie atypique et des enjeux propres qu'ils soulèvent, ils ont été traités à part de manière concise.

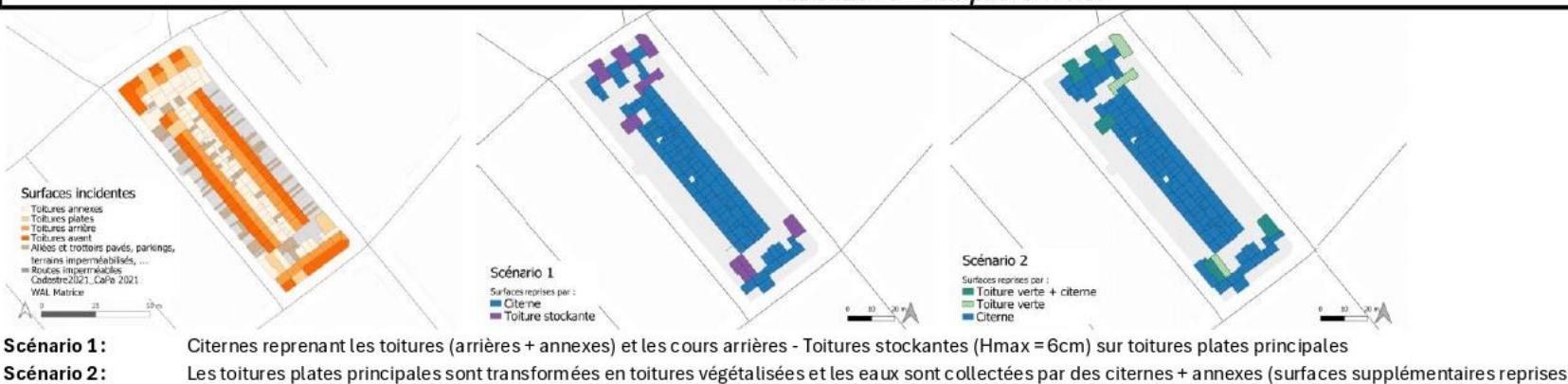
ILOT 919 : A - Compact mid-rise + high-rise

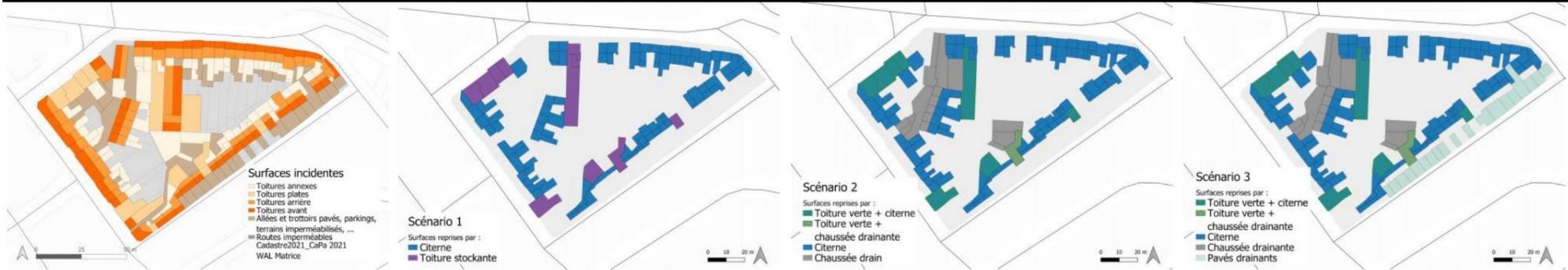


ILOT 1206 : B - Semi-compact + mid-rise



ILOT 629 : C - Compact low-rise

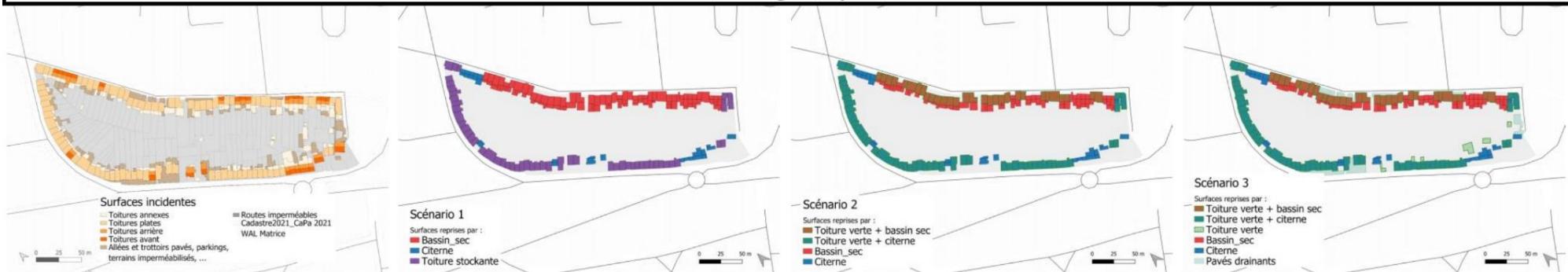


ILOT 542 : D - Compact mid-rise + low-rise

Scénario 1 : Citernes reprenant les toitures (arrière + annexes) et les cours arrières - Toitures stockantes ($H_{max} = 6cm$) sur toitures plates principales

Scénario 2 : Les toitures plates principales sont transformées en toitures végétalisées et les eaux sont collectées par des citernes - Chaussées drainantes reprenant les toitures voisines

Scénario 3 : Désimperméabilisation des allées par des pavés drainants

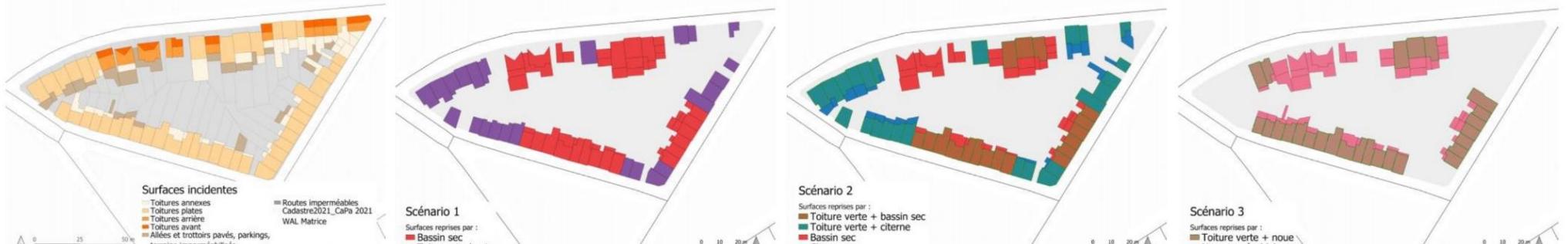
ILOT 511 : E - Elongated open low-rise

Scénario 1 : Bassins secs ($\emptyset = 4m$) reprenant les toitures (plates ou arrières et annexes) et les cours arrières - Citernes ($V = 1m^3 \times 2$) reprenant les toitures (arrières et annexes) - Toitures stockantes ($H_{max} = 6cm$) sur

Scénario 2 : Les toitures plates principales sont transformées en toitures vertes - Pas de surfaces supplémentaires reprises

Scénario 3 : Allées avant désimperméabilisées - Certaines toitures plates d'annexes sont transformées en toitures vertes (Ces surfaces ne sont pas reprises mais soulagent le réseaux par leur coefficient de

ILOT585 : F - Open low-rise



Scénario 1: Bassins secs ($\varnothing = 4\text{m}$) reprenant les toitures (plates ou arrières et annexes) et les cours arrières - Toitures stockantes ($H_{\text{max}} = 6\text{cm}$) sur toitures plates principales

Scénario 2: Toitures plates principales sont transformées en toitures végétalisées - Pas de surfaces supplémentaires reprises

Scénario 3: Des noues partagées en fond de parcelles reprennent les toitures vertes, les toitures arrières, les annexes et les cours/terrasses

ILOT881 : G - Sparsely built + open-rise



Scénario 1: Noues reprenant des toitures individuellement - Toiture stockante - Citernes reprenant les toitures arrières et les annexes principales - Bassins secs (quand espace disponible dans le jardin)

Scénario 2: Les toitures plates sont transformées en toitures végétalisées - Chaussées drainantes reprenant les toitures avoisinantes

Scénario 3: Désimperméabilisation des allées et autres terrains par des pavés drainants

Figure 42 - Scénarios de gestion des eaux pluviales pour chaque archétype étudié

4.5. Taux d'évaluation des différents scénarios

L'évaluation des performances hydrauliques des scénarios repose sur l'analyse des surfaces calculées pour chaque îlot et chaque période de retour. Afin de comparer efficacement les situations initiales et projetées, ainsi que les scénarios entre eux, ces valeurs ont été ramenées à l'échelle de l'îlot et exprimées en pourcentage. Cette approche permet de neutraliser les différences de taille entre îlots et d'obtenir une lecture claire et homogène des résultats dans un seul tableau¹⁰ (Tableau 6).

Trois taux ont été définis pour quantifier l'efficacité des interventions proposées :

- % de surface incidente : rapport entre la surface incidente pondérée et la surface totale de l'îlot
- % de surface reprise : rapport entre la surface reprise (avec les coefficients initiaux) et la surface incidente initiale ;
- % de surface reprise pondérée : rapport entre la surface reprise pondérée (avec les coefficients projetés) et la surface incidente initiale.

Ces taux sont calculés pour chaque période de retour (5, 10 et 25 ans) afin de refléter les niveaux de performance atteints pour différents événements pluvieux. Cette lecture normalisée permet ainsi d'identifier rapidement quels scénarios sont les plus efficaces et quelles stratégies d'aménagement sont les plus adaptées selon les contraintes urbaines rencontrées.

¹⁰ Pour faciliter la lecture et éviter toute ambiguïté, des indices numériques (1), (2), (3), (4) sont utilisés dans les tableaux pour indiquer les opérations réalisées. Ces indices correspondent directement aux surfaces et aux rapports utilisés pour calculer les différents taux d'efficacité.

Tableau 6 – Résultats à l'échelle de l'îlot et taux d'évaluation des scénarios

ILOT 919 : A - Compact mid-rise + high-rise									
	Période de retour = 5 ans			Période de retour = 10 ans			Période de retour = 25 ans		
	Initial	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
	Surface totale du projet [m ²] ⁽¹⁾	4843	4843	4843	4843	4843	4843	4843	4843
	Surface incidente (pondérée) [m ²] ⁽²⁾	4760	4760	3707	4760	3707	4760	3707	3707
	Surface reprise [m ²] ⁽³⁾	1756	1756	1756	1756	1756	1756	1756	1756
	Surface reprise (pondérée) [m ²] ⁽⁴⁾	1756	703	1756	703	1756	703	1756	703
	Initial	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
	% de surface incidente ⁽²⁾ / ⁽¹⁾	98%	98%	77%	98%	77%	98%	77%	77%
	% de surface reprise ⁽³⁾ / ⁽²⁾ initial	37%	37%	37%	37%	37%	37%	37%	37%
	% de surface reprise (pondérée) ⁽⁴⁾ / ⁽²⁾ initial	37%	15%	37%	15%	37%	37%	37%	15%
ILOT 1206 : B - Semi-compact + mid-rise									
	Période de retour = 5 ans			Période de retour = 10 ans			Période de retour = 25 ans		
	Initial	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2
	Surface totale du projet [m ²] ⁽¹⁾	8661	8661	8661	8661	8661	8661	8661	8661
	Surface incidente (pondérée) [m ²] ⁽²⁾	7071	5640	5503	7071	5640	5503	7071	5640
	Surface reprise [m ²] ⁽³⁾	3886	5527	5527	3886	5527	5527	2752	5527
	Surface reprise (pondérée) [m ²] ⁽⁴⁾	3886	4177	4177	3886	4177	4177	2752	4177
	Initial	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2
	% de surface incidente ⁽²⁾ / ⁽¹⁾	82%	82%	65%	64%	82%	65%	64%	64%
	% de surface reprise ⁽³⁾ / ⁽²⁾ initial	55%	78%	78%	55%	78%	78%	39%	78%
	% de surface reprise (pondérée) ⁽⁴⁾ / ⁽²⁾ initial	55%	59%	59%	55%	59%	59%	39%	59%
ILOT 629 : C - Compact low-rise									
	Période de retour = 5 ans			Période de retour = 10 ans			Période de retour = 25 ans		
	Initial	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
	Surface totale du projet [m ²] ⁽¹⁾	4527	4527	4527	4527	4527	4527	4527	4527
	Surface incidente (pondérée) [m ²] ⁽²⁾	3655	3655	3429	3655	3429	3655	3429	3429
	Surface reprise [m ²] ⁽³⁾	2008	2020	2008	2020	2008	2020	1840	1753
	Surface reprise (pondérée) [m ²] ⁽⁴⁾	2008	1873	2008	1873	2008	1873	1840	1695
	Initial	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
	% de surface incidente ⁽²⁾ / ⁽¹⁾	81%	81%	76%	81%	76%	81%	76%	76%
	% de surface reprise ⁽³⁾ / ⁽²⁾ initial	55%	55%	55%	55%	55%	50%	48%	48%
	% de surface reprise (pondérée) ⁽⁴⁾ / ⁽²⁾ initial	55%	51%	51%	55%	51%	50%	46%	46%
ILOT 542 : D - Compact mid-rise + low-rise									
	Période de retour = 5 ans			Période de retour = 10 ans			Période de retour = 25 ans		
	Initial	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2
	Surface totale du projet [m ²] ⁽¹⁾	10783	10783	10783	10783	10783	10783	10783	10783
	Surface incidente (pondérée) [m ²] ⁽²⁾	8478	7940	7785	8478	7940	7785	8478	7940
	Surface reprise [m ²] ⁽³⁾	3394	5261	5261	3075	4943	4943	1902	3770
	Surface reprise (pondérée) [m ²] ⁽⁴⁾	3394	4724	4724	3075	4405	4405	1902	3232
	Initial	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2
	% de surface incidente ⁽²⁾ / ⁽¹⁾	79%	79%	74%	72%	79%	74%	72%	72%
	% de surface reprise ⁽³⁾ / ⁽²⁾ initial	40%	62%	62%	36%	58%	58%	22%	44%
	% de surface reprise (pondérée) ⁽⁴⁾ / ⁽²⁾ initial	40%	56%	56%	36%	52%	52%	22%	38%

ILOT 511 : E - Elongated open low-rise										
	Initial	Période de retour = 5 ans			Période de retour = 10 ans			Période de retour = 25 ans		
		Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Surface totale du projet [m ²] (1)	30709	30709	30709	30709	30709	30709	30709	30709	30709	30709
Surface incidente (pondérée) [m ²] (2)	12203	12203	8927	8588	12203	8927	8588	12203	8927	8588
Surface reprise [m ²] (3)		8071	8071	8071	8071	8071	8071	8071	8071	8071
Surface reprise (pondérée) [m ²] (4)		8071	8927	4795	8071	8927	4795	8071	8927	4795
% de surface incidente (2) / (1)	Initial	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
		40%	40%	29%	28%	40%	29%	28%	40%	29%
% de surface reprise (3) / (2)initial		66%	66%	66%	66%	66%	66%	66%	66%	66%
% de surface reprise (pondérée) (4) / (2)initial		66%	73%	39%	66%	73%	39%	66%	73%	39%
ILOT 585 : F - Open low-rise										
	Initial	Période de retour = 5 ans			Période de retour = 10 ans			Période de retour = 25 ans		
		Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Surface totale du projet [m ²] (1)	10201	10201	10201	10201	10201	10201	10201	10201	10201	10201
Surface incidente (pondérée) [m ²] (2)	5409	5409	3702	4347	5409	3702	4347	5409	3702	4347
Surface reprise [m ²] (3)		3675	4148	2885	3675	4148	2885	3675	3972	2885
Surface reprise (pondérée) [m ²] (4)		3675	2442	1823,5	3675	2442	1823,5	3675	2265	1823,5
% de surface incidente (2) / (1)	Initial	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
		53%	53%	36%	43%	53%	36%	43%	53%	36%
% de surface reprise (3) / (2)initial		68%	77%	53%	68%	77%	53%	68%	73%	53%
% de surface reprise (pondérée) (4) / (2)initial		68%	45%	34%	68%	45%	34%	68%	42%	34%
ILOT 881 : G - Sparsely built + open-rise										
	Initial	Période de retour = 5 ans			Période de retour = 10 ans			Période de retour = 25 ans		
		Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Surface totale du projet [m ²] (1)	13756	13756	13756	13756	13756	13756	13756	13756	13756	13756
Surface incidente (pondérée) [m ²] (2)	5905	5905	5616	5116	5905	5616	5116	5905	5616	5116
Surface reprise [m ²] (3)		3460	3825	3825	3460	3825	3825	2822	3187	3187
Surface reprise (pondérée) [m ²] (4)		3460	3537	3537	3460	3537	3537	2822	2898	2898
% de surface incidente (2) / (1)	Initial	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
		43%	43%	41%	37%	43%	41%	37%	43%	41%
% de surface reprise (3) / (2)initial		59%	65%	65%	59%	65%	65%	48%	54%	54%
% de surface reprise (pondérée) (4) / (2)initial		59%	60%	60%	59%	60%	60%	48%	49%	49%

4.6. Interprétation des résultats

Les résultats présents dans les tableaux précédents constituent une base de données particulièrement riche mais leur interprétation directe s'avère complexe. En effet, la combinaison des différentes variables considérées, archétypes, scénarios, périodes de retour et les différents taux calculés, aboutit à un ensemble total de 189 pourcentages distincts. Cette densité d'information rend difficile une lecture intuitive et masque la portée concrète des résultats. L'objectif de cette section est double, d'une part, simplifier et mettre en évidence les tendances majeures, et d'autre part, extrapoler ces résultats à l'échelle de la ville. Cette mise en

perspectives permet de passer d'une lecture purement statistique à une compréhension plus concrète en illustrant ce que ces valeurs représentent en termes d'impacts potentiels à l'échelle du tissu urbain liégeois.

La mise en évidence des résultats par un code couleurs (jaune) permet de simplifier l'analyse et mettre en avant les valeurs significatives. Les trois indicateurs les plus pertinents sont le % de surface incidente, le % de surface reprise et le % de surface incidente initiale, servant de base de calculs aux autres. Les teintes de jaune plus foncé traduisent un changement de valeur entre les périodes de retour : pour un même scénario, tous les dispositifs dimensionnés ne permettent pas de reprendre la même période de retour en fonction des contraintes propres du bâtiment évalué. Ces écarts se situent le plus souvent entre les périodes de retour de 10 et 25 ans, à l'exception de l'îlot 542 où des variables apparaissent dès 5 ans. Pour la suite de l'analyse, il est pertinent de se concentrer sur la période de 10 ans, qui représente déjà un impact significatif sur le réseau d'égouttage tout en correspondant à la plus grande surface potentiellement gérable. En effet, pour 25 ans, la reprise est souvent plus faible en raison des contraintes techniques du contexte.

Sur cette base, les taux retenus pour la période de retour de 10 ans ont été appliqués aux surfaces représentatives de chaque typologie dans la Ville de Liège pour estimer les surfaces effectivement reprise. Le calcul s'exprime comme ceci :

$$\text{Surface reprise extrapolée (ha)} \\ = \text{Surface incidente représentée à Liège (ha)} \times \frac{\% \text{ surface reprise}}{100}$$

où :

$$\text{Surface incidente représentée à Liège (ha)} \\ = \text{Surface totale représentée (ha)} \times \frac{\% \text{ surface incidente initiale}}{100}$$

Cette conversion des taux en surfaces permet ainsi de visualiser directement, pour chaque typologie et scénario, l'ordre de grandeur des surfaces potentiellement reprise à l'échelle de la ville de Liège (*Annexe XXXVII-XXXIX*). Le graphique ci-dessous (Fig. 43) illustre ces valeurs extrapolées (en hectares) pour la période de retour de 10 ans.

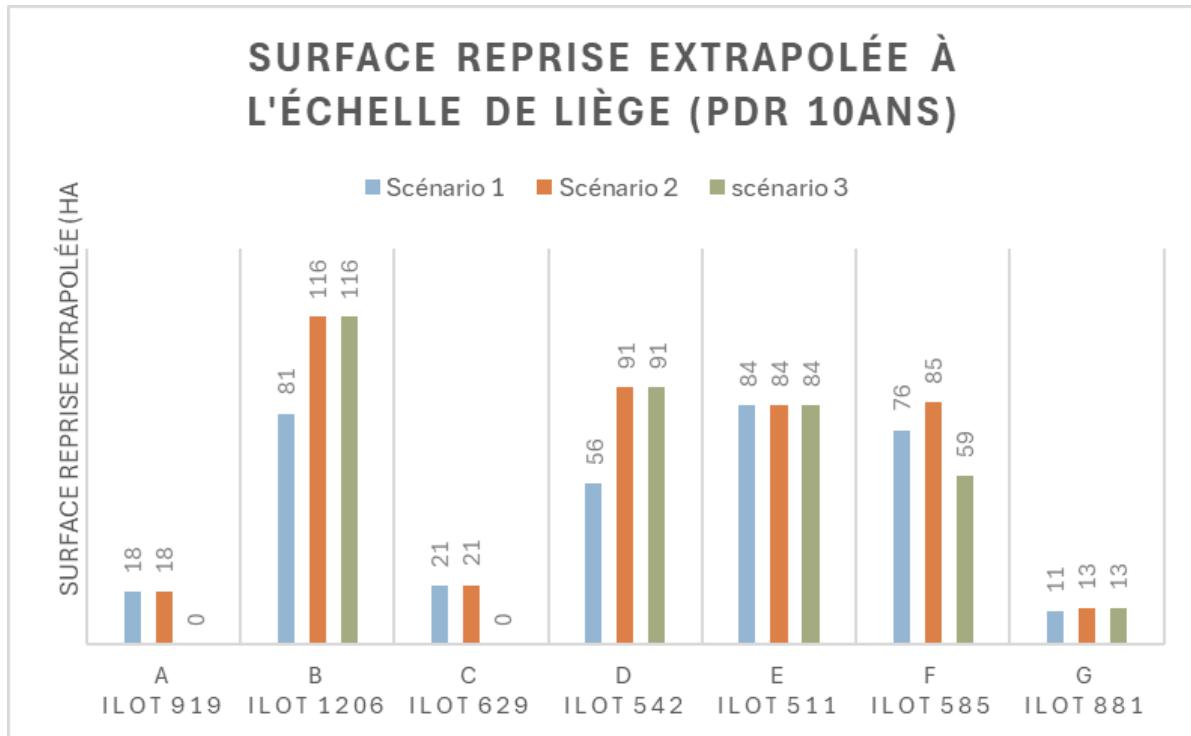


Figure 43 - Surface reprise extrapolée à l'échelle de Liège (PDR 10ans)

Le graphe met en évidence des écarts marqués entre archétypes, liés à leur représentativité dans le tissu urbain, leur densité bâtie et leur contraintes techniques. Une forte représentativité signifie qu'une grande part des surfaces urbaines pourrait être concernées par les dispositifs proposés. Une forte densité traduit un fort potentiel de reprise, mais ce potentiel peut être réduit par des contraintes physiques et techniques. A l'inverse, une faible densité offre un potentiel de reprise réduit mais l'espace disponible facilite l'intégration de dispositifs adaptés.

Ilot 919 : Faible représentativité (centre-ville), très dense : potentiel de reprise élevé mais beaucoup de contrainte techniques → reprise limitée (37%).

Ilot 1206 : Grande représentativité, grand et dense, nombreuses toitures plates : potentiel élevé de reprise → reprise modérée (55%), renforcée dans les scénarios 2 et 3 par l'installation de chaussées drainante (78%).

Ilot 629 : Faible représentativité, très dense : potentiel de reprise élevé mais toitures à pans limitant la reprise directe → reprise modérée (55%).

Ilot 542 : Grande représentativité et dense : potentiel de reprise élevé mais toitures à pans et absence d'espace pour l'infiltration → reprise faible (36%), améliorée dans les scénarios 2 et 3 par l'installation de chaussées drainantes (58%).

Ilot 511 : Très grande représentativité, peu dense : potentiel de reprise faible mais présence de jardins favorables à l'infiltration et de toitures plates → bonne reprise (66%).

Ilot 585 : Grande représentativité, peu dense : potentiel de reprise faible mais présence de jardins favorables à l'infiltration et de toitures plates → bonne reprise (68-77%). Le scénario 3 est différent car il représente des dispositifs collectifs (noues partagées), la reprise est de 53%.

Ilot 881 : Faible représentativité, peu dense, toitures à pans limitant la reprise direct → reprise modérée (59-65%)

Dans l'ensemble, ces résultats confirment que le potentiel de reprise dépend autant des caractéristiques urbaines que des contraintes techniques propres à chaque îlot.

5. DISCUSSION

Après l’analyse chiffrée et la mise en perspective des résultats, il est essentiel de prendre du recul pour en évaluer la portée et les limites. La discussion s’organise autour de plusieurs axes complémentaires. Elle revient d’abord sur le cadre méthodologique retenu et les choix opérés pour orienter l’analyse, avant d’en examiner les outils mobilisés ainsi que leurs limites. Les enseignements techniques et opérationnels tirés des scénarios proposés sont ensuite mis en évidence, de même que les contraintes et contradictions soulevées par leur mise en œuvre dans le contexte urbain liégeois. Enfin, des perspectives d’élargissement et d’approfondissement sont esquissées, ouvrant la voie à la réflexion plus globale sur l’intégration de la gestion durable des eaux pluviales en ville.

5.1. Contexte et choix méthodologiques

Pour rappel, cette étude s’inscrit dans une logique d’adaptation du bâti existant aux épisodes pluvieux intenses déjà observés, sans recourir à des projections climatiques futures. Les dimensionnements sont établis à partir de pluies de référence issues d’évènements passés, selon les principes de la feuille de calcul du GTI. Les périodes de retour retenues (5, 10 et 25 ans) couvrent un éventail d’intensités dont le seuil de 25 ans représente un objectif ambitieux en milieu urbain dense.

L’analyse est menée à l’échelle de l’îlot en excluant volontairement l’espace public et les infrastructures de voiries. Ce choix méthodologique permet de se concentrer sur les marges d’action offertes par les parcelles privées représentant un potentiel considérable pour réduire la pression sur le réseau unitaire.

Afin de rendre l’analyse à la fois plus opérationnelle et généralisable, l’étude s’appuie sur un classement typologique des îlots du territoires liégeois. Cette approche ne constitue pas seulement un gain de temps : elle permet d’identifier des leviers d’action communs à des configurations urbaines variées. En travaillant sur des îlots représentatifs pour l’ensemble des typologies et en généralisant les résultats à l’échelle urbaine, l’étude propose une vision globale et reproductible sans se focaliser au cas par cas. Cette démarche ouvre également la possibilité

de transposer la méthode et ses résultats vers d'autres contextes urbains présentant des morphologies similaires.

5.2. Outils et limites de la méthode

L'utilisation de la feuille du GTI, bien qu'adaptée à une application rapide et homogène, conditionne directement les résultats présentés. Les volumes calculés sont fondés sur des pluies de référence passées et ne tiennent pas en compte des évolutions climatiques futures. Le choix des périodes de retour retenues permet toutefois d'anticiper partiellement l'augmentation de fréquence des évènements pluvieux intenses, mais il s'agit d'une approximation. Des approches plus avancées, basées sur la modélisation hydrologique couplée à des scénarios climatiques futurs, offriraient une projection plus précise.

Les dimensionnements obtenus à l'aide de la feuille de calcul du GTI peuvent être considérés comme prudents, voire surdimensionnés en raison de plusieurs hypothèses considérées. Tout d'abord, la méthode de calcul exacte de cet outil, réalisé par itération entre intensité et durée de la pluie de référence, n'est pas totalement explicitée, elle repose sur un ensemble de simplifications qui vont systématiquement dans le sens du surdimensionnement. A cela s'ajoute le facteur de sécurité appliqué au coefficient d'infiltration du sol encodé (division par deux), ce qui augmente le temps de vidange par infiltration des dispositifs et augmente les volumes d'eau à maîtriser. Ensuite, lors des calculs avec l'onglet « infiltration et rejet », pour les dispositifs de rétention et de régulation, le débit de fuite admissible est fixé à 5 l/s/ha. Dans certains cas, notamment lorsque la surface reprise par le dispositif est très faible, cela conduit à des débits de vidange inférieurs à 0,1l/s, impossible à atteindre techniquement puisqu'aucun tuyau d'évacuation ne peut fonctionner correctement avec un débit aussi faible. En réalité, ces situations se traduisent effectivement par un débit au moins égal à 0,1l/s, ce qui accélère la vidange de l'ouvrage et réduit le volume réellement nécessaire à la rétention. Ajuster le débit de fuite pour correspondre à des valeurs techniquement réaliste aurait permis d'obtenir un dimensionnement plus précis mais le choix a été de conserver strictement les paramètres recommandés par le *Référentiel de gestion durable des eaux pluviales* (Teller et al., 2023). Enfin, le volume d'eau maîtrisable par les dispositifs a été volontairement choisi supérieur au volume d'eau à maîtriser issu des surfaces reprises.

Par ailleurs, le calcul se limite à un seul ouvrage à la fois et ne propose pas d'intégration cartographiques. L'identification et la sélection des surfaces contributives dépendent donc

entièrement de l'analyse préalable réalisée, ce qui peut entraîner des imprécisions ou des erreurs d'encodage liées à l'interprétation et la saisie manuelle de données.

5.3. Enseignements techniques et opérationnels

Les scénarios alternatifs proposés dans ce travail visent un double objectif : réduire le volume d'eau rejeté vers le réseau unitaire et diminuer la surface incidente totale de l'îlot. En réduisant les surfaces imperméables, contribuant directement au ruissellement, on réduit durablement la quantité d'eau à gérer lors de chaque pluie. Ainsi, l'effet bénéfique ne se limite pas à la capacité ponctuelle des dispositifs mais s'inscrit dans une logique de désimperméabilisation, particulièrement marquée dans les scénarios 3.

L'extrapolation à l'échelle liégeoise montre que certains îlots se distinguent par leur potentiel de reprise, lié soit à leur représentativité, soit à leur morphologie. Les îlots peu denses, avec jardin et toitures plates, facilitent l'intégration de dispositifs, tandis que les îlots très denses sont limités par des contraintes techniques. L'îlot 1206, typologie *semi-compact + mid-rise* est celui offrant la plus grande surface reprise à l'échelle de la ville grâce à sa représentativité, sa densité et la présence de nombreuses toitures plates.

Aucun scénario ne permet d'atteindre 100% de récupération des surfaces incidentes. Cette limite tient autant à la complexité du tissu urbain qu'au choix délibéré de privilégier des dispositifs simples, techniquement réalisables et intégrables sans travaux lourds. L'objectif n'était pas de transformer radicalement les îlots pour trouver des solutions « parfaites » mais de proposer des réaménagements ciblés capables d'améliorer durablement la gestion des eaux pluviales. L'analyse a été menée bâtiment par bâtiment : dès lors qu'aucune solution techniquement ou spatialement faisable n'était envisageable (par exemple, un bâtiment en angle de rue ne disposant d'aucun espaces extérieur, ou encore une toiture ayant directement raccordée à l'égout dont la récupération nécessiterait des travaux disproportionnés) les surfaces contributives concernées n'était pas reprises. Cette approche assure que les solutions proposées sont applicables à l'existant et compatibles avec les contraintes physiques et fonctionnelles du milieu urbain.

Ensuite, gérer une pluie de période de retour de 5 ans, en milieu urbain dense, constitue déjà un objectif ambitieux. Une telle capacité de rétention permettrait de réduire de manière significative le volume d'eau rejeté vers le réseau unitaire lors d'épisodes pluvieux fréquents et intenses.

Enfin, l'analyse se concentre sur les enseignements issus du dimensionnement des ouvrages entant que tel (Tableau 7). Cette lecture plus technique permet de dégager des tendances générales sur le fonctionnement des dispositifs, leurs limites ainsi que les conditions nécessaires à leur mise en œuvre. Un point marquant est que les pluies dimensionnantes ne sont pas de même nature selon l'objectif visé : pour les ouvrages de rétention, il s'agit généralement d'événements de faible intensité et de longue durée, tandis que pour les ouvrages d'infiltration, ce sont plutôt des pluies brèves mais intenses qui conditionnent le dimensionnement. Ces interprétations permettent de mieux cerner les leviers d'action possibles selon les contextes urbains rencontrés, tout en identifiant les obstacles récurrents. Elles offrent ainsi des repères concrets pour orienter les choix de dispositifs en fonction des objectifs visés (infiltration, rétention, désimperméabilisation) et des contraintes du terrain (place disponible, végétation existante, accessibilité, etc.).

Tableau 7 - *Conditions et contraintes de dimensionnement des dispositifs*

Dispositif	Condition(s) de dimensionnement	Contraintes techniques/spatiales
Citernes en cave → Rétention	Surface max. de toiture reprise par habitation pour 2m ³ d'eau à maîtriser : <ul style="list-style-type: none"> - PDR 5 ans : 80m² - PDR 10 ans : 64m² - PDR 25 ans : 48m² 	Nécessite un volume disponible en sous-sol Accessibilité à vérifier : les dimensions de la citerne doivent permettre un passage par les ouvertures existantes (portes, trappes, ...)
Toitures stockantes → Rétention	Capacité auto-suffisante : la surface de la toiture plate suffit généralement à stocker les eaux pluviales qu'elle reçoit, sur une hauteur de rétention d'environ 6 cm.	L'étanchéité doit être irréprochable pour éviter toute infiltration d'eau dans le bâtiment La structure doit être dimensionnée pour supporter les charges correspondant à 6cm (généralement le cas) Présence d'un acrotère d'au moins 6cm indispensable

Toitures végétalisées → Rétention (+ infiltration)	Surface max. de toiture reprise par habitation pour 2m ³ d'eau à maîtriser (Cas d'une toiture verte reliée à une citerne en cave) : <ul style="list-style-type: none">- PDR 5 ans : 270m²- PDR 10 ans : 210m²- PDR 25 ans : 160m² <p>→ + de 3x plus de surface reprise qu'une toiture traditionnelle</p> <p>En général :</p> <p>Volume d'eau à maîtriser ÷ 3 grâce à la toiture verte et réduction du temps de vidange</p>	Implantation uniquement sur toiture plate Vérification de la capacité portante en raison de la charge supplémentaire Si aucun autre dispositif n'est connecté, permet malgré tout de réduire la surface incidente de l'îlot
Bassins secs → Infiltration	Dimensions moyennes (pour une maison unifamiliale) : <ul style="list-style-type: none">- Volume utile : 2 à 7,5 m³- Surface reprise : 50 à 120 m²- Surface d'infiltration : 10 à 28 m²- Profondeur : 25 à 40 cm- Pente : 30 à 45°	Besoin d'une surface disponible au sol Infiltration prolongée peu compatible avec un usage fréquent des espaces (jardins, aires de jeux, ...)
Noues infiltrantes → Infiltration	Dimensions moyennes : <ul style="list-style-type: none">- Largeur : 2 m- Profondeur : 0,2 à 0,4 m- Pente : 30 à 45°- Longueur : variable	Implantation à distance des bâtiments Peut nécessiter l'arrachage ou la coupe de végétation, à éviter si possible
Chaussées drainantes → Rétention + infiltration	Profondeur du dispositif dépend des matériaux utiliser (voir <i>Tableau 1</i>)	Dispositif généralement mutualisé entre plusieurs bâtiments Souvent implanté en limite de parcelle, ce qui peut impliquer d'enlever ou couper la végétation existante, à éviter Non adaptées à toutes les voiries (contraintes de charge, trafic, pente, ...)

5.4. Contraintes et contradictions

La mise en œuvre des scénarios proposés se heurte à un ensemble de contraintes techniques, spatiales et réglementaires propres au contexte urbain dense. Certaines sont directement liées à la morphologie des îlots : manque d'espace disponible, présence d'annexes accolées, toitures difficilement accessibles ou impossibilité de détourner les toitures avant vers l'arrière sans lourds travaux. D'autres relèvent du cadre réglementaire ou patrimonial, préservation des façades ou protection d'éléments architecturaux limitant la possibilité d'adaptation du bâti. Ces aspects n'ont pas été intégrés dans cette étude mais constituent des pistes intéressantes à approfondir dans de futurs travaux. Un exemple concret d'étude pourrait être : Comment intégrer une gestion des eaux pluviales durable dans des bâtiments classés au patrimoine ?

A cela s'ajoute une contradiction majeure avec certaines politiques d'aménagement du territoire. Le *Schéma de Développement du Territoire* (SDT) wallon encourage le renforcement des centralités, c'est-à-dire la densification des zones déjà urbanisées, en particulier des coeurs de centralité, pour limiter l'étalement urbain, rapprocher logements et services, développer la mixité des fonctions et favoriser les modes actifs (SPW TLPE : SPW Territoire, 2024). Or, cette logique, bien que pertinente pour des objectifs de mobilité et de préservation des espaces agricoles, se heurte toutefois aux besoins en surfaces d'infiltration et en espaces verts pour la gestion durable des eaux pluviales. L'îlot 919 (en centre-ville) illustre bien cette tension : situé en plein de cœur de centralité, il présente une densité bâtie et des contraintes telles que peu de solutions techniques immédiates sont envisageables. Sa transformation la plus efficace, du point de vue hydrologique, passerait par la création de poches vertes via une dédensification ciblée, une orientation qui va à l'encontre des principes de densification promus par le SDT.

La suppression d'annexe en centre d'îlot pourrait sembler une solution intermédiaire pour réduire les surfaces imperméables sans « dédensifier » le cœur de centralité. Cependant, cette option se révèle souvent peu réaliste. Retirer une annexe implique de réintégrer des fonctions domestiques, dans le bâtiment principal, ce qui nécessiterait des travaux lourds, coûteux et parfois incompatibles avec la structure existante. Dans de nombreux cas, il est plus simple d'installer des citernes en cave que de modifier l'organisation interne des logements. Si l'objectif est de créer de véritables poches vertes, la suppression d'un bâtiment entier s'avère souvent plus pertinent que l'élimination ponctuelle d'annexes. Cette démarche ouvre la possibilité de restructurer l'îlot et de reconstruire de manière plus durable, en intégrant dès la

conception des solutions de gestion des eaux pluviales, solution qui pourrait réconcilier objectifs hydrologiques et qualité des espaces urbains.

5.5. Perspectives et ouvertures

Les résultats de cette étude confirment qu'une action ciblée, même sur des éléments ponctuels de l'existant, peut produire des effets mesurables sur la réduction du ruissellement urbain et la résilience face aux pluies intenses. Pourtant, cette étude ne représente qu'un morceau du puzzle. Le potentiel d'action est bien plus large et certaines pistes pourraient améliorer les bénéfices observés.

- Etendre le champ d'action

Si cette étude s'est volontairement concentrée sur les îlots privés, l'espace public et certaines grandes emprises restent des leviers d'action majeurs. Les rues, places, trottoirs, parkings ou autres zones d'activités représentent de vastes surfaces qui contribuent directement au ruissellement urbain. Les requalifier en infrastructures vertes capables de stocker, infiltrer et valoriser l'eau de pluie aurait un impact considérable. Réaménager un parking central avec des revêtements perméables et des noues végétalisées, transformer une place minéralisée en bassin d'orage paysager ou végétaliser des toitures industrielles et les équiper de système de récupération à grande échelle, autant d'actions qui, combinées, pourraient générer un effet cumulatif significatif à l'échelle de la ville en complément direct des interventions sur le bâti existant.

- Intégrer pleinement la dimension végétale

Dans le prolongement de ce travail, une piste particulièrement prometteuse serait d'explorer plus en profondeur l'intégration de la végétation dans les dispositifs proposés. L'étude irait au-delà des volumes stockés ou infiltrés pour analyser comment les plantations influencent durablement le cycle de l'eau en ville. Cela impliquerait d'étudier finement les essences adaptées aux contraintes urbaines, de concevoir des aménagements paysagers qui optimisent la performance hydraulique tout en renforçant la biodiversité et de travailler sur l'intégration esthétique dans le tissu urbain. Noues plantées, bassins végétalisés, toitures vertes diversifiées ou haies multifonctionnelles pourraient ainsi cumuler bénéfices hydrologiques, écologiques et sociaux. Ce focus sur la végétation permettrait non seulement d'améliorer

l'efficacité des solutions techniques mais aussi de renforcer leur acceptabilité auprès des habitants en améliorer leur cadre de vie.

- Diversifier les indicateurs de performances

La littérature scientifique souligne que l'évaluation des dispositifs de gestion durable des eaux pluviales ne repose pas uniquement sur des paramètres hydrologiques comme la réduction de surface incidente ou l'augmentation du taux de reprise. De nombreux travaux intègrent également des indicateurs économiques, comme l'analyse de coûts-bénéfices, environnementaux, tels que l'empreinte hydrique, l'amélioration de la qualité de l'eau et l'augmentation de la biodiversité, ou encore sociaux. Appliquer ce type d'indicateurs aux scénarios proposés dans cette étude permettrait de compléter l'analyse et de fournir une vision plus globale de leur efficacité. Une telle approche faciliterait aussi la comparaison avec d'autres études et renforcerait la capacité à convaincre les décideurs et les investisseurs en s'appuyant sur un cadre d'évaluation multidimensionnel et reproductible.

6. CONCLUSION

Face à des précipitations intenses plus fréquentes, combinées à un réseau d'égouttage souvent saturé et une densification urbaine croissante, les villes comme Liège n'ont plus le choix : elles doivent repenser en profondeur la manière dont elles gèrent leurs eaux pluviales. Ce mémoire montre qu'il est possible d'agir maintenant, sans grands projets urbains ou reconstruction complète d'infrastructures, en s'appuyant sur l'adaptation progressive du tissu bâti existant.

L'analyse menée sur plusieurs îlots représentatifs met en évidence la faisabilité d'interventions ciblées mobilisant des dispositifs décentralisés tels que les noues, les toitures stockantes, les revêtements perméables et les citerne de rétention. Individuellement modestes, ces solutions, lorsqu'elles sont intégrées dans une stratégie cohérente, peuvent réduire sensiblement le ruissellement, limiter la pression sur les réseaux et atténuer les risques d'inondation. L'étude révèle également le potentiel d'espaces sous-utilisés, tels que les cœurs d'îlots ou les interstices urbains, pour accueillir ces aménagements. Elle confirme ainsi que l'adaptation du bâti existant n'est pas seulement possible, mais qu'elle peut produire des bénéfices mesurables à court terme.

Sur le plan stratégique, ces constats rejoignent largement les conclusions de la littérature scientifique : l'efficacité des dispositifs ne repose pas uniquement sur leurs performances techniques, mais sur leur articulation au sein du tissu urbain, leur intégration dans la planification et leur appropriation par les acteurs locaux. L'expérience liégeoise montre cependant que la réussite de telles interventions dépend fortement du cadre réglementaire, des contraintes foncières et de la capacité à mobiliser les ressources techniques et financières nécessaires. Ces éléments viennent ainsi compléter les approches déjà menées par les acteurs locaux, en apportant un éclairage issu d'une analyse ciblée sur l'adaptation du bâti existant.

La portée de cette recherche reste ancrée dans le contexte liégeois, mais les réflexions menées et les constats formulés peuvent nourrir des démarches dans d'autres territoires confrontés à des enjeux similaires. La problématique identifiée s'inscrit dans des questionnements largement partagés par de nombreuses villes. Comme l'analyse a été menée

en adoptant une approche de généralisation, il est permis d'espérer que ces résultats puissent être transposés à d'autres contextes, à condition de les ajuster aux spécificités locales.

Comme tout travail de recherche appliquée, cette étude comporte des limites. Le périmètre choisi et les données utilisées ne permettent pas de couvrir l'ensemble des configurations urbaines possibles. Les projections climatiques à long terme n'ont pas été intégrées de manière exhaustive, et les performances des dispositifs ont été évaluées à travers seulement deux indicateurs, ce qui ne reflète pas l'ensemble de leurs effets potentiels, notamment sur les plans économique, environnemental ou social. Ces limites invitent à poursuivre l'analyse en diversifiant les indicateurs et en élargissant le champ d'étude afin d'obtenir une vision plus complète de l'efficacité et des impacts des solutions envisagées.

Finalement, ce mémoire défend une conviction : l'eau de pluie n'est pas une contrainte à évacuer, mais une ressource à intégrer dans la fabrique urbaine. La gestion des eaux pluviales doit être anticipée dès la conception des projets, mais aussi intégrée dans les stratégies de transformation du bâti existant. Elle peut devenir un moteur d'innovation, un facteur de confort urbain, un atout pour la biodiversité et un levier de résilience face au changement climatique. Les solutions existent, il reste à les mettre en œuvre, ici et maintenant, pour que la résilience urbaine ne soit plus une option, mais une réalité.

BIBLIOGRAPHIE

AIDE asbl. (s. d.). *Collecte des eaux usées*. AIDE – Assainissement en Province de Liège. Consulté 12 mai 2025, à l'adresse <https://www.aide.be/epuration/ouvrages-de-collecte-et-de-traitement/collecte-des-eaux-usées>

AquaWal. (s. d.). *Présentation d'AquaWal*. AquaWal. Consulté 1 juin 2025, à l'adresse <https://www.aquawal.be/fr/presentation-d-aquawal.html?IDC=482>

AquaWal. (2023). *Infiltration des eaux de ruissellement. Memento*. <https://www.aquawal.be/>

Bach, P. M., Rauch, W., Mikkelsen, P. S., McCarthy, D. T., & Deletic, A. (2014). A critical review of integrated urban water modelling – Urban drainage and beyond. *Environmental Modelling & Software*, 54, 88-107. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2013.12.018>

Be.STAT. (s. d.). Consulté 18 juin 2025, à l'adresse <https://bestat.statbel.fgov.be/bestat/crosstable.xhtml?view=d4bb50c-058f-4dfb-9a7a-5401dc34ed5f#>

Bruxelles Environnement. (2018). *Dispositif eaux pluviales*. https://environnement.brussels/sites/default/files/ensavoirplus-dispositifs_fr.pdf

Cerema. (s. d.). *Glossaire des eaux pluviales*. Consulté 19 mai 2025, à l'adresse <https://pluvial.cerema.fr/glossaire>

Cerema. (2021). *Guide utilisateur d'Oasis*. <https://oasis.cerema.fr>

Climate Data. (s. d.). *Climat de Liège (Wallonie, Belgique)*. Climate Data. Consulté 21 juillet 2025, à l'adresse <https://fr.climate-data.org/europe/belgique/wallonie/liege-6396/>

Commission européenne. (2007). *Directive 2007/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2007 relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation*. EUR-Lex. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32007L0060&from=EN>

Commission européenne. (2024, octobre 17). *Nature-based solutions*. Research and Innovation. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/environment/nature-based-solutions_en

Deweze, A., Warin, A., & Duy, B. K. (2023). *Dimensionnement d'un ouvrage de rétention/infiltration Guide technique*.

Ferdowsi, A., Piadeh, F., Behzadian, K., Mousavi, S.-F., & Ehteram, M. (2024). Urban water infrastructure : A critical review on climate change impacts and adaptation strategies. *Urban Climate*, 58, 102132. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2024.102132>

Ferrans, P., Torres, M. N., Temprano, J., & Rodríguez Sánchez, J. P. (2022). Sustainable Urban Drainage System (SUDS) modeling supporting decision-making : A systematic quantitative review. *Science of The Total Environment*, 806, 150447. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150447>

Géoconfluences. (2012, décembre). *Glossaire* (ISSN : 2492-7775). ENS de Lyon; École normale supérieure de Lyon. <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire>

Bibliographie

- Gimenez-Maranges, M., Breuste, J., & Hof, A. (2020). Sustainable Drainage Systems for transitioning to sustainable urban flood management in the European Union : A review. *Journal of Cleaner Production*, 255, 120191. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120191>
- Guide Bâtiment Durable. (2016a, septembre 16). *Noues*. Guide Bâtiment Durable. <https://guidebatimentdurable.brussels/noues>
- Guide Bâtiment Durable. (2016b, septembre 16). *Types de noues*. Guide Bâtiment Durable. <https://guidebatimentdurable.brussels/noues/types-noues>
- Guide Bâtiment Durable. (2018, mai 9). *Citerne de récupération*. Guide Bâtiment Durable. <https://guidebatimentdurable.brussels/citerne-recuperation>
- Guide Bâtiment Durable. (2019, août 29). *Cheminements d'eau*. Guide Bâtiment Durable. <https://guidebatimentdurable.brussels/cheminements-deau>
- Guide Bâtiment Durable. (2021, août 17). *Toitures stockantes*. Guide Bâtiment Durable. <https://guidebatimentdurable.brussels/toitures-stockantes>
- Johnson, D., & Geisendorf, S. (2019). Are Neighborhood-level SUDS Worth it? An Assessment of the Economic Value of Sustainable Urban Drainage System Scenarios Using Cost-Benefit Analyses. *Ecological Economics*, 158, 194-205. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.12.024>
- Joshi, M. Y., Rodler, A., Musy, M., Guernouti, S., Cools, M., & Teller, J. (2022). Identifying urban morphological archetypes for microclimate studies using a clustering approach. *Building and Environment*, 224, 109574. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109574>
- Kompetenzzentrum Wasser Berlin. (s. d.). *KURAS – Urban stormwater management and sewage systems*. Kompetenzzentrum Wasser Berlin. Consulté 2 août 2025, à l'adresse <https://kompetenzwasser.de/en/forschung/projekte/kuras>
- Liu, L., Dobson, B., & Mijic, A. (2023). Optimisation of urban-rural nature-based solutions for integrated catchment water management. *Journal of Environmental Management*, 329, 117045. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.117045>
- Montoya-Coronado, V. A., Tedoldi, D., Lenormand, E., Castebrunet, H., Molle, P., & Lipeme Kouyi, G. (2024). Combined sewer overflow mitigation through SUDS - A review on modelling practices, scenario elaboration, and related performances. *Journal of Environmental Management*, 362, 121073. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121073>
- ONU. (2015). *Objectifs de développement durable*. Développement durable. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/objectifs-de-developpement-durable/>
- Patil, S. S. B., & Anbalagan, C. (2023). A contemporary approach on water sensitive urban design for sustainable urban development. *Materials Today: Proceedings*, S2214785323023970. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.04.471>
- Perales-Momparler, S., Andrés-Doménech, I., Andreu, J., & Escuder-Bueno, I. (2015). A regenerative urban stormwater management methodology : The journey of a Mediterranean city. *Journal of Cleaner Production*, 109, 174-189. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.039>

Bibliographie

- Pluris srl. (2015). *Étude des incidences environnementales – Projet d'extension et de rénovation du centre commercial de Belle-Île* [Communication personnelle].
- Ruiz-Pérez, M. R., Alba-Rodríguez, M. D., & Marrero, M. (2022). Evaluation of water footprint of urban renewal projects. Case study in Seville, Andalusia. *Water Research*, 221, 118715. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2022.118715>
- Schelings, C. (2024, novembre 20). *Une introduction à la participation citoyenne* [Support de cours]. Cours de Gouvernance Urbaine et Territoriale.
- SPGE. (s. d.-a). *Les Organismes d'Assainissement Agréés en Wallonie*. Société public de gestion de l'eau. Consulté 1 juin 2025, à l'adresse <https://www.spge.be/de/les-organismes-d-assainissement-agrees-en-wallonie.html?IDC=9&IDD=979>
- SPGE. (s. d.-b). *Société Publique de la Gestion de l'Eau—Accueil*. Consulté 1 juin 2025, à l'adresse <https://www.spge.be/de/index.html?IDC=1>
- SPW. (s. d.). *Groupe Transversal Inondations (GTI)*. L'Environnement en Wallonie. Consulté 21 mai 2025, à l'adresse <https://environnement.wallonie.be/home/gestion-environnementale/risques-climatiques/inondations/directive-inondation/groupe-transversal-inondations-gti.html>
- SPW. (2021a). *Code de l'environnement. - Livre 2 : Code de l'Eau coordonné. - Partie réglementaire*. <https://environnement.wallonie.be/legis/Codeenvironnement/codeeaucoordonneR.html>
- SPW. (2021b, décembre 23). *Circulaire relative à la constructibilité en zone inondable*. https://www.ejustice.just.fgov.be/mopdf/2022/02/10_1.pdf#page=107
- SPW. (2024a). *Code de l'environnement. - Livre 2 : Code de l'Eau coordonné. - Partie décrétale*. <https://environnement.wallonie.be/legis/Codeenvironnement/codeeaucoordonneD.htm>
- SPW. (2024b). *Code du Développement territorial (CoDT)*. <https://wallex.wallonie.be/files/medias/10/CoDT.pdf>
- SPW TLPE : SPW Territoire. (2024, avril 23). *Schéma de développement du territoire—Optimisation spatiale*.
- Teller, J., Djanaralieva, L., Flas, M., Moulana, M. L., Onan, L., Pivot, J. | L. E. M. and A. L., & Archambeau, P. | H. in E. and C. E. | H. – U. de L. (2022). *Référentiel Construction et aménagements en zone inondable*.
- Teller, J., Djanaralieva, L., Flas, M., Moulana, M. L., Onan, L., Pivot, J. | L. E. M. and A. L., & Archambeau, P. | H. in E. and C. E. | H. – U. de L. (2023). *Référentiel Gestion durable des eaux pluviales*. SPW / EDIWALL.
- Truong, S. (2019). *Les moyens mis à disposition du concepteur* [Diapositives PowerPoint]. Formation « Bâtiment durable », gestion des eaux pluviales sur la parcelle.
- Vasconcelos, A. F., Barbassa, A. P., Dos Santos, M. F. N., & Imani, M. A. (2022). Barriers to sustainable urban stormwater management in developing countries : The case of Brazil. *Land Use Policy*, 112, 105821. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105821>

Bibliographie

Ville de Liège – Département de l’Urbanisme. (2023). *Atlas de Liège*. <https://www.liege.be/fr/vie-communale/services-communaux/urbanisme/publications/atlas-de-liege>

Ville de Liège, D. de l’Urbanisme. (2025). *Gérer les eaux de pluie sur mon terrain*. Gestion intégrée des eaux de pluie 2025.pdf.

Xu, Q., & Chen, P. (2022). Comprehensive planning of drainage and waterlogging prevention layout based on urban double repair concept. *Desalination and Water Treatment*, 268, 285-295. <https://doi.org/10.5004/dwt.2022.28701>

Zhou, Q. (2014). A Review of Sustainable Urban Drainage Systems Considering the Climate Change and Urbanization Impacts. *Water*, 6(4), 976-992. <https://doi.org/10.3390/w6040976>

ANNEXES

ANNEXE I : Urban morphological parameters (Joshi et al., 2022)	iii
ANNEXE II : Densité du bâti - (Ville de Liège – Département de l’Urbanisme, 2023)	iv
ANNEXE III : Trame verte de Liège (Ville de Liège – Département de l’Urbanisme, 2023).....	v
ANNEXE IV : Niveau de revenus de Liège (Ville de Liège – Département de l’Urbanisme, 2023)....	vi
ANNEXE V : Typologie A : Représentativité à l’échelle de la ville de Liège	vii
ANNEXE VI : Typologie B : Représentativité à l’échelle de la ville de Liège	viii
ANNEXE VII : Typologie C : Représentativité à l’échelle de la ville de Liège	ix
ANNEXE VIII : Typologie D : Représentativité à l’échelle de la ville de Liège.....	x
ANNEXE IX : Typologie E : Représentativité à l’échelle de la ville de Liège.....	xi
ANNEXE X : Typologie F : Représentativité à l’échelle de la ville de Liège	xii
ANNEXE XI : Typologie G : Représentativité à l’échelle de la ville de Liège	xiii
ANNEXE XII : Typologie H : Représentativité à l’échelle de la ville de Liège.....	xiv
ANNEXE XIII : Typologie I : Représentativité à l’échelle de la ville de Liège	xv
ANNEXE XIV : Vue satellite et carte des surfaces incidentes de l’îlot 919.....	xvi
ANNEXE XV : Vue satellite et carte des surfaces incidentes de l’îlot 1206	xvii
ANNEXE XVI : Vue satellite et carte des surfaces incidentes de l’îlot 629.....	xviii
ANNEXE XVII : Vue satellite et carte des surfaces incidentes de l’îlot 511	xix
ANNEXE XVIII : Vue satellite et carte des surfaces incidentes de l’îlot 542	xx
ANNEXE XIX : Vue satellite et carte des surfaces incidentes de l’îlot 585.....	xxi
ANNEXE XX : Vue satellite et carte des surfaces incidentes de l’îlot 881	xxii
ANNEXE XXI : Vue satellite et carte des surfaces incidentes de l’îlot 219.....	xxiii
ANNEXE XXII : Vue satellite et carte des surfaces incidentes de l’îlot 113	xxiv
ANNEXE XXIII : Scénarios alternatifs îlot 919	xxv
ANNEXE XXIV : Scénarios alternatifs îlot 1206	xxvi
ANNEXE XXV : Scénarios alternatifs îlot 629	xxviii
ANNEXE XXVI : Scénarios alternatifs îlot 542	xxix
ANNEXE XXVII : Scénarios alternatifs îlot 511.....	xxx
ANNEXE XXVIII : Scénarios alternatifs îlot 585	xxxiii
ANNEXE XXIX : Scénarios alternatifs îlot 881	xxxv
ANNEXE XXX : Dimensionnements des dispositifs de l’îlot 919	xxxvii
ANNEXE XXXI : Dimensionnements des dispositifs de l’îlot 1206	xxxviii
ANNEXE XXXII : Dimensionnements des dispositifs de l’îlot 629.....	xl

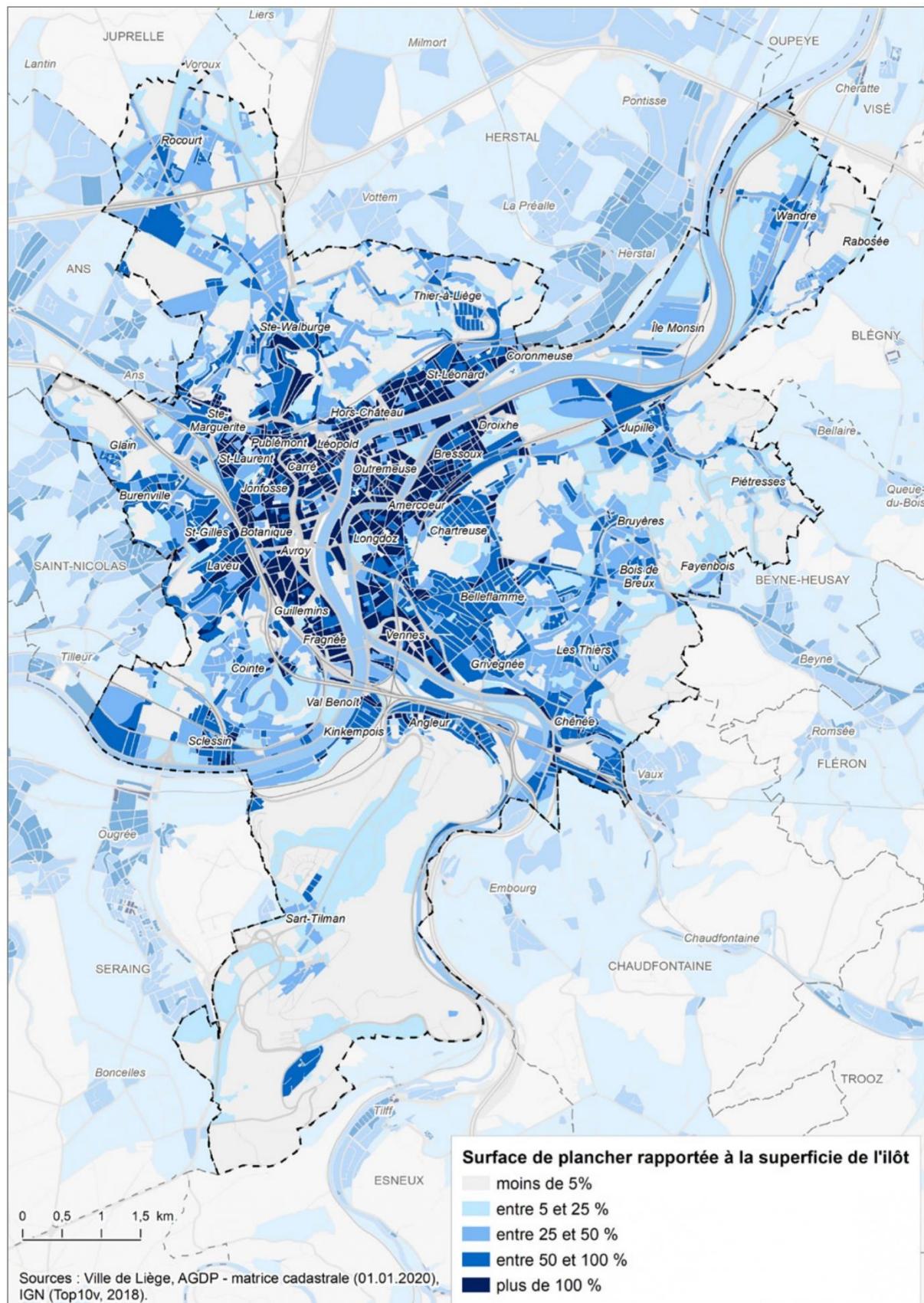
Annexes

ANNEXE XXXIII : Dimensionnements des dispositifs de l'îlot 542	xlii
ANNEXE XXXIV : Dimensionnements des dispositifs de l'îlot 511	xlvi
ANNEXE XXXV : Dimensionnements des dispositifs de l'îlot 585	xlvii
ANNEXE XXXVI : Dimensionnements des dispositifs de l'îlot 881	1
ANNEXE XXXVII : Extrapolation à l'échelle de la ville (PDR 5ans)	liv
ANNEXE XXXVIII : Extrapolation à l'échelle de la ville (PDR 10ans)	lv
ANNEXE XXXIX : Extrapolation à l'échelle de la ville (PDR 25ans).....	lvi
ANNEXE XL : Feuille de calcul du GTI vierge	lvii
ANNEXE XLI : Citerne d'eau de pluie – jumelable – 1000 litres	lix
ANNEXE XLII : Courrier de sollicitation destiné aux riverains.....	lx
ANNEXE XLIII : Photographies des visites in-situ	lxii
ANNEXE XLIV : Plans donnés par l'habitant.....	lxxii

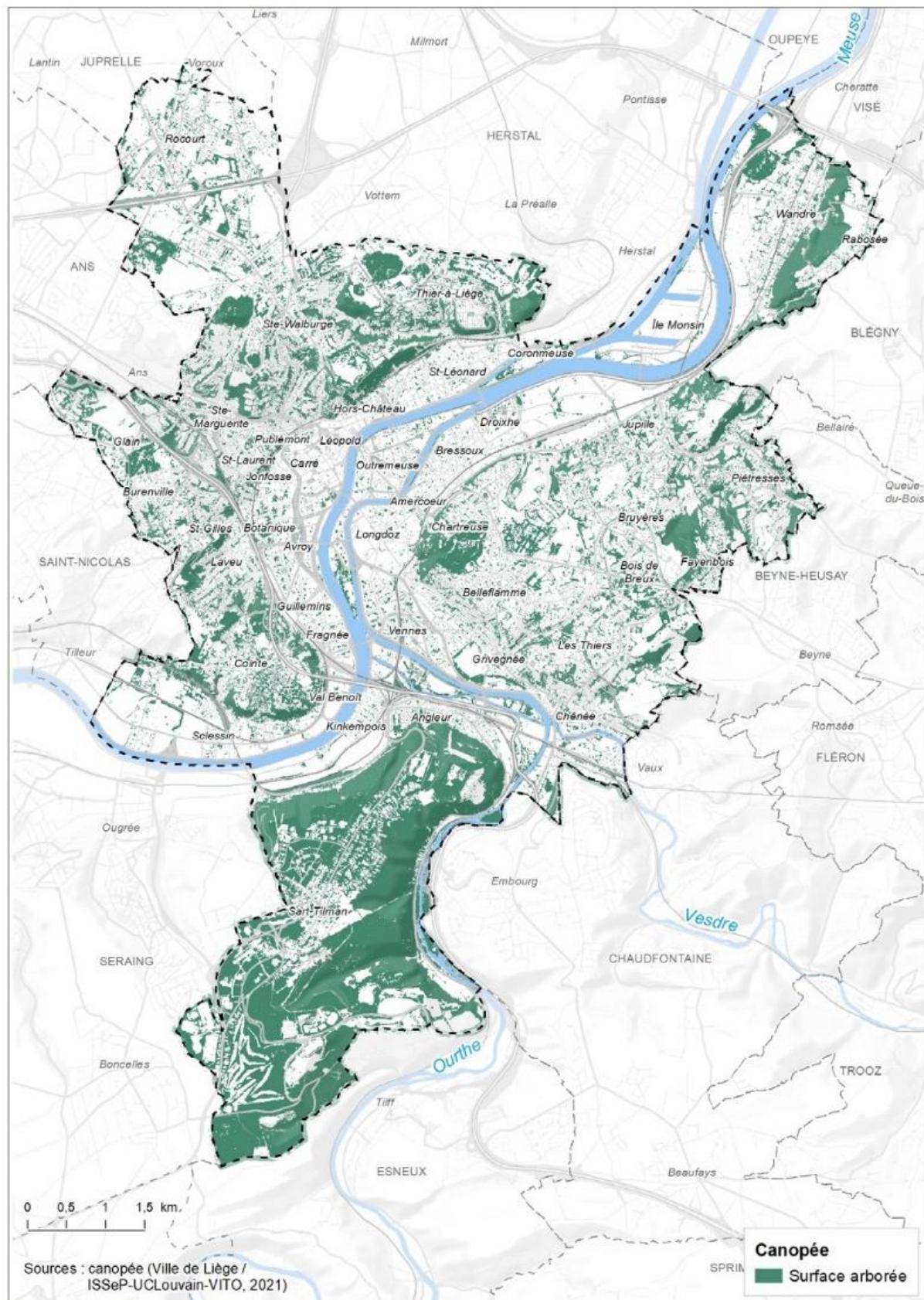
ANNEXE I : Urban morphological parameters (Joshi et al., 2022)

Categories	Parameter	References
Parameters used for LCZ	<i>SVF</i> Sky view factor <i>AR</i> Aspect ratio <i>GSI</i> Ground space index/Building surface factor <i>ISF</i> Impervious surface fraction <i>PSF</i> Pervious surface fraction <i>HRE</i> Height of roughness elements	[23] [23] [16] [19] [42] [23] [23] [17] [43] [44]
Arrangement (Density and arrangement of the buildings within the block)	<i>OSR</i> Open Space Ratio <i>MA</i> Mean building areas <i>NB</i> Number of buildings per unit area of the block	[45] [19] [46] [47] [26]
Variation (Variations between the buildings within a block)	<i>SH</i> Standard deviation of building heights <i>SA</i> Standard deviation of building areas	[12] [48] [19] [46]
Form (Compactness/sprawl of buildings within a block)	<i>DB</i> Average distance between the nearby buildings <i>DCR</i> Ratio of distance from the centroid to buildings to the radius of minimum bounding circle to block ratio	[17] [19] [19]
Shape (Shape factor of the block)	<i>SF</i> Block shape factor	[19] [49]
Wind flow	<i>FAI</i> Frontal area index <i>AH</i> Average height of the buildings <i>Po</i> Porosity	[50] [51] [52]

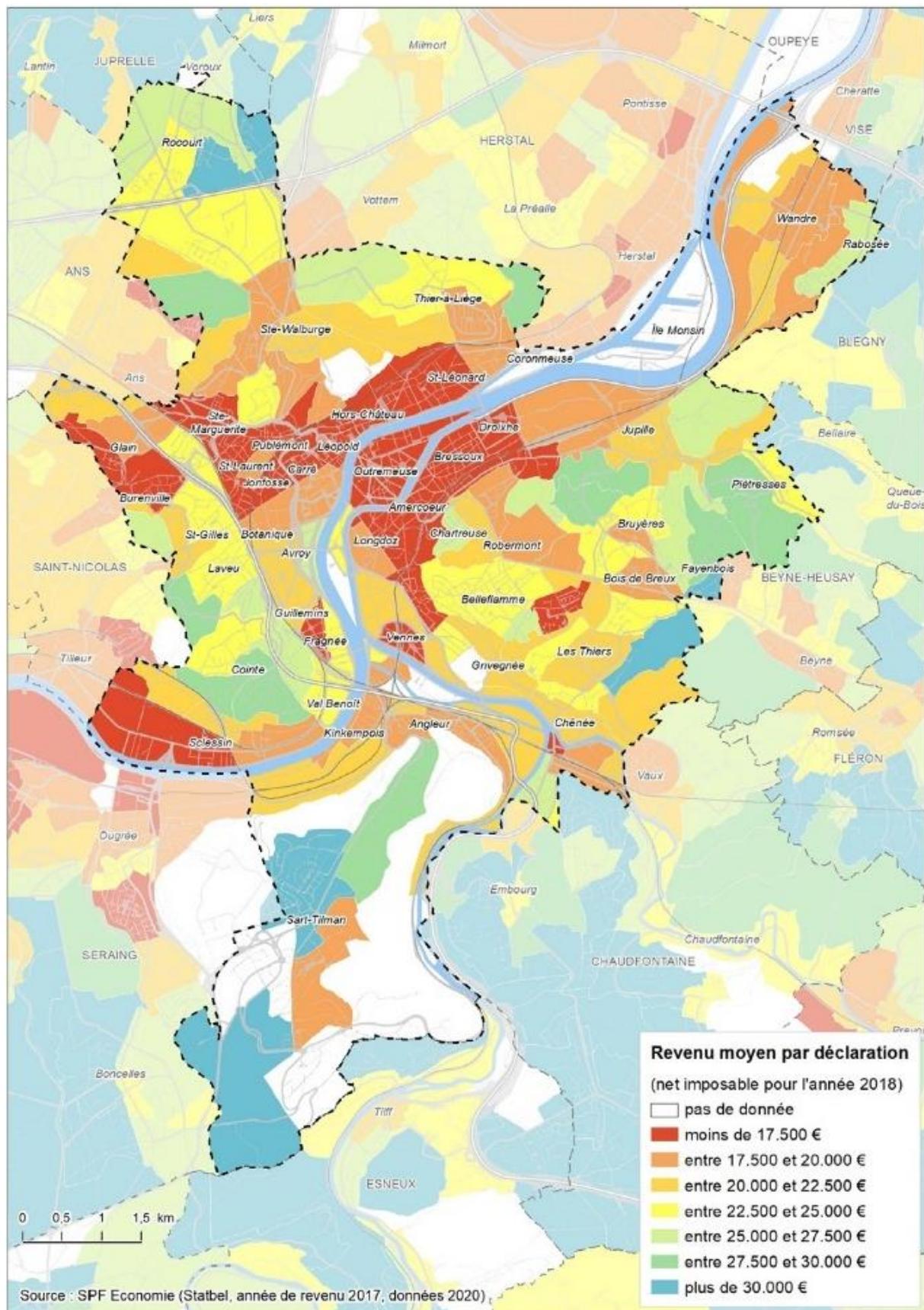
ANNEXE II : Densité du bâti - (Ville de Liège – Département de l’Urbanisme, 2023)



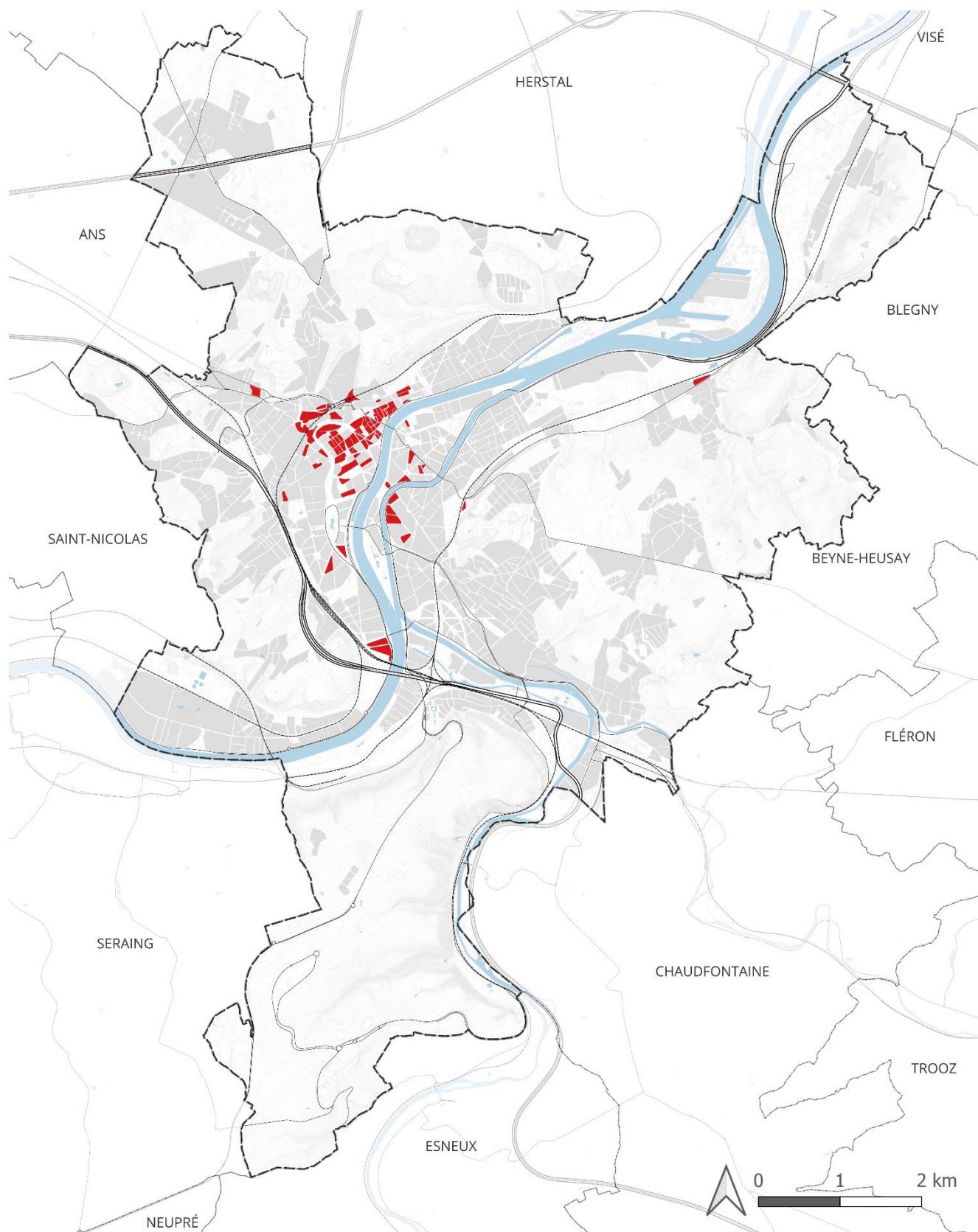
ANNEXE III : Trame verte de Liège (Ville de Liège – Département de l’Urbanisme, 2023)



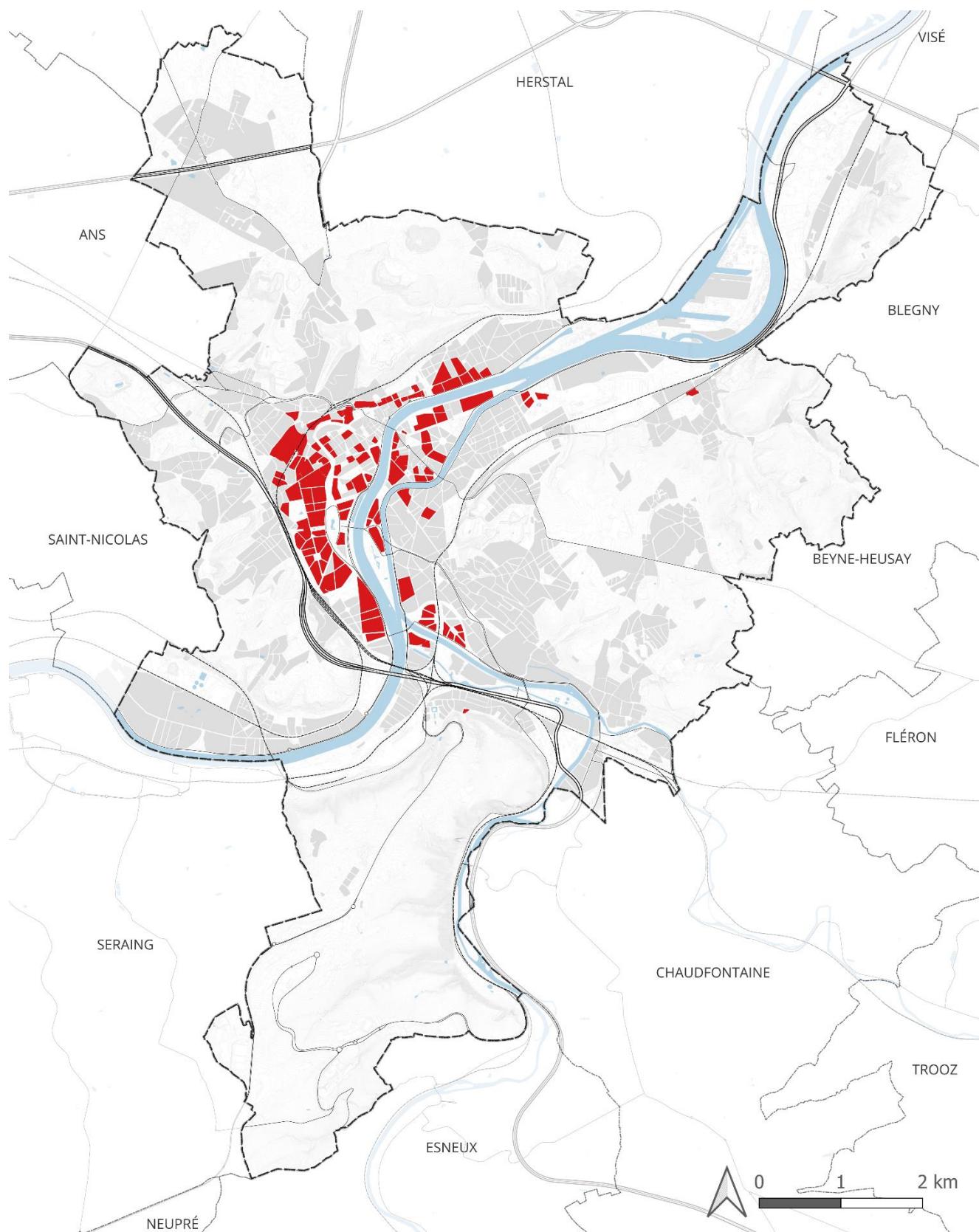
ANNEXE IV : Niveau de revenus de Liège (Ville de Liège – Département de l’Urbanisme, 2023)



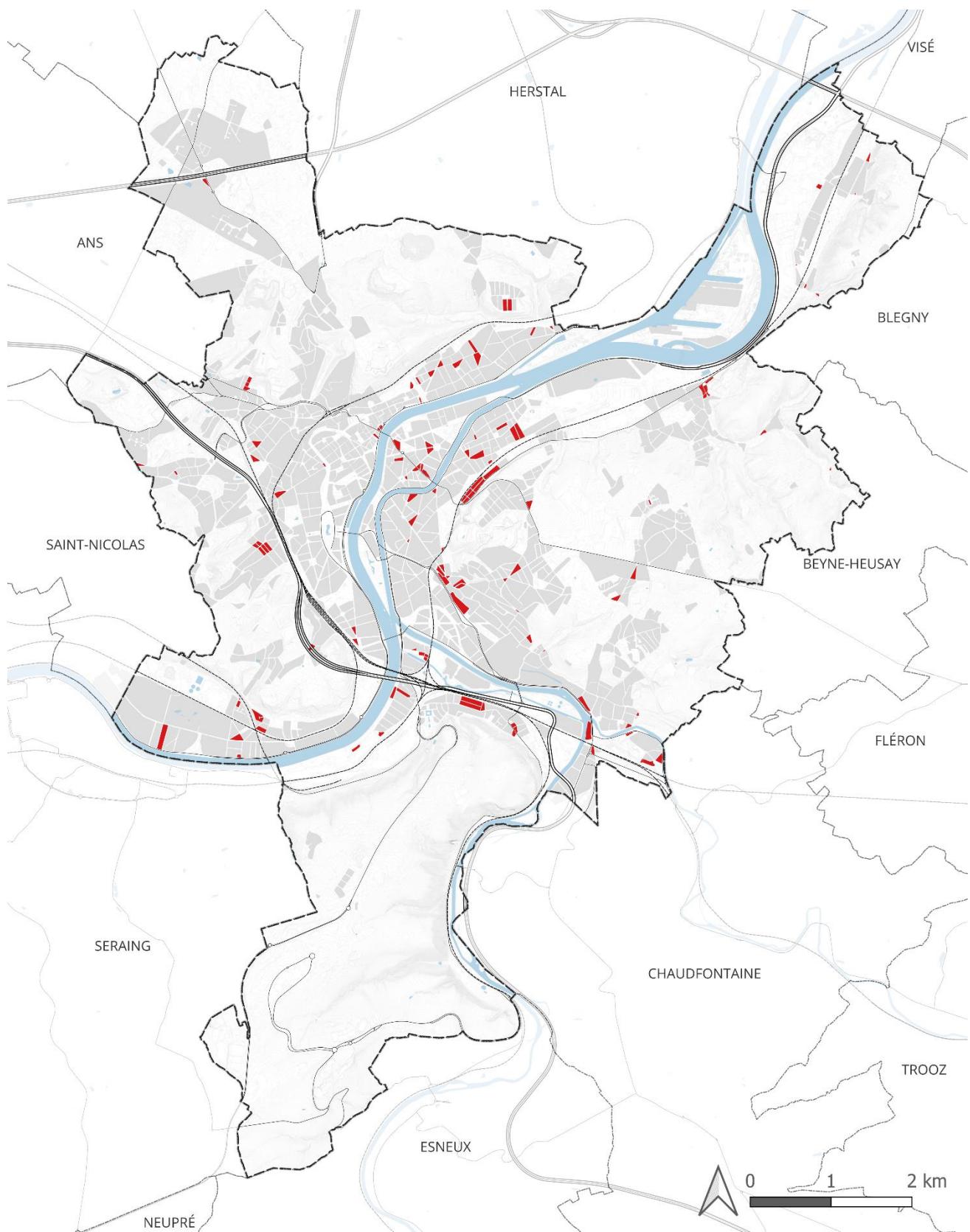
ANNEXE V : Typologie A : Représentativité à l'échelle de la ville de Liège



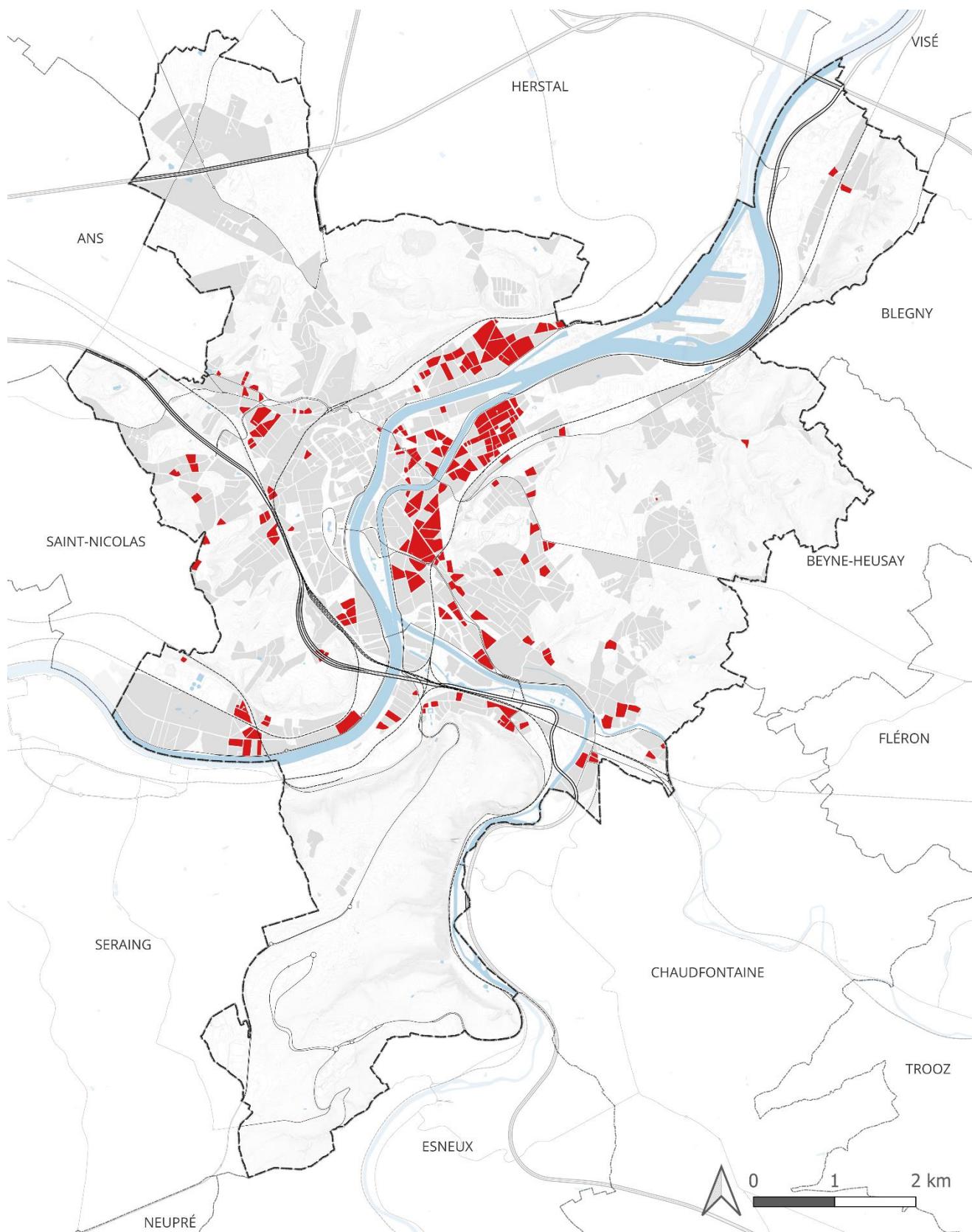
ANNEXE VI : Typologie B : Représentativité à l'échelle de la ville de Liège



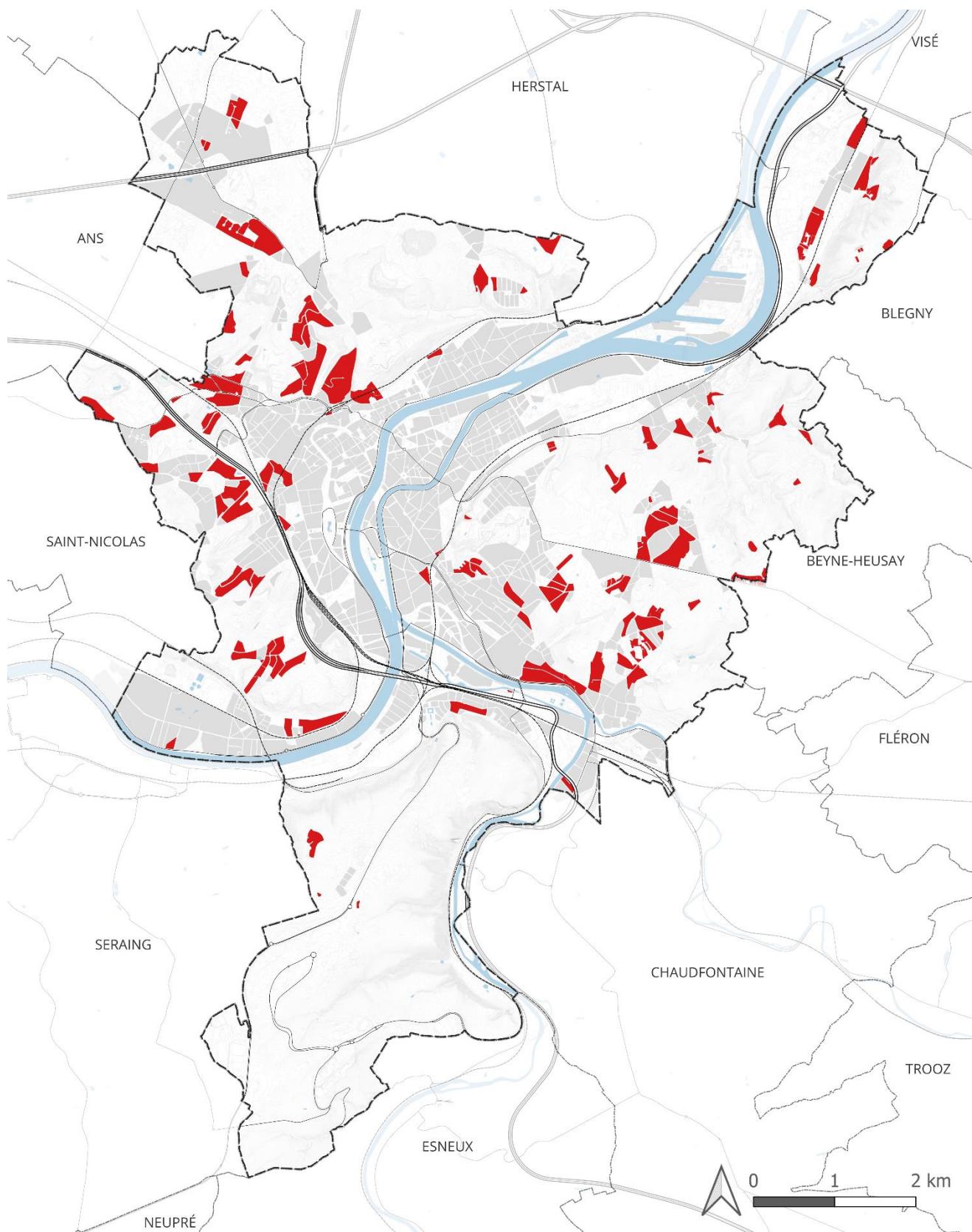
ANNEXE VII : Typologie C : Représentativité à l'échelle de la ville de Liège



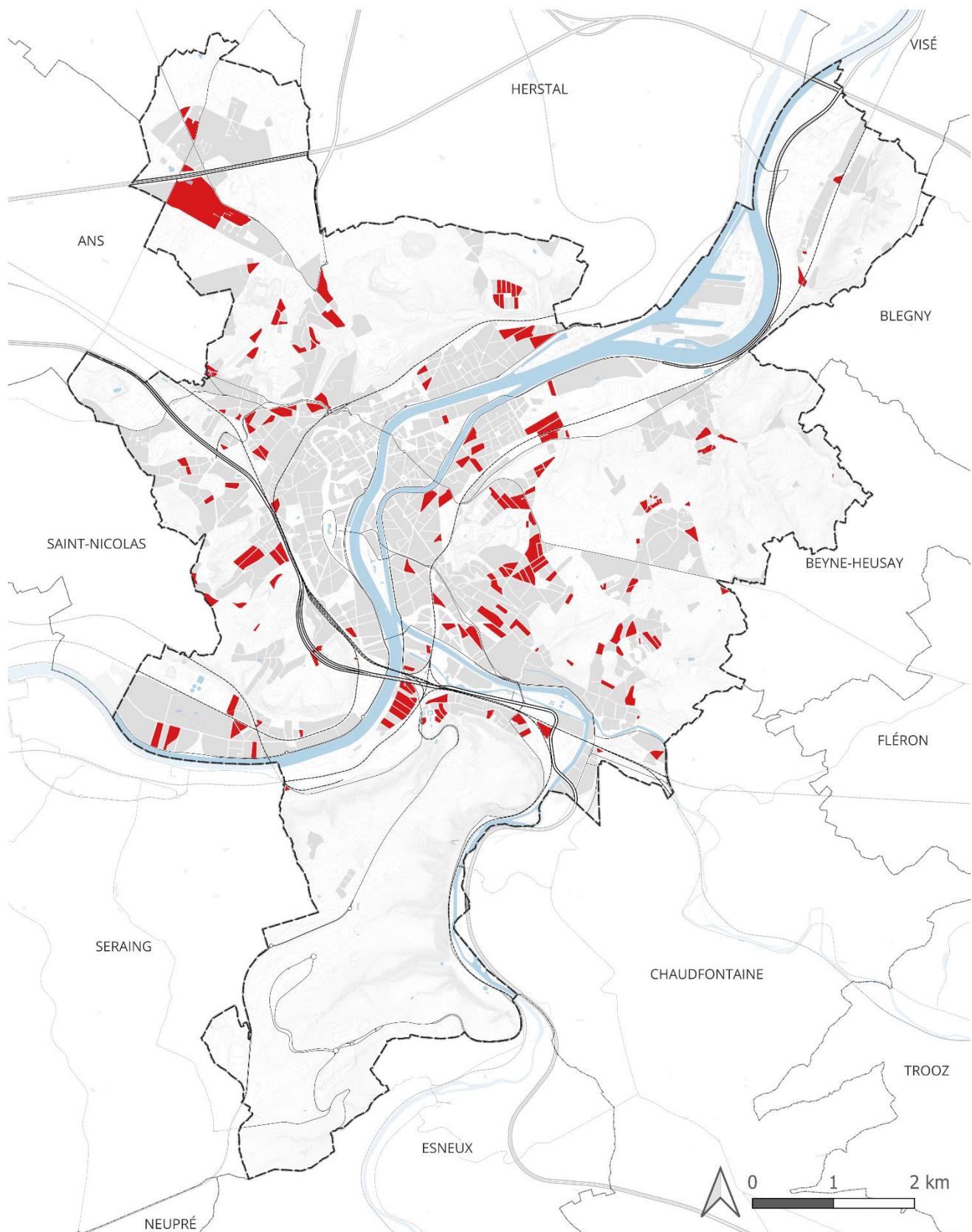
ANNEXE VIII : Typologie D : Représentativité à l'échelle de la ville de Liège



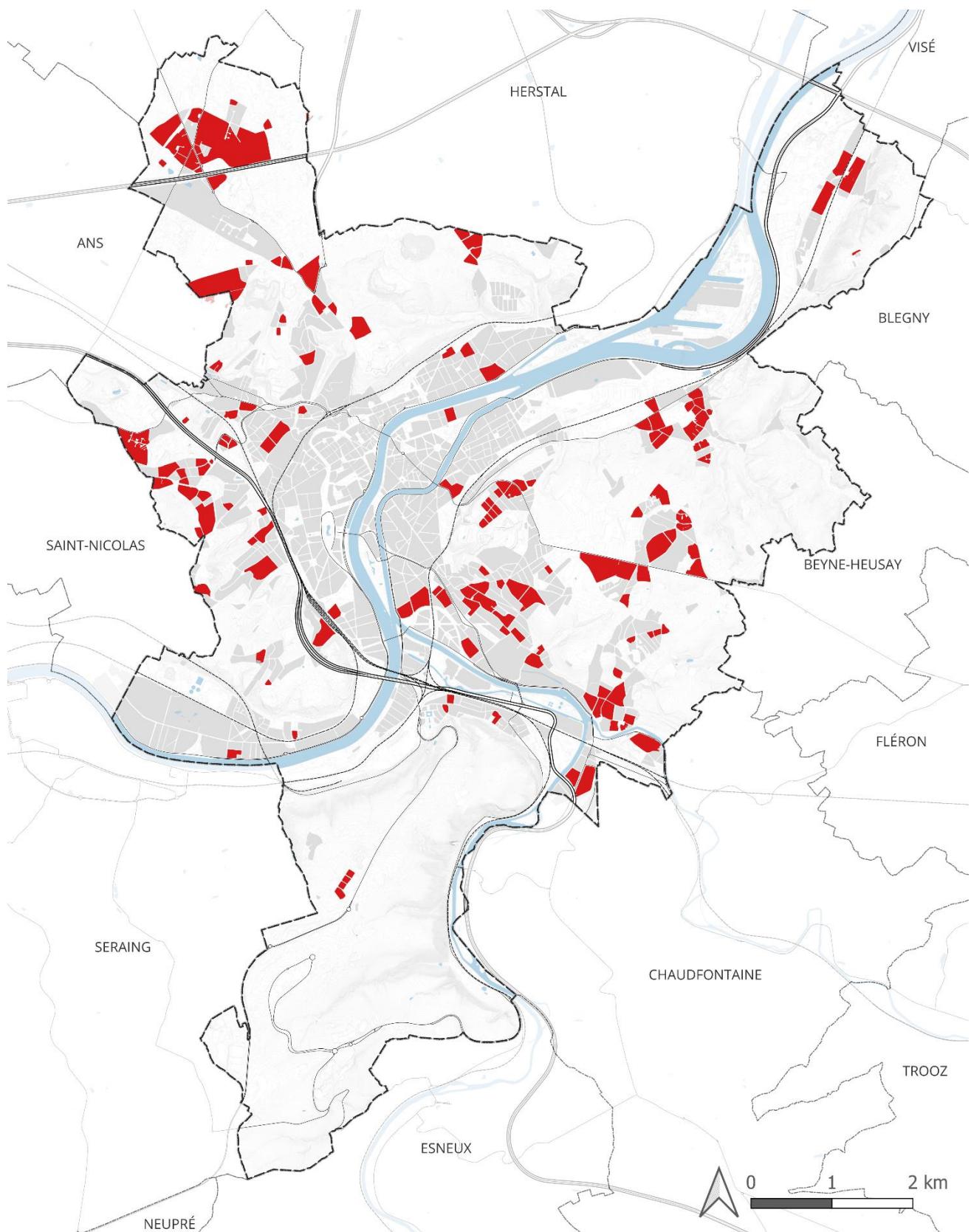
ANNEXE IX : Typologie E : Représentativité à l'échelle de la ville de Liège



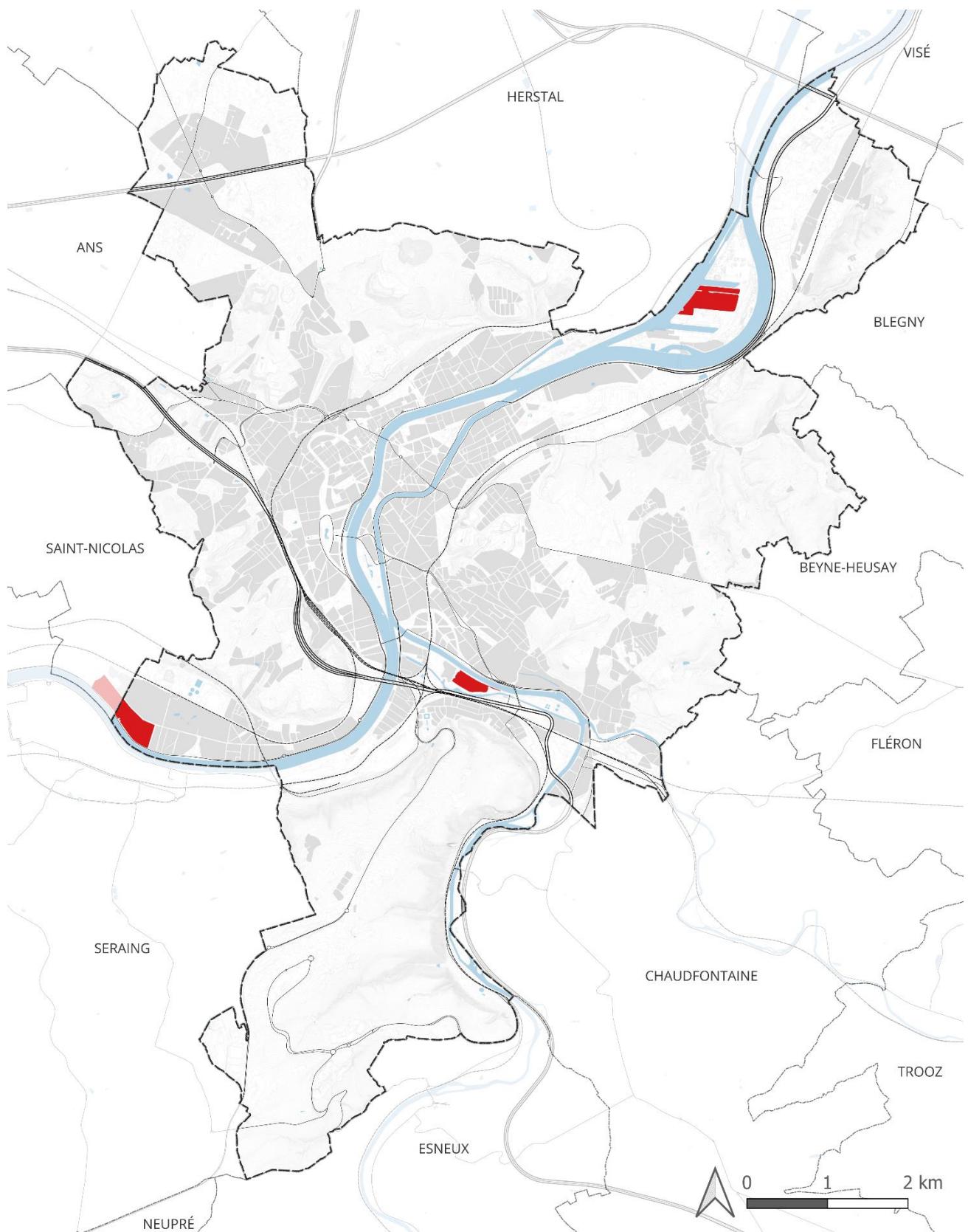
ANNEXE X : Typologie F : Représentativité à l'échelle de la ville de Liège



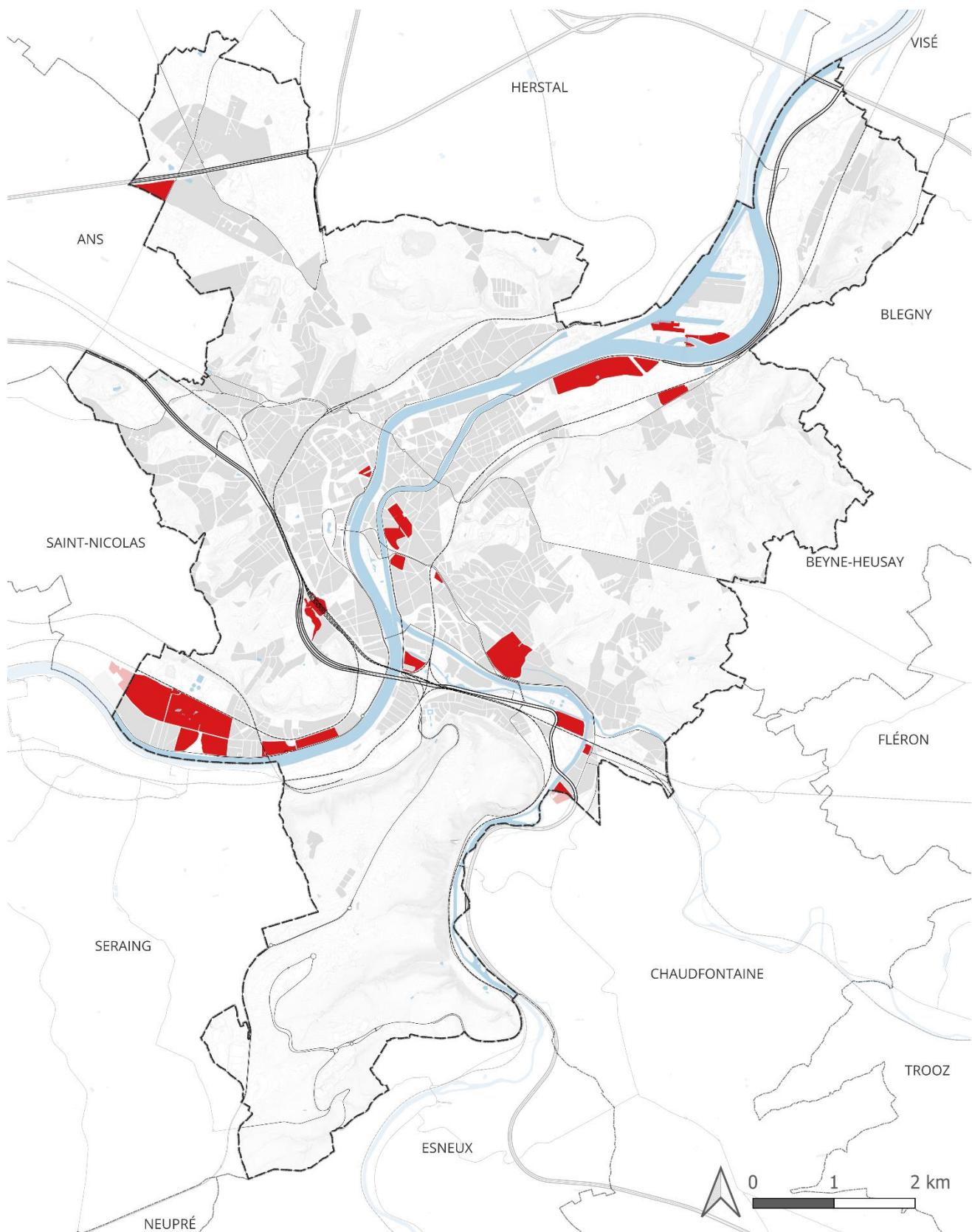
ANNEXE XI : Typologie G : Représentativité à l'échelle de la ville de Liège



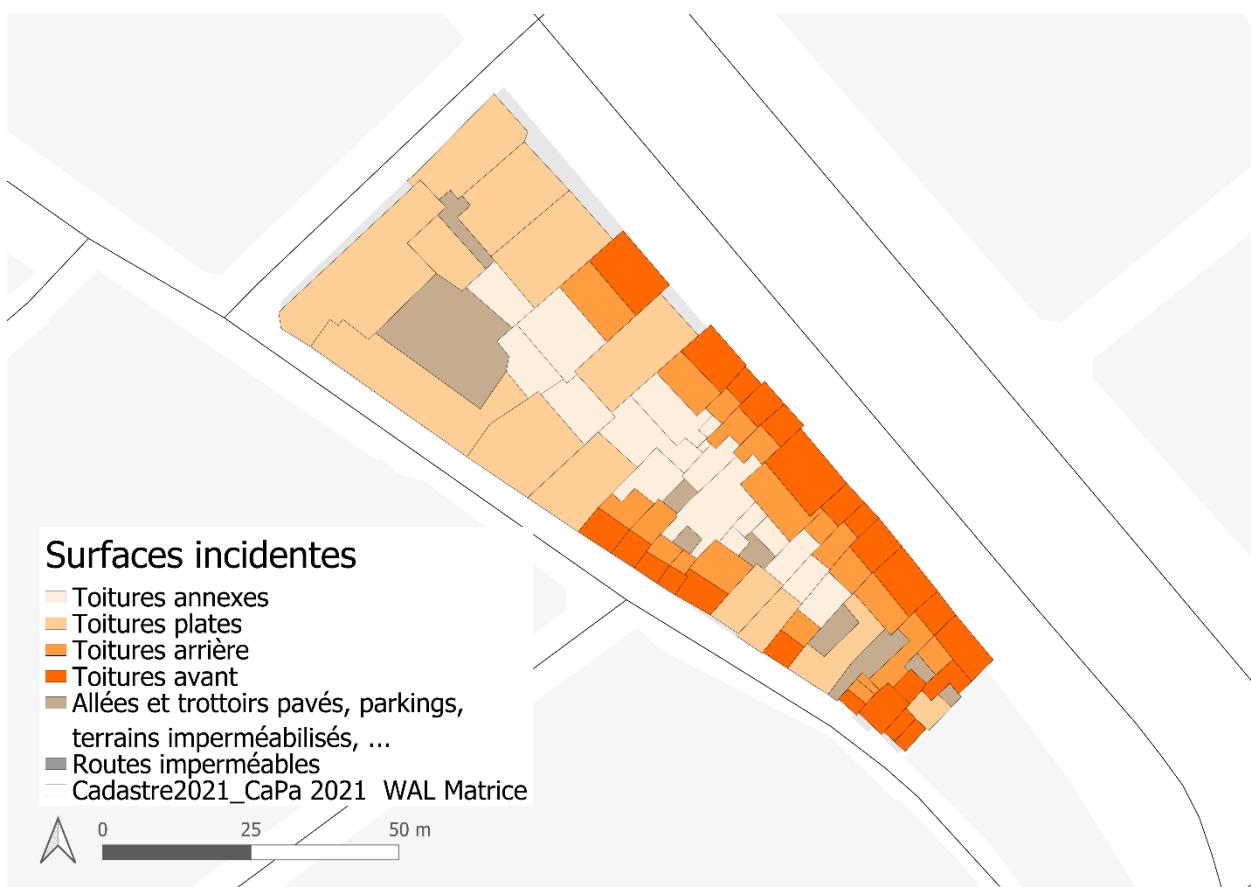
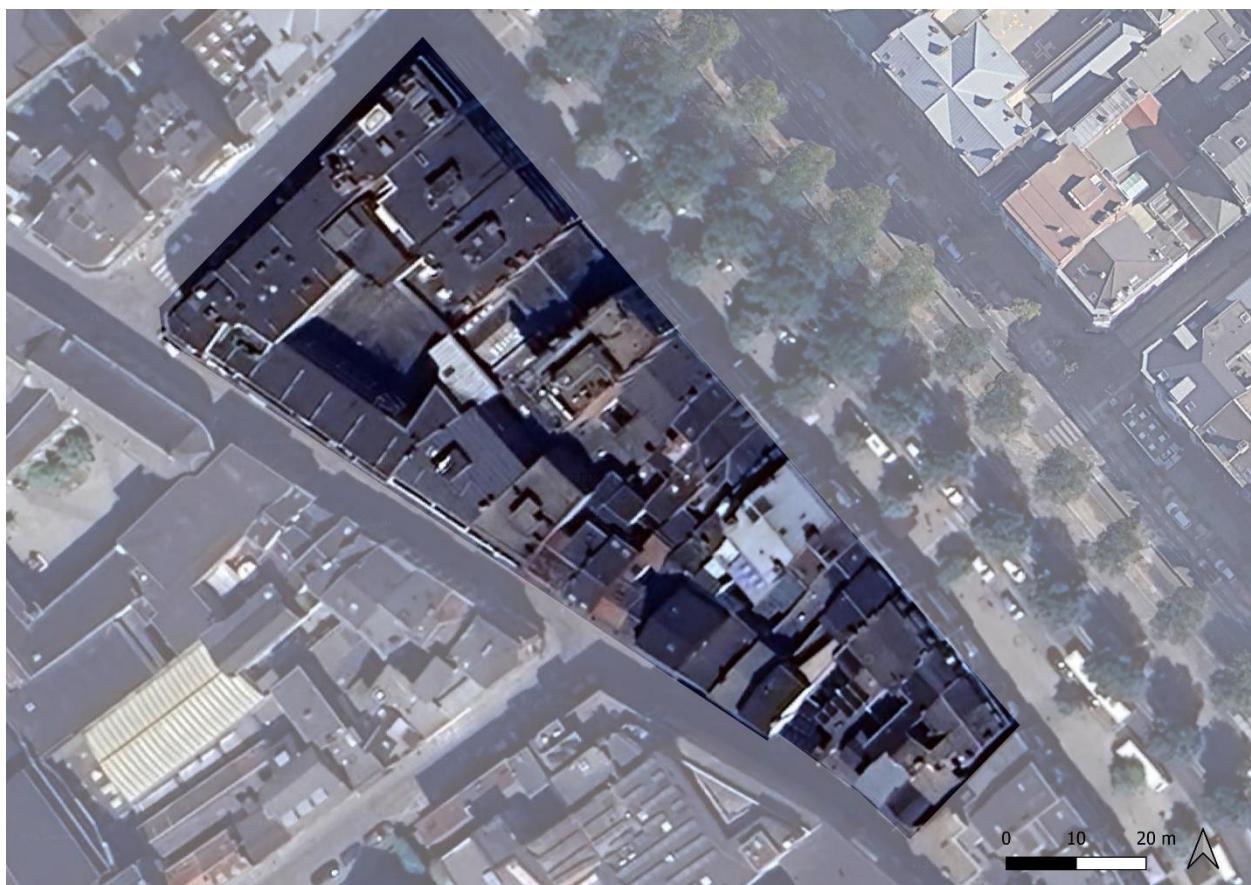
ANNEXE XII : Typologie H : Représentativité à l'échelle de la ville de Liège



ANNEXE XIII : Typologie I : Représentativité à l'échelle de la ville de Liège



ANNEXE XIV : Vue satellite et carte des surfaces incidentes de l'îlot 919



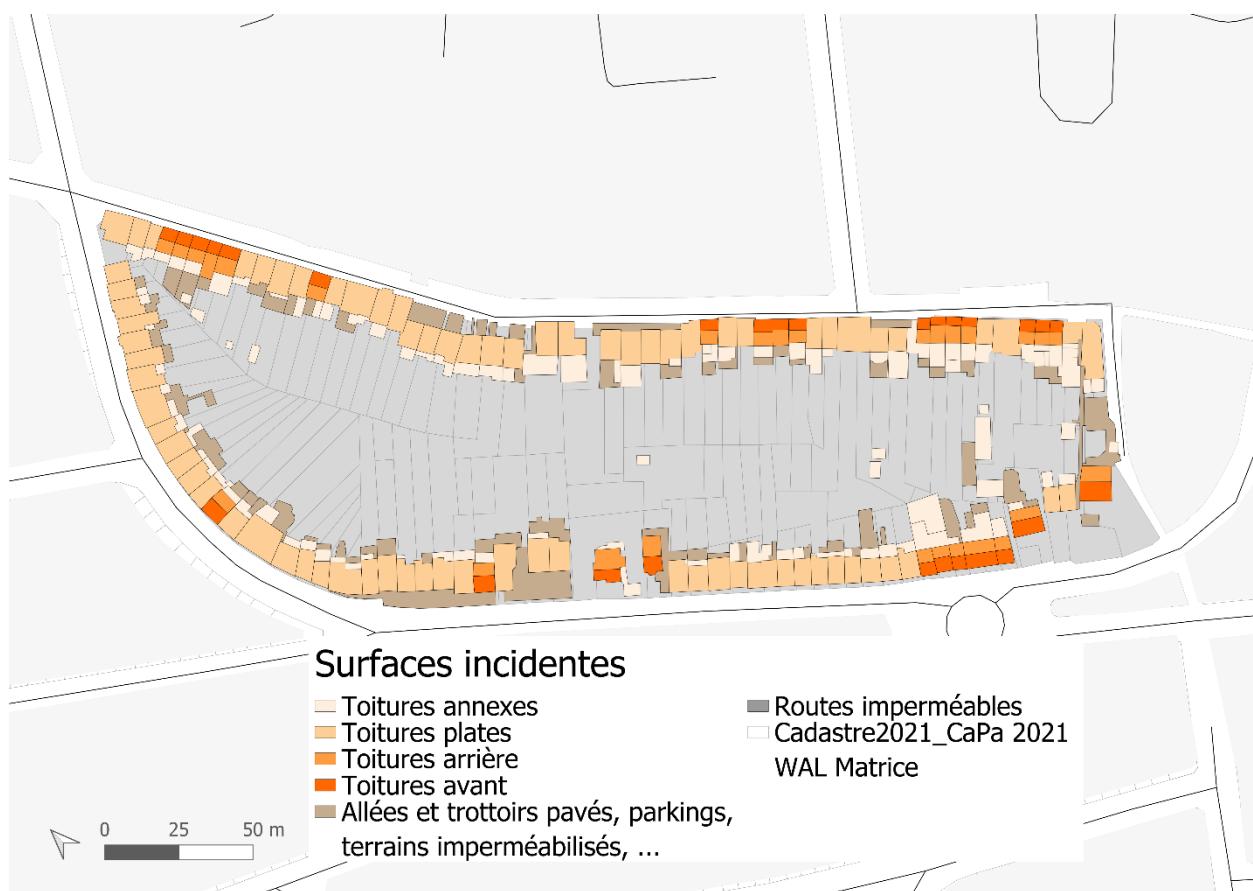
ANNEXE XV : Vue satellite et carte des surfaces incidentes de l'îlot 1206



ANNEXE XVI : Vue satellite et carte des surfaces incidentes de l'îlot 629



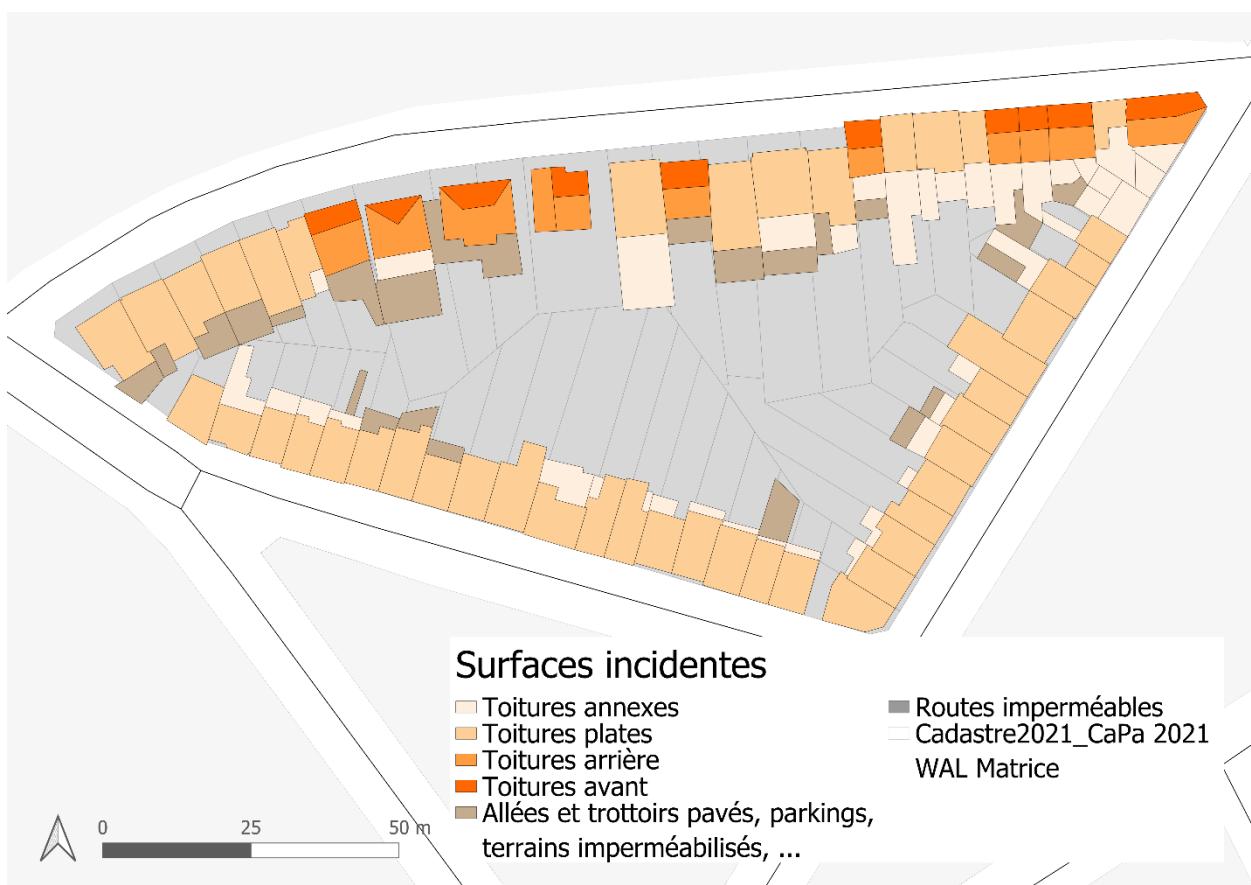
ANNEXE XVII : Vue satellite et carte des surfaces incidentes de l'îlot 511



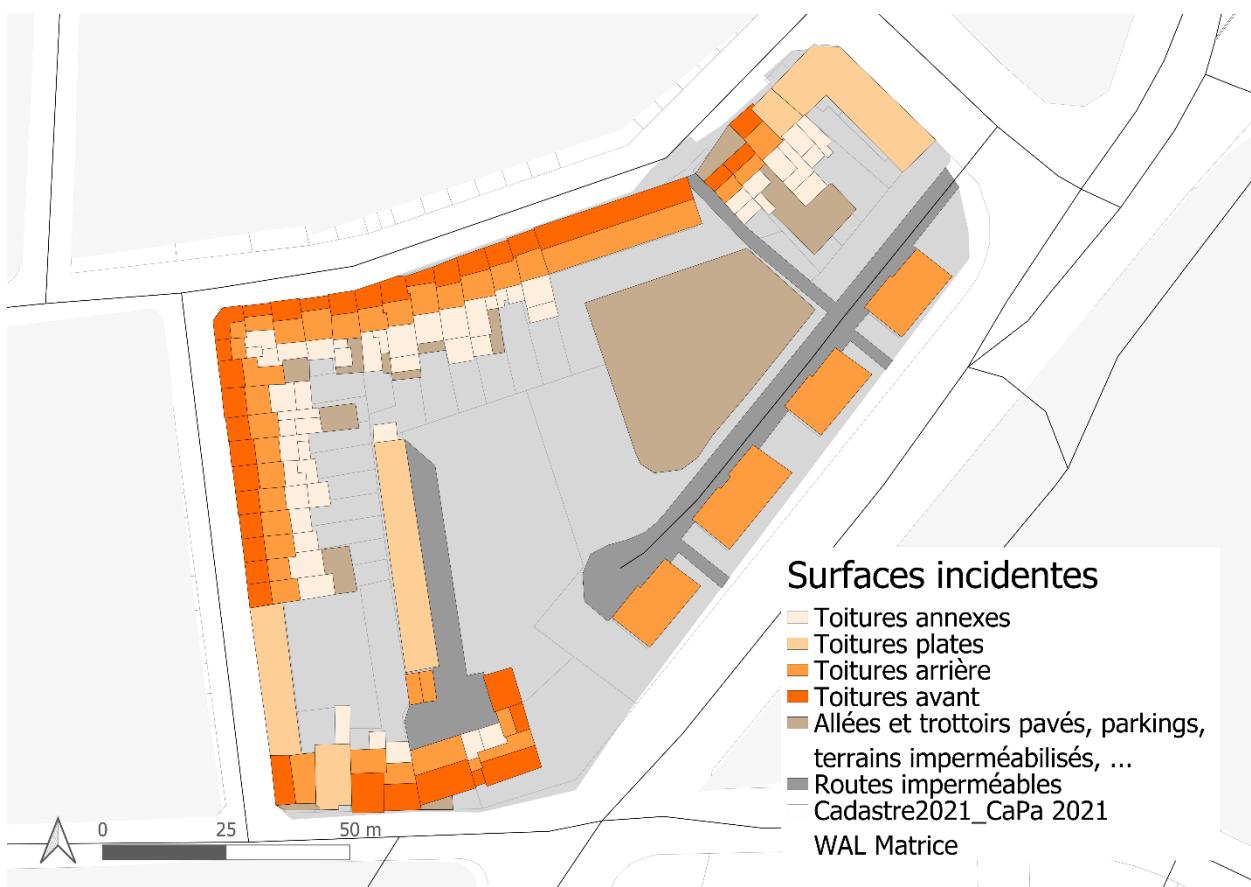
ANNEXE XVIII : Vue satellite et carte des surfaces incidentes de l'îlot 542



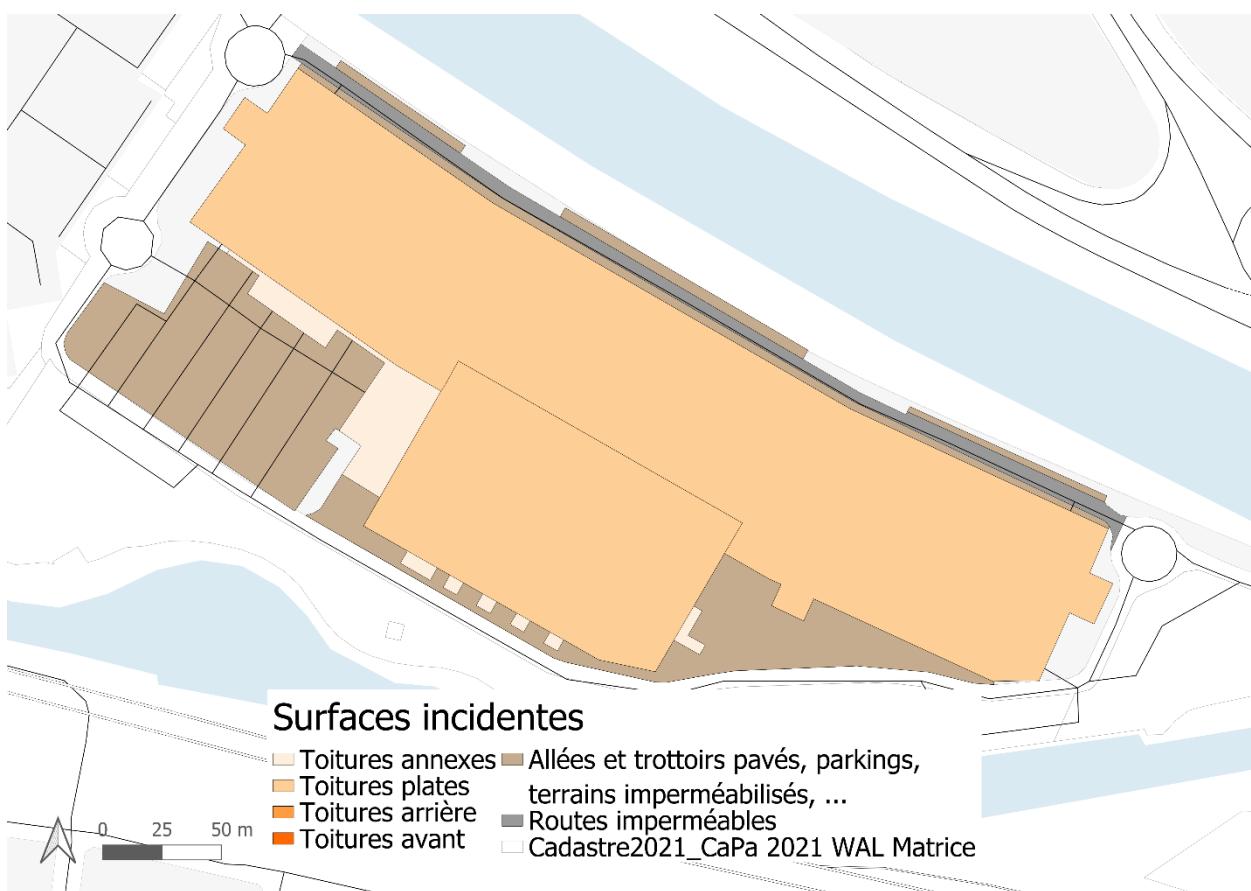
ANNEXE XIX : Vue satellite et carte des surfaces incidentes de l'îlot 585



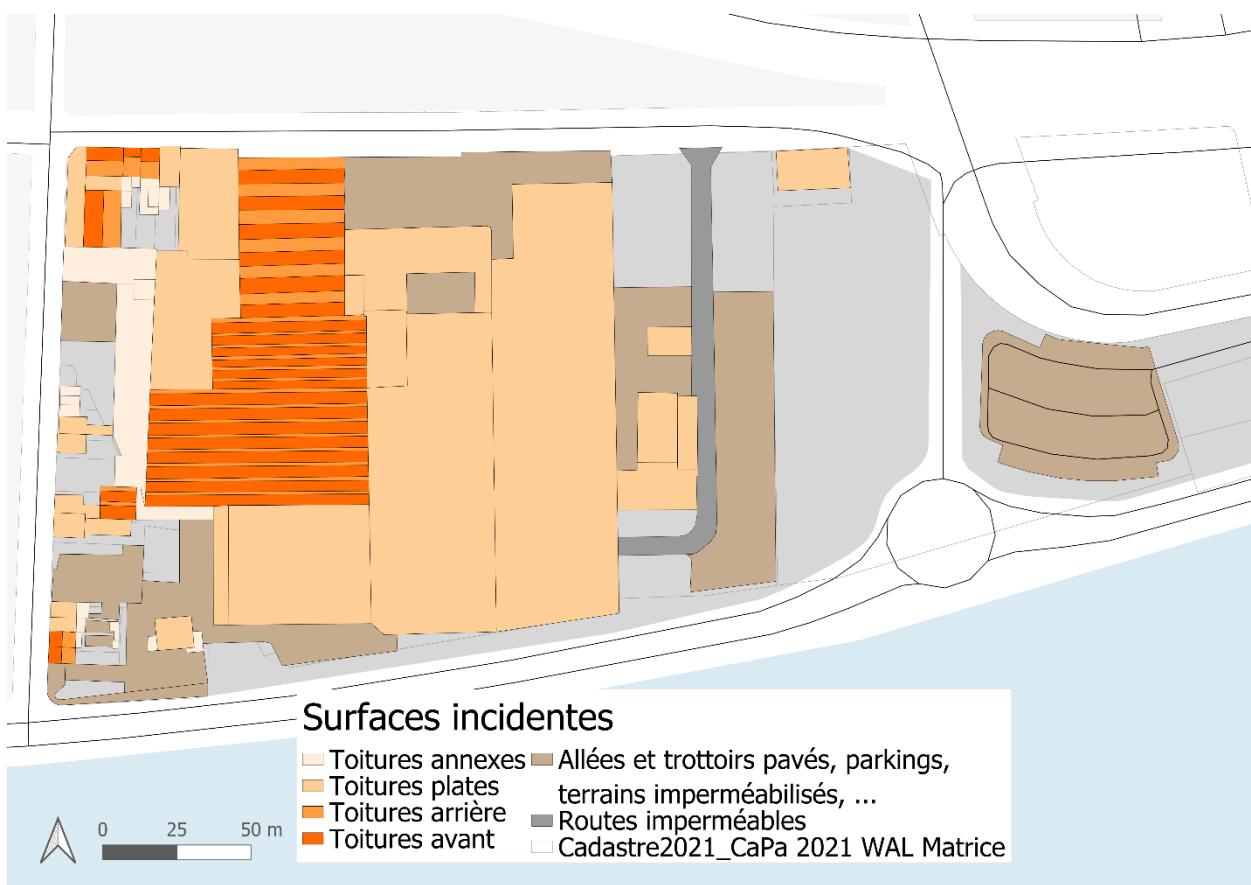
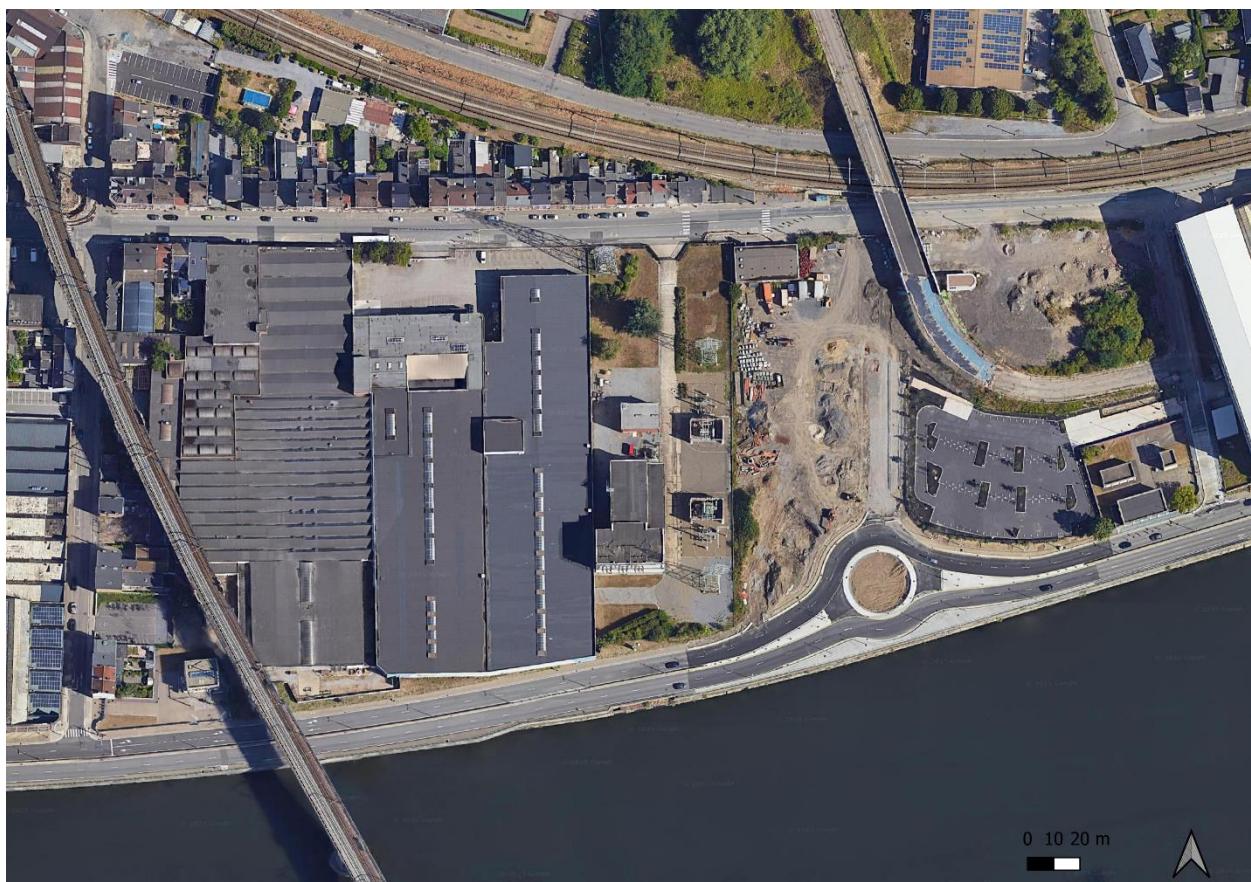
ANNEXE XX : Vue satellite et carte des surfaces incidentes de l'îlot 881



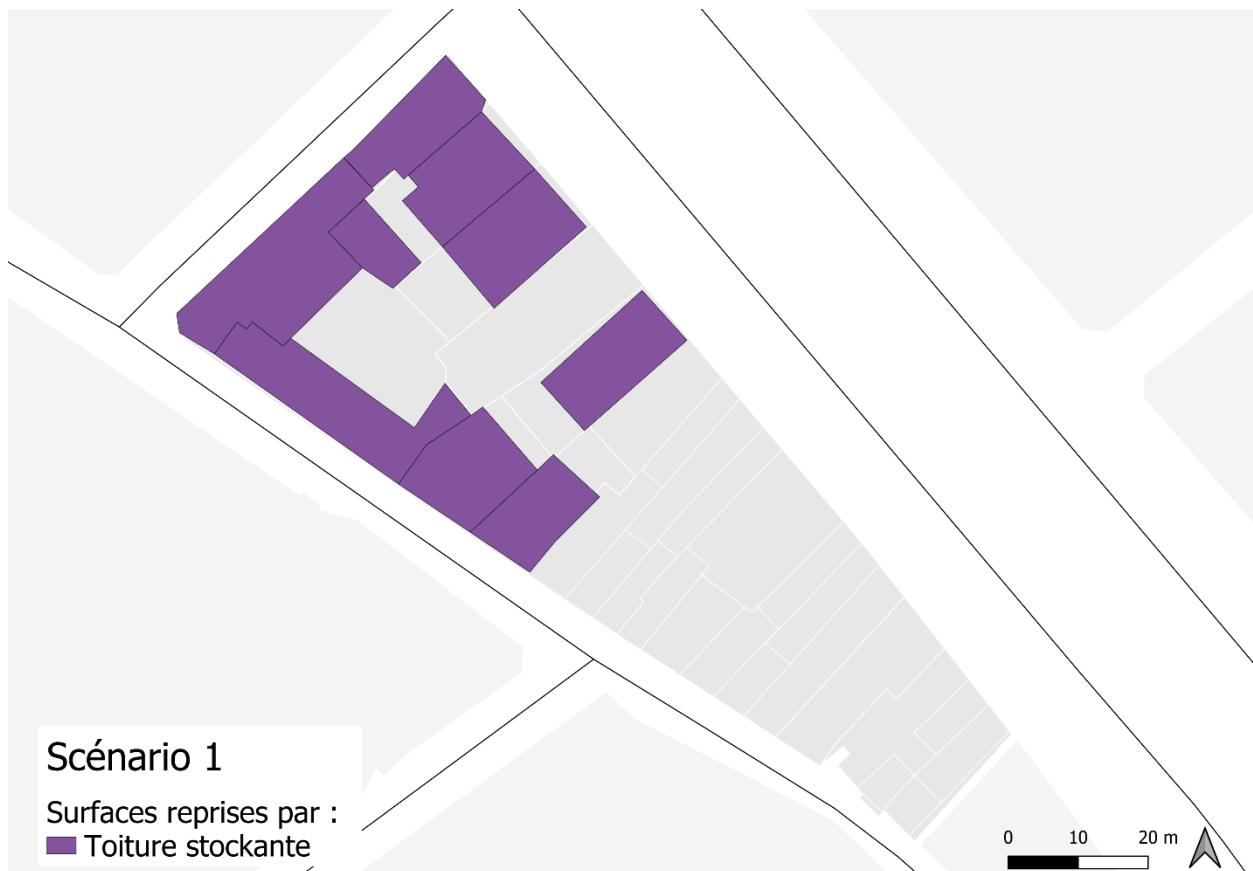
ANNEXE XXI : Vue satellite et carte des surfaces incidentes de l'îlot 219



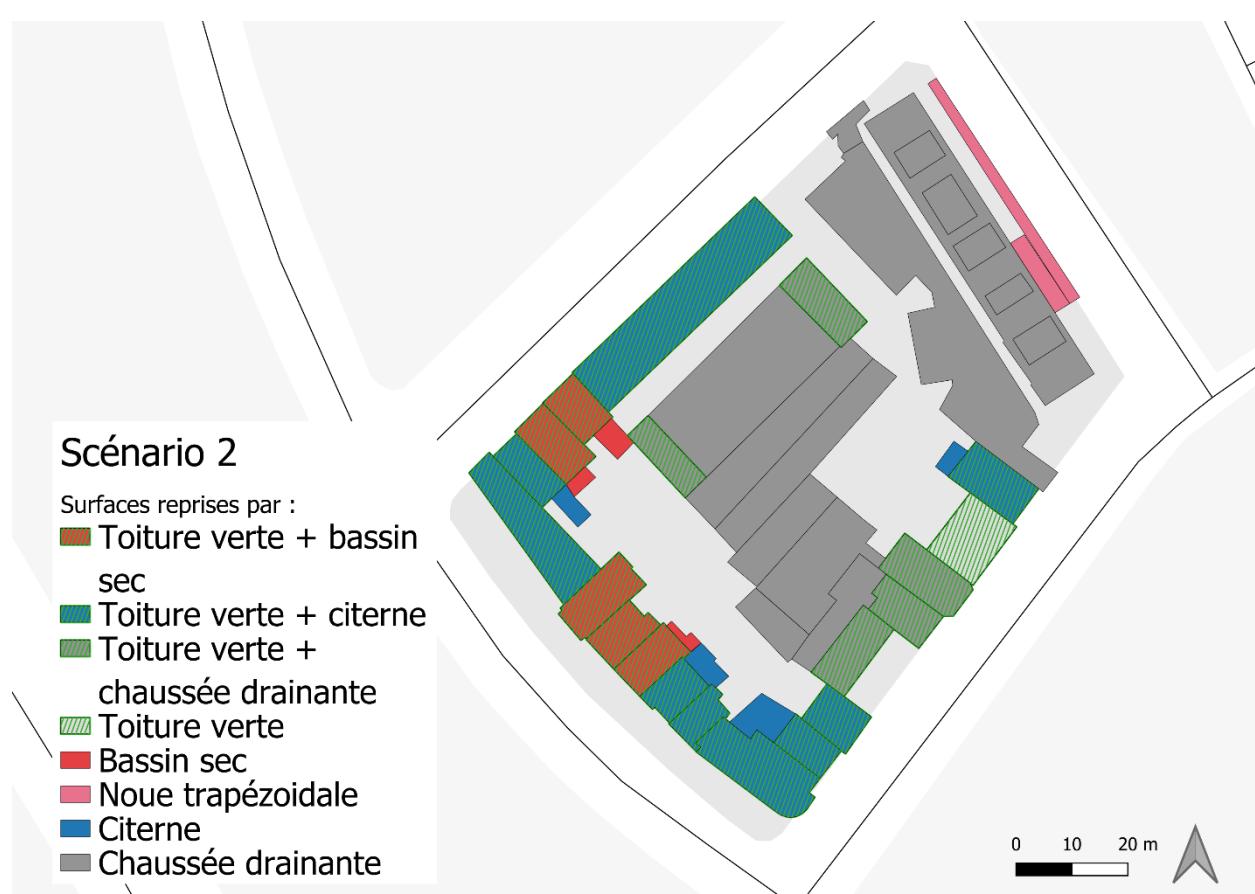
ANNEXE XXII : Vue satellite et carte des surfaces incidentes de l'îlot 113

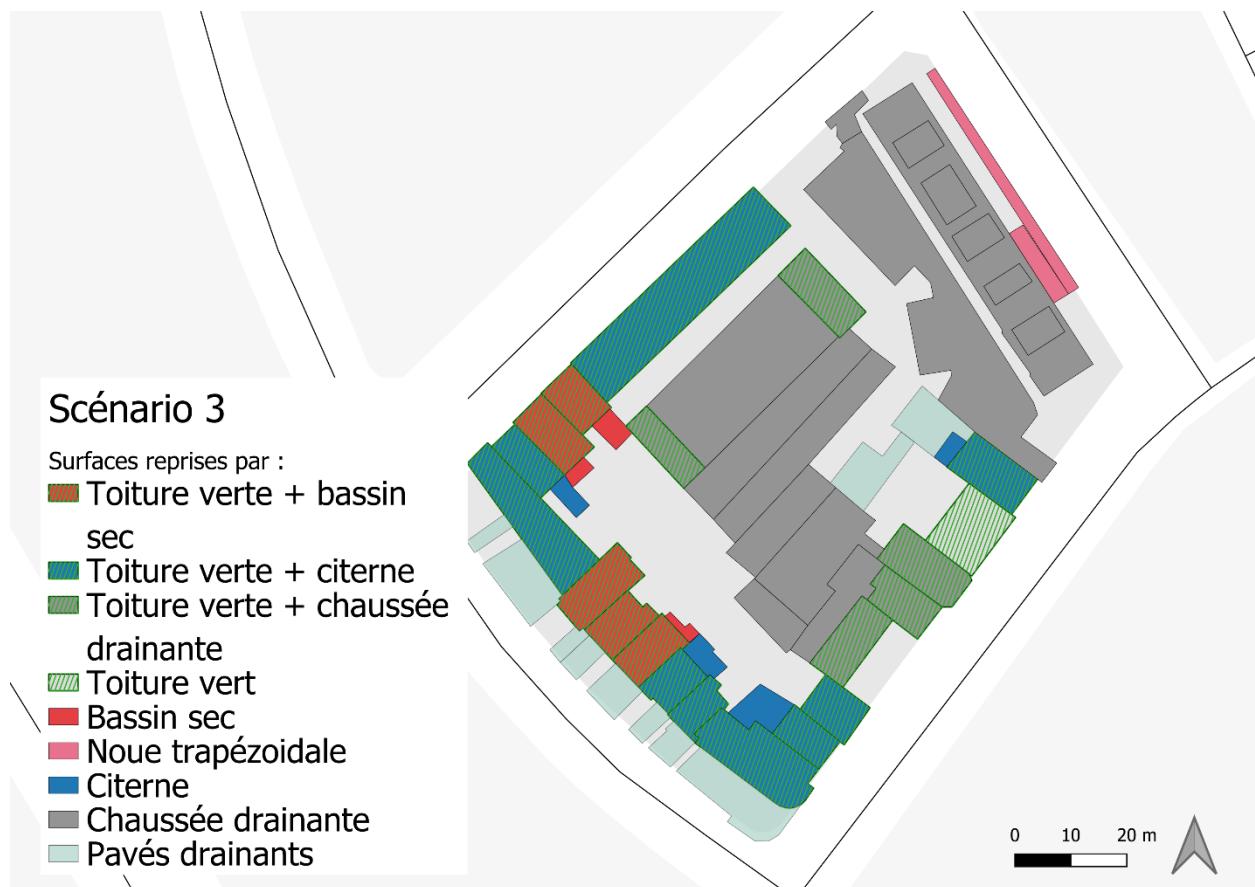


ANNEXE XXIII : Scénarios alternatifs îlot 919

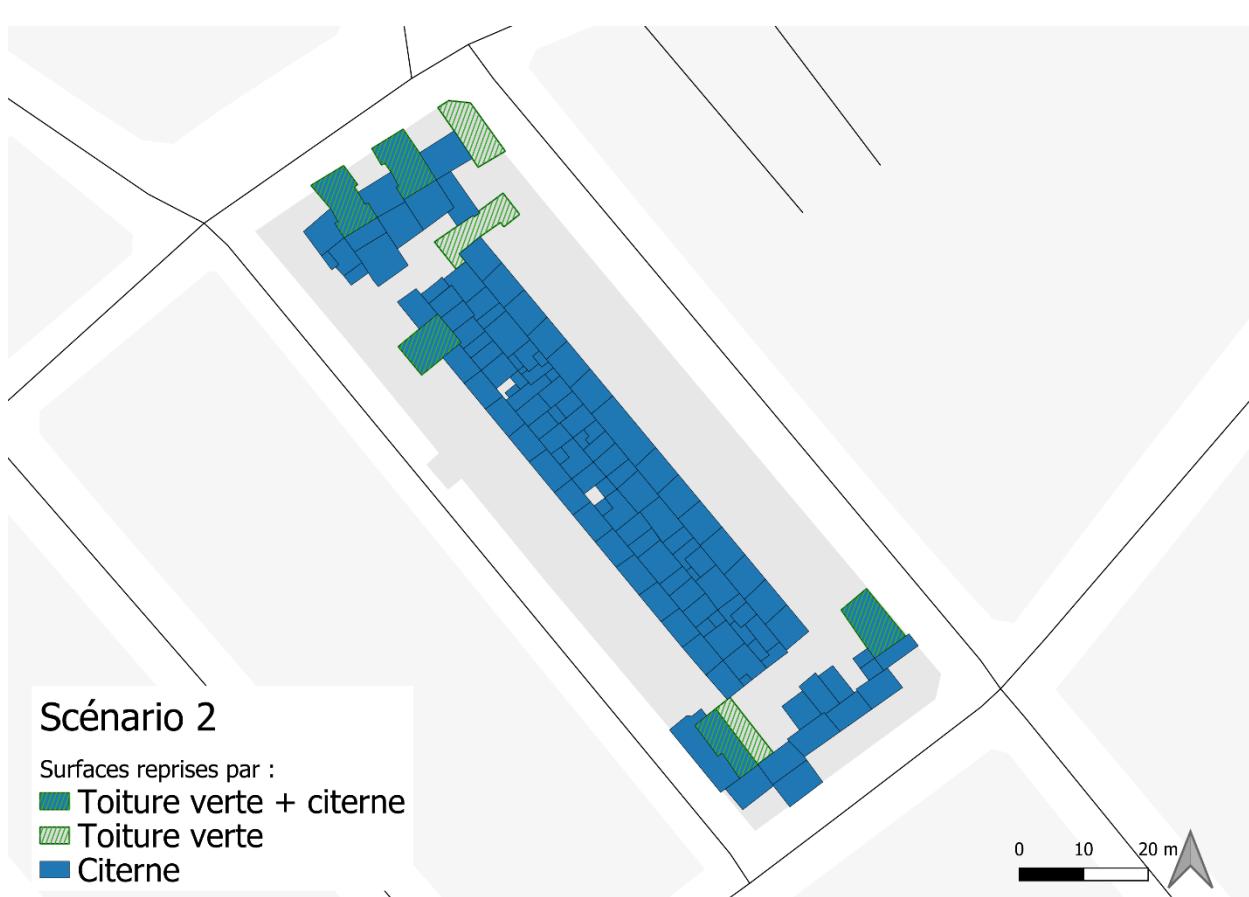


ANNEXE XXIV : Scénarios alternatifs îlot 1206

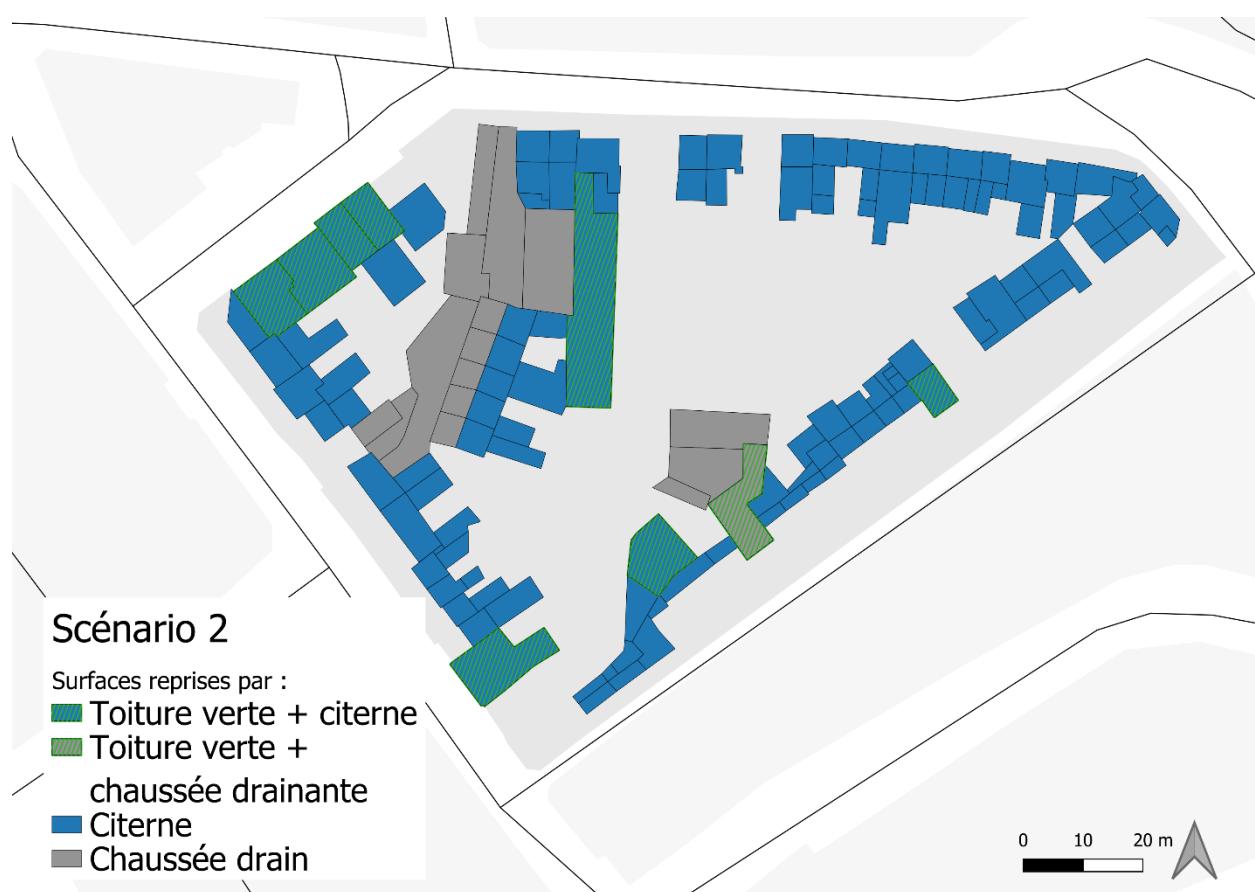


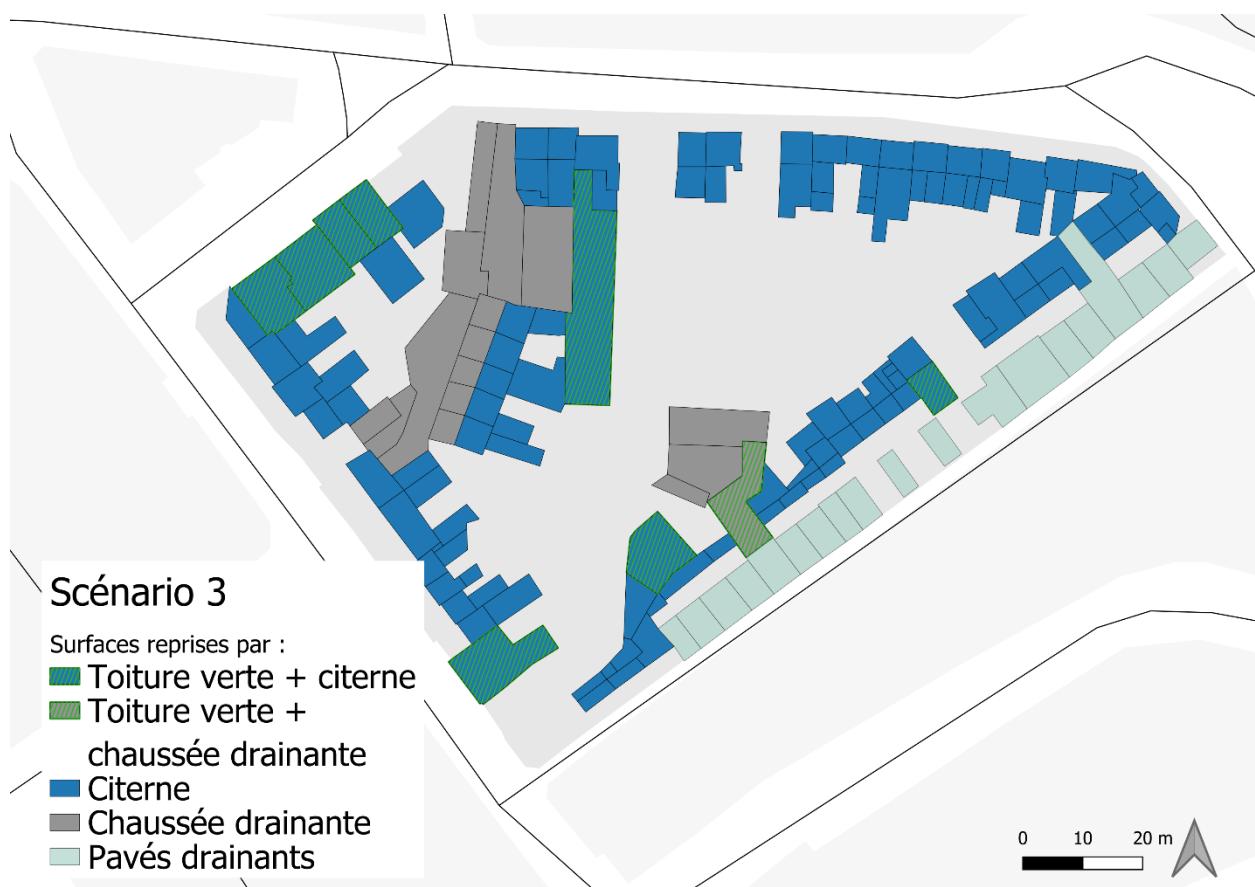


ANNEXE XXV : Scénarios alternatifs îlot 629



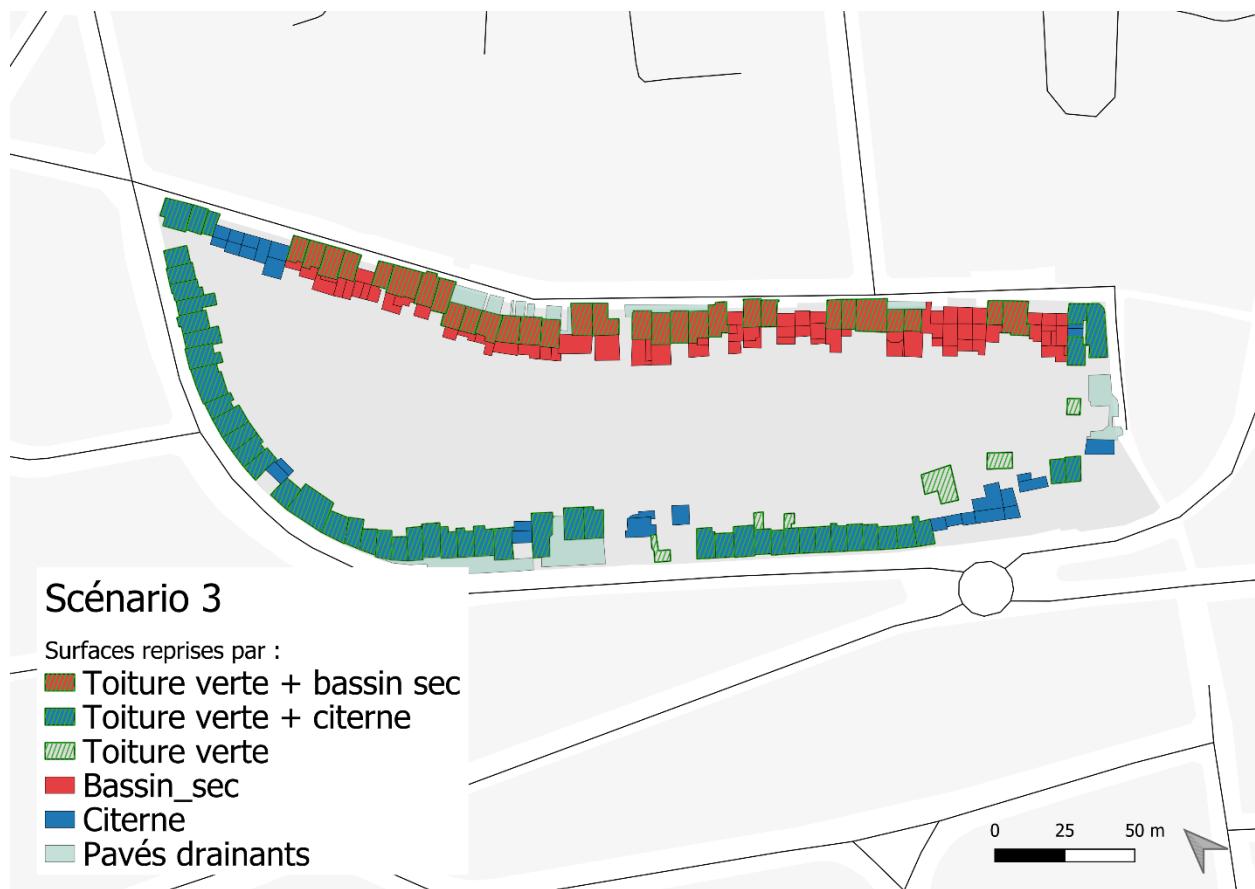
ANNEXE XXVI : Scénarios alternatifs îlot 542



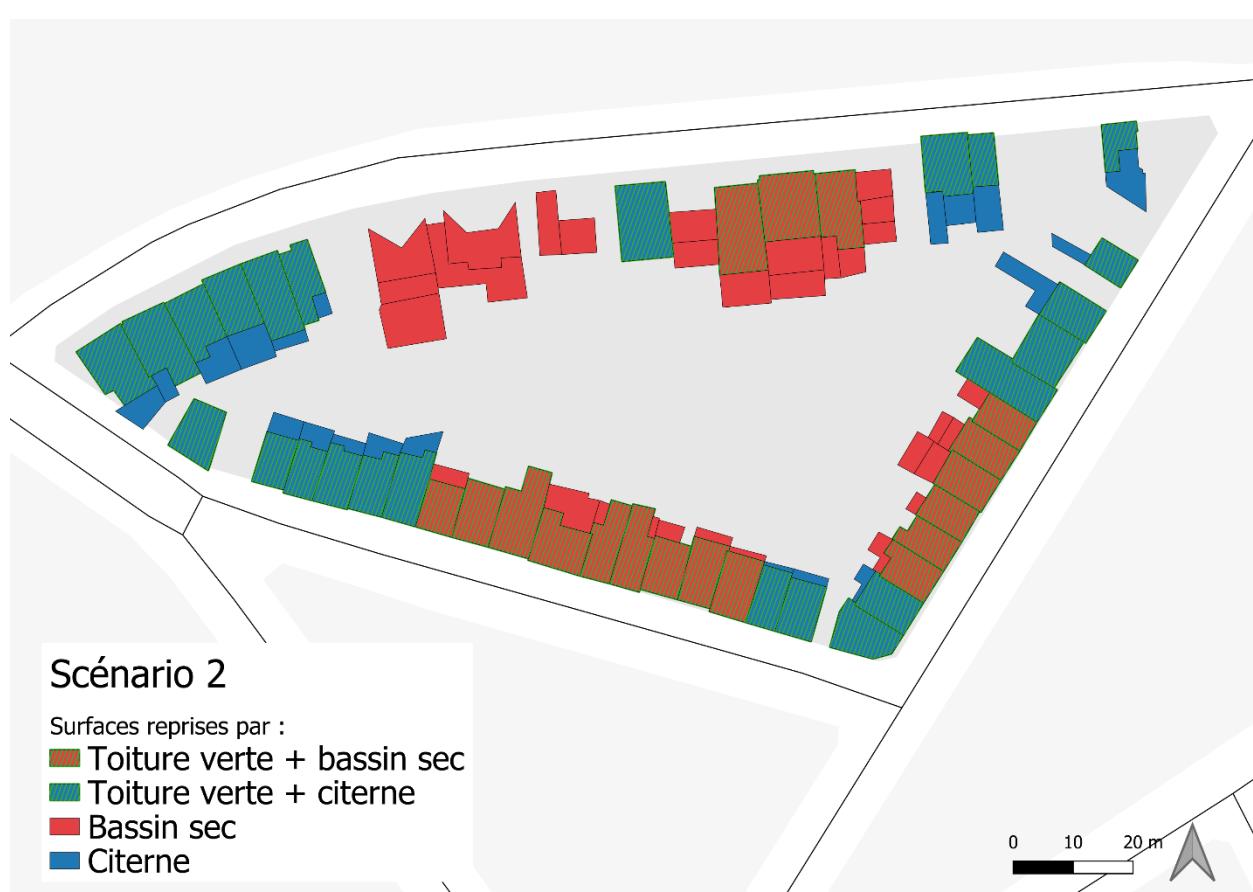
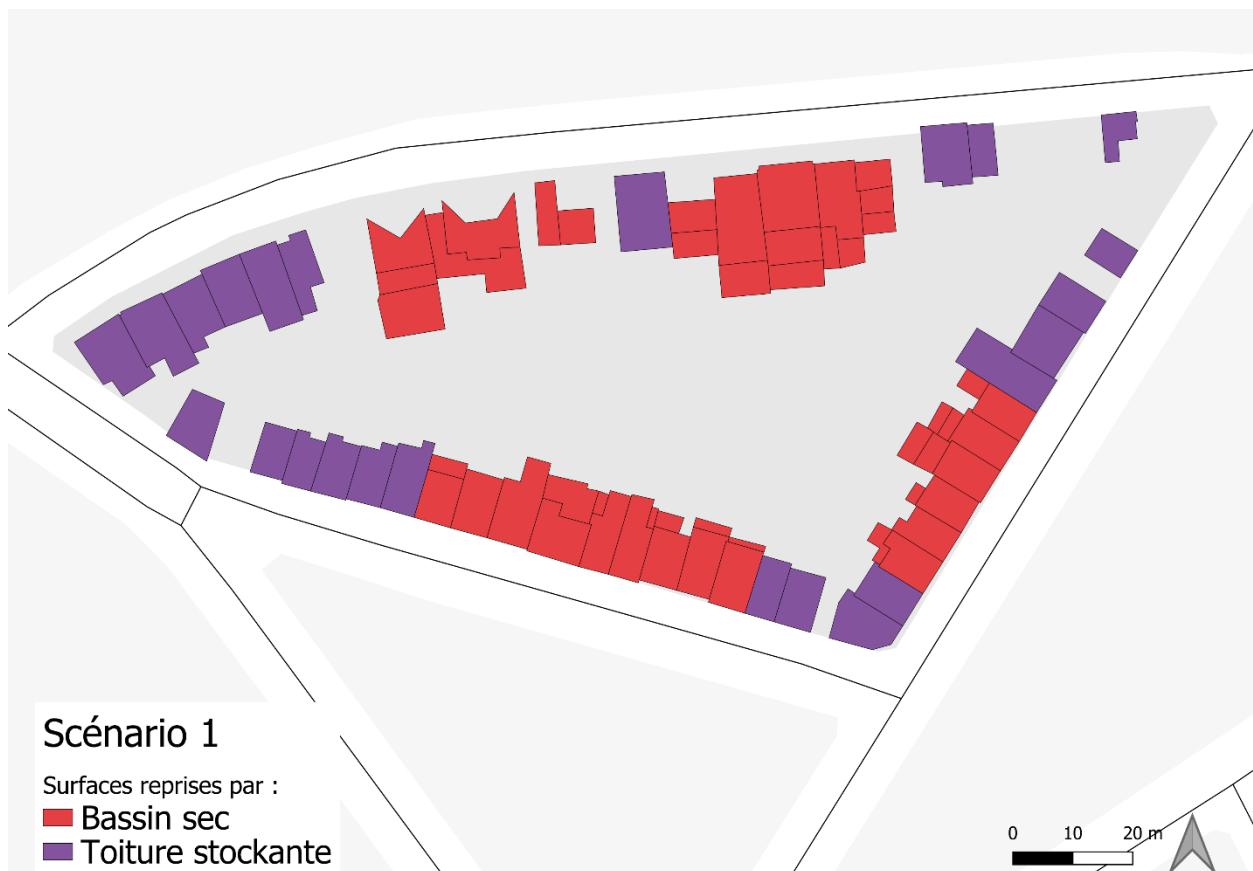


ANNEXE XXVII : Scénarios alternatifs îlot 511



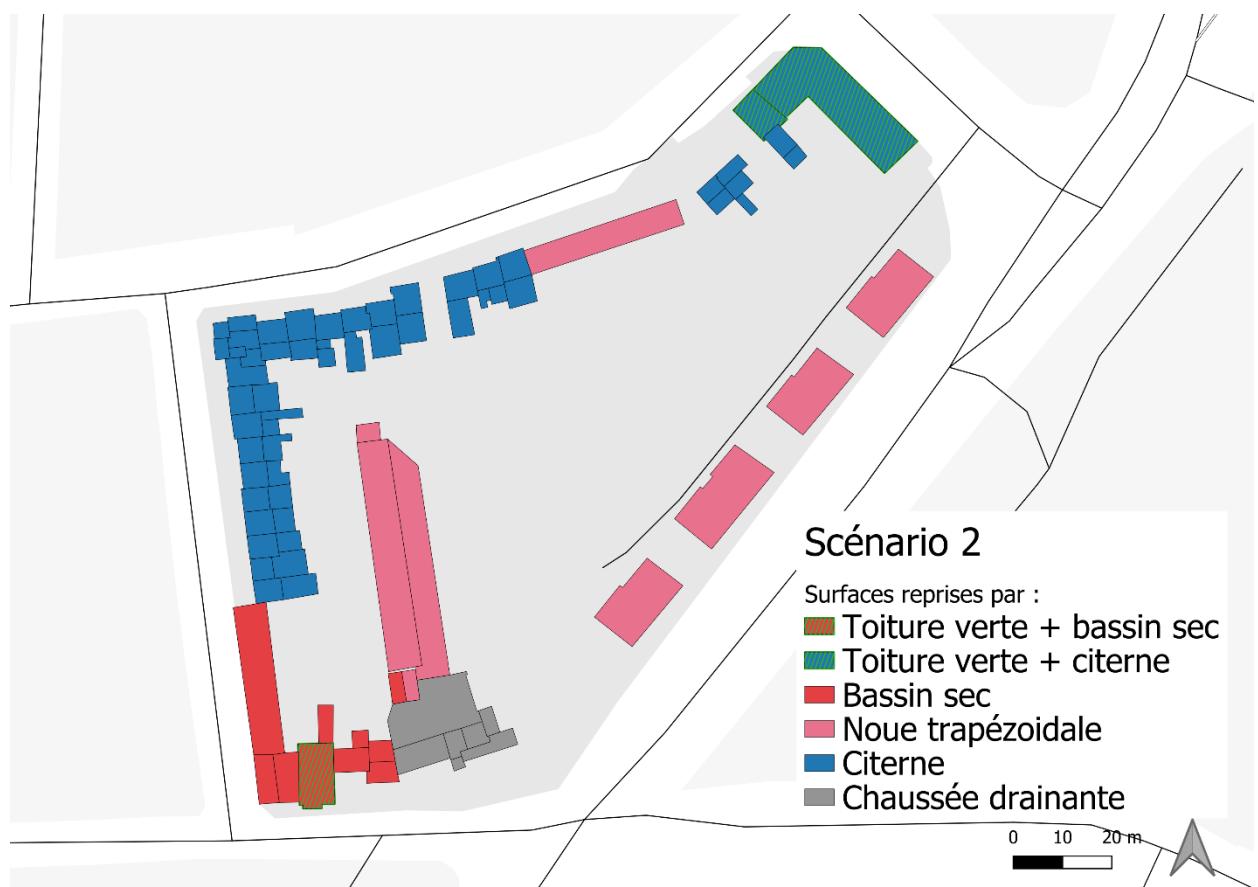
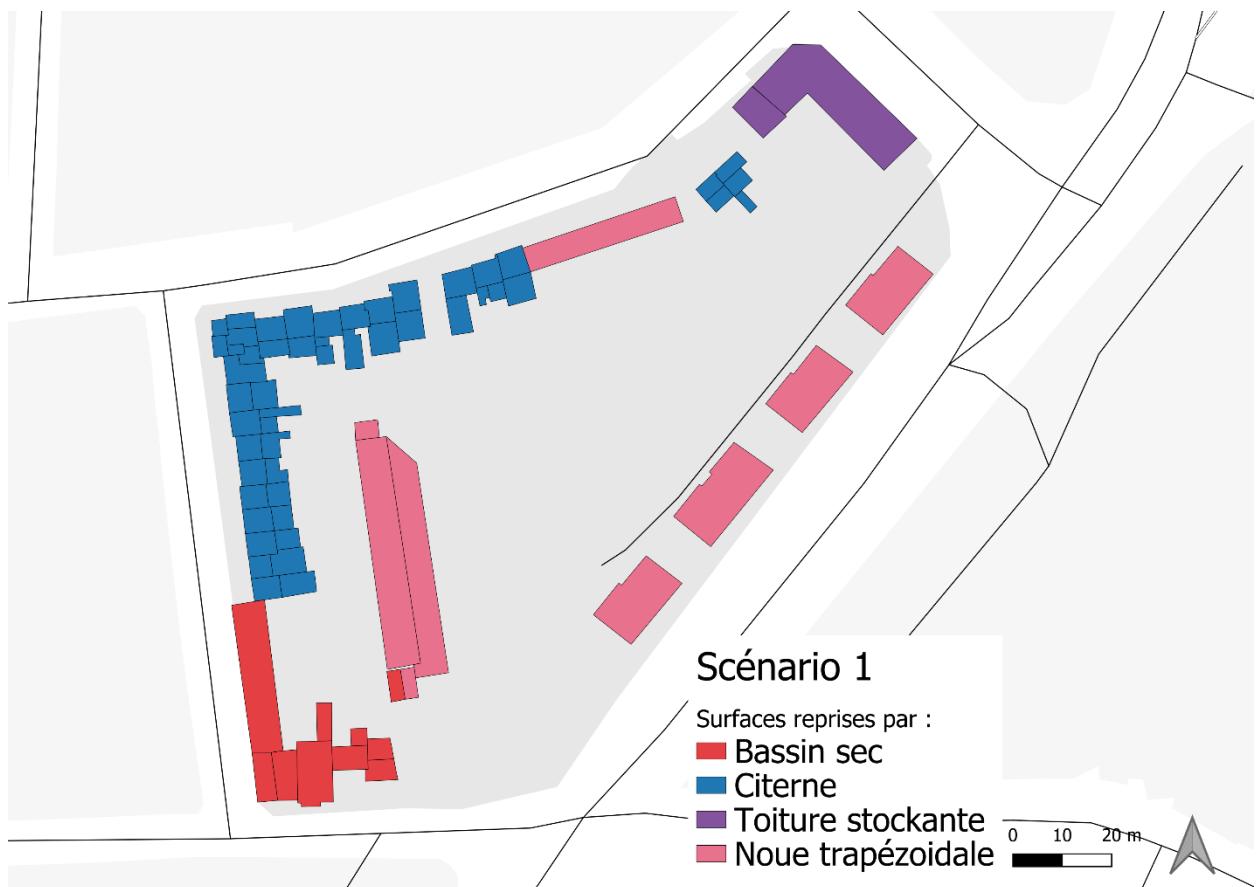


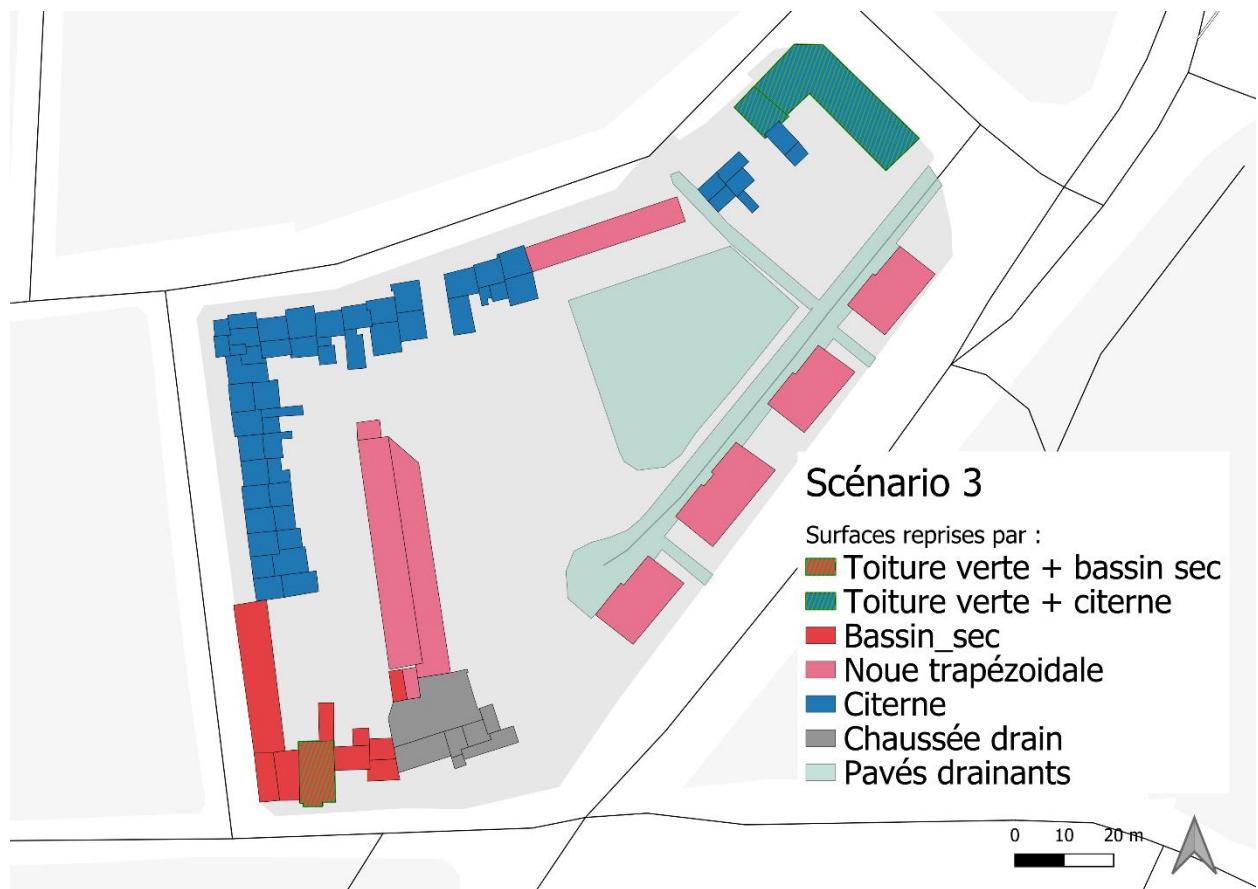
ANNEXE XXVIII : Scénarios alternatifs îlot 585





ANNEXE XXIX : Scénarios alternatifs îlot 881





ANNEXE XXX : Dimensionnements des dispositifs de l'îlot 919

Scénario 1 :

Visualisation	Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration				
	Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol	Résultats : K = faible			
Forêts, bois, ...	0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Intensité de la pluie de référence	19,2	20,3	21,6
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	Durée de la pluie de référence	295min	345min	410min
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	Débit entrant dans le dispositif	0,65	0,69	0,74
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	Débit sortant par infiltration	0	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	Débit de vidange total autorisé	0,170165	0,170165	0,170165
Dénomination		Volume d'eau à maîtriser	8,5	10,8	13,9
919_S1_TS_1		Temps de vidange	13h53	17h38	22h41
Description	340,330	Calcul: Dimension du volume matriable			
Toiture stockante	Surface infiltrante du dispositif	0	Dispositif	Toiture stockante	Toiture stockante
	Débit de fuite admissible	5	Surface de stockage	340,330	340,330
			Hauteur d'eau	0,02497579	0,031733905
				0,040842711	
				< 0,06 ?	OUI
					OUI
					OUI

DU SITE	SCENARIO 1: Surfaces incidentses par type d'occupation du sol				
	Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	Surface (type d'occupation initial)
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0	0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0	0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	0,25	0	0	0
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	0,4	0	0	0
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0	0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	472,1	0,9	424,89	472,1	424,89
Toitures, routes, plans d'eau, ...	435,530	1	4335,53	4355,53	4760,42
	4807,63				
Somme des surfaces contributrices gérées	4760,42				
% par rapport à l'initial	100%				
REP/RIS	SCENARIO 1 : Surfaces incidentes par type d'occupation de sol REP/RIS				
	Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	Surface (type d'occupation initial)
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0	0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0	0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	0,25	0	0	0
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	0,4	0	0	0
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0	0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	0	0,9	0	0	0
Toitures, routes, plans d'eau, ...	1756,330	1	1756,33	1756,330	1756,33
	1756,33				
Somme des surfaces contributrices gérées	1756,33				
% par rapport à l'initial	37%				

Scénario 2 :

Visualisation	Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration				
	Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol	Résultats : K = faible			
Forêts, bois, ...	0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Intensité de la pluie de référence	48,2	51,6	54
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	Durée de la pluie de référence	85min	100min	125min
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	1756,330	Débit entrant dans le dispositif	3,39	3,63	3,79
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	Débit sortant par infiltration	0	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	Débit de vidange total autorisé	0,878	0,878	0,878
Dénomination		Volume d'eau à maîtriser	12,8	16,5	21,8
919_S2_C1T_1		Temps de vidange	4h03	5h13	6h54
Description	0				
Toitures, routes, plans d'eau, ...	0				
Les toiture d'immeubles deviennent surfaces infiltrantes du dispositif	0				
Surface infiltrante du dispositif	0				
Débit de fuite admissible	5				

DU SITE	Remarque				
	On ne prend que l'arrière et la cour car la connexion avec l'avant est plus compliquée.				

DU SITE	SCENARIO 2: Surfaces incidentes par type d'occupation du sol				
	Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	Surface (type d'occupation initial)
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0	0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0	0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	0,25	0	0	0
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	0,4	0	0	0
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0	0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	472,1	0,9	424,89	472,1	424,89
Toitures, routes, plans d'eau, ...	2579,200	1	2579,200	4335,530	4760,42
	4807,63				
Somme des surfaces contributrices gérées	3705,02				
% par rapport à l'initial	76%				
REP/RIS	SCENARIO 2 : Surfaces incidentes par type d'occupation de sol REP/RIS				
	Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	Surface (type d'occupation initial)
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0	0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0	0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	0,25	0	0	0
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	0,4	0	0	0
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0	0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	0	0,9	0	0	0
Toitures, routes, plans d'eau, ...	1756,33	1	1756,33	1756,330	1756,33
	1756,33				
Somme des surfaces contributrices gérées	705,54				
% par rapport à l'initial	19%				

ANNEXE XXXI : Dimensionnements des dispositifs de l'îlot 1206 Scénario 1 :

Visualisation	Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration			
	Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$			
Forêts, bois, ...	0	Période de retour	5 ans	10 ans
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	19,2	20,3
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...	0	Durée de la pluie de référence	295min	345min
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,98	1,03
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	Débit sortant par infiltration [l/s]	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	Débit de vidange total autorisé [l/s]	0,2545	0,2545
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	0	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	12,8	16,1
Dénomination	1206_S1_CIT_1	Temps de vidange	13h58	17h34
Description	Tuiles, routes, plans d'eau, ...	Calcul: Dimension du Volume maitrisable [m ³]	509,000	
Citerne enterrée sous le parking	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	0		
Remarque	Débit de fuite admissible [l/s/ha]	0		
Citerne enterrée c'est 20m ³ max		Dispositif	Citerne	
	Largeur [m]	0,72		
	Profondeur [m]	1,235		
	Hauteur [m]	1,25		
	Quantité	1		
	Volume maitrisable [m ³]	20		

Visualisation	Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration			
	Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$			
Forêts, bois, ...	0	Période de retour	5 ans	10 ans
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	19,2	20,3
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...	0	Durée de la pluie de référence	295min	345min
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,84	0,88
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	Débit sortant par infiltration [l/s]	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	Débit de vidange total autorisé [l/s]	0,218	0,218
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	0	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	10,9	13,8
Dénomination	1206_S1_TS_1	Temps de vidange	13h53	17h35
Description	Tuiles, routes, plans d'eau, ...	Calcul: Dimension du Volume maitrisable [m ³]	436	
Toiture stockante	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	0		
Débit de fuite admissible [l/s/ha]	Dispositif	Toiture stockante	Toiture stockante	
Remarque	Surface de stockage	436	436	436
	Hauteur [m] d'eau	0,025	0,032	0,041
	< 0,06 ?	OUI	OUI	OUI

Visualisation	Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration			
	Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$			
Forêts, bois, ...	0	Période de retour	5 ans	10 ans
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	17,7	18,5
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...	0	Durée de la pluie de référence	330min	390min
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,24	0,25
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	Débit sortant par infiltration [l/s]	0,06	0,06
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	Débit de vidange total autorisé [l/s]	0	0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	0	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	3,6	4,5
Dénomination	1206_S1_NI_1	Temps de vidange	16h00	20h00
Description	Tuiles, routes, plans d'eau, ...	Calcul: Dimension du Volume maitrisable [m ³]	137,000	
Noue dans par-terre	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	25	Dispositif	Noue trapézoïdale
Remarque	Débit de fuite admissible [l/s/ha]	0	Longueur	25
			Largeur [m]	1
			Pente	45
			Profondeur [m]/Hauteur [m]	0,4
			Largeur [m] du fond	0,2
			Diamètre	
			Surface d'infiltration	25
			Volume maitrisable [m ³]	6

Visualisation	Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration			
	Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$			
Forêts, bois, ...	0	Période de retour	5 ans	10 ans
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	19,2	20,3
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...	0	Durée de la pluie de référence	295min	345min
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	Débit entrant dans le dispositif [l/s]	1,2	1,27
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	Débit sortant par infiltration [l/s]	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	Débit de vidange total autorisé [l/s]	0,3125	0,3125
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	0	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	15,7	19,8
Dénomination	1206_S1_CIT_2	Temps de vidange	13h57	17h38
Description	Tuiles, routes, plans d'eau, ...	Calcul: Dimension du Volume maitrisable [m ³]	509,000	
Citerne enterrée sous le parking	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	0	Dispositif	Citerne
Remarque	Débit de fuite admissible [l/s/ha]	0	Largeur [m]	
On reprend pour PDR 10ans			Profondeur [m]	
			Hauteur [m]	
			Quantité	
			Volume maitrisable [m ³]	

DU SITE	SCENARIO 1: Surfaces incidentes par type d'occupation du sol			
	Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...	0	0,25	0	0
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	0,4	0	0
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	1010,95	909,855	1010,95	909,855
Tuiles, routes, plans d'eau, ...	6160,745	6160,745	6160,745	6160,745
	7171,695		7171,695	
SURFACE	SCENARIO 1: Surfaces incidentes par type d'occupation du sol	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.
DU SITE	SCENARIO 1: Surfaces incidentes par type d'occupation du sol			
	Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...	0	0,25	0	0
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	0,4	0	0
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	0	0,9	0	0
Tuiles, routes, plans d'eau, ...	3885,790	3885,790	3885,790	3885,790
	3885,79		3885,79	
SURFACE	SCENARIO 1: Surfaces incidentes par type d'occupation du sol	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.
DU SITE	SCENARIO 1: Surfaces incidentes par type d'occupation du sol			
	Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...	0	0,25	0	0
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	0,4	0	0
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	0	0,9	0	0
Tuiles, routes, plans d'eau, ...	2751,910	2751,910	2751,910	2751,91
	2751,91		2751,91	
SURFACE	SCENARIO 1: Surfaces incidentes par type d'occupation du sol	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.
DU SITE	SCENARIO 1: Surfaces incidentes par type d'occupation du sol			
	Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...	0	0,25	0	0
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	0,4	0	0
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	0	0,9	0	0
Tuiles, routes, plans d'eau, ...	2751,910	2751,910	2751,910	2751,91
	2751,91		2751,91	
SURFACE	SCENARIO 1: Surfaces incidentes par type d'occupation du sol	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.
DU SITE	SCENARIO 1: Surfaces incidentes par type d'occupation du sol			
	Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...	0	0,25	0	0
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	0,4	0	0
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	0	0,9	0	0
Tuiles, routes, plans d'eau, ...	2751,910	2751,910	2751,910	2751,91
	2751,91		2751,91	
SURFACE	SCENARIO 1: Surfaces incidentes par type d'occupation du sol	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.
DU SITE	SCENARIO 1: Surfaces incidentes par type d'occupation du sol			
	Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...	0	0,25	0	0
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	0,4	0	0
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	0	0,9	0	0
Tuiles, routes, plans d'eau, ...	2751,910	2751,910	2751,910	2751,91
	2751,91		2751,91	
SURFACE	SCENARIO 1: Surfaces incidentes par type d'occupation du sol	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.
DU SITE	SCENARIO 1: Surfaces incidentes par type d'occupation du sol			
	Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...	0	0,25	0	0
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	0,4	0	0
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	0	0,9	0	0
Tuiles, routes, plans d'eau, ...	2751,910	2751,910	2751,910	2751,91
	2751,91		2751,91	
SURFACE	SCENARIO 1: Surfaces incidentes par type d'occupation du sol	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.
DU SITE	SCENARIO 1: Surfaces incidentes par type d'occupation du sol			
	Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...	0	0,25	0	0
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	0,4	0	0
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	0	0,9	0	0
Tuiles, routes, plans d'eau, ...	2751,910	2751,910	2751,910	2751,91
	2751,91		2751,91	
SURFACE	SCENARIO 1: Surfaces incidentes par type d'occupation du sol	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.
DU SITE				

Annexes

Visualisation	Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration			
	Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$ (s)			
Forêts, bois, ...	0 Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0 Intensité de la pluie de référence (l/s/ha)	17,7	18,7	19,8
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles en pierrement, ...	0 Durée de la pluie de référence	330min	385min	460min
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	182 Débit entrant dans le dispositif (l/s)	1,93	2,04	2,16
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0 Débit sortant par infiltration (l/s)	0,5	0,5	0,5
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0 Débit de vidange total autorisé (l/s)	0	0	0
Dénomination	0 Débit de vidange total autorisé (l/s)	0	0	0
1206_S2_CD_1	0 Volume d'eau à maîtriser (m ³)	28,3	35,6	45,9
	0 Temps de vidange	15h43	19h47	25h30
Description	0 Toitures, routes, plans d'eau, ...	1020,000		
Calcul: Dimension du Volume maitrisable (m ³)				
Chaussée drainante retenant la route et les toitures voisinentes	Surface infiltrante du dispositif (m ²)	200 Dispositif	Chaussée réservoir	Chaussée réservoir
	0 Débit de fuite admissible (l/s/ha)	0 Surface de stockage	200,000	200,000
Remarque	0 Hauteur (m) d'eau	0,1415	0,178	0,2295
La Profondeur [m] est multipliée par 2 au vu du système choisi + angle étendu +	0 Profondeur du dispositif	0,283	0,356	0,46
0,5 cm > ?	OUI	OUI	OUI	
Visualisation	Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration			
	Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$ (s)			
Forêts, bois, ...	0 Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0 Intensité de la pluie de référence (l/s/ha)	28,2	29,5	31,7
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles en pierrement, ...	0 Durée de la pluie de référence	175min	210min	250min
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0 Débit entrant dans le dispositif (l/s)	3,87	4,04	4,34
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0 Débit sortant par infiltration (l/s)	1	1	1
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0 Débit de vidange total autorisé (l/s)	0	0	0
Dénomination	0 Débit de vidange total autorisé (l/s)	0	0	0
1206_S2_CD_2	0 Volume d'eau à maîtriser (m ³)	30,1	38,4	50,1
	0 Temps de vidange	8h22	10h40	13h55
Description	0 Toitures, routes, plans d'eau, ...	1342,000		
Calcul: Dimension du Volume maitrisable (m ³)				
Chaussée drainante retenant la route et les toitures voisinentes	Surface infiltrante du dispositif (m ²)	400 Dispositif	Chaussée réservoir	Chaussée réservoir
	0 Débit de fuite admissible (l/s/ha)	0 Surface de stockage	400,000	400,000
Remarque	0 Hauteur (m) d'eau	0,075	0,096	0,125
Système choisi = SAUL + infiltration => espace disponible = 90%	0 Profondeur du dispositif	0,08	0,11	0,14
0,22 cm > ?	OUI	OUI	OUI	
Visualisation	Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration			
	Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$ (s)			
Forêts, bois, ...	0 Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0 Intensité de la pluie de référence (l/s/ha)	21,4	22,5	23,9
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles en pierrement, ...	0 Durée de la pluie de référence	255min	300min	360min
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	317 Débit entrant dans le dispositif (l/s)	1,45	1,53	1,63
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0 Débit sortant par infiltration (l/s)	0,38	0,38	0,38
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0 Débit de vidange total autorisé (l/s)	0	0	0
Dénomination	0 Débit de vidange total autorisé (l/s)	0	0	0
1206_S2_CD_3	0 Volume d'eau à maîtriser (m ³)	16,5	20,8	27
	0 Temps de vidange	12h13	15h24	20h00
Description	0 Toitures, routes, plans d'eau, ...	332,500		
Calcul: Dimension du Volume maitrisable (m ³)				
Chaussée drainante retenant la route et les toitures voisinentes	Surface infiltrante du dispositif (m ²)	150 Dispositif	Chaussée réservoir	Chaussée réservoir
	0 Débit de fuite admissible (l/s/ha)	0 Surface de stockage	150,000	150,000
Remarque	0 Hauteur (m) d'eau	0,11	0,138656667	0,18
Système choisi = SAUL + infiltration => espace disponible = 90%	0 Profondeur du dispositif	0,12	0,15	0,20
0,22 cm > ?	OUI	OUI	OUI	
Visualisation	Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration			
	Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$ (s)			
Forêts, bois, ...	0 Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0 Intensité de la pluie de référence (l/s/ha)	21,4	22,5	24,2
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles en pierrement, ...	0 Durée de la pluie de référence	255min	300min	355min
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	112 Débit entrant dans le dispositif (l/s)	0,1	0,1	0,11
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0 Débit sortant par infiltration (l/s)	0,03	0,03	0,03
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0 Débit de vidange total autorisé (l/s)	0	0	0
Dénomination	0 Débit de vidange total autorisé (l/s)	0	0	0
1206_S2_BS_1	0 Volume d'eau à maîtriser (m ³)	1,1	1,4	1,8
	0 Temps de vidange	12h13	15h33	20h00
Description	0 Toitures, routes, plans d'eau, ...	0,000		
Calcul: Dimension du Volume maitrisable (m ³)				
Bassin sec représentant toiture verte	Surface infiltrante du dispositif (m ²)	10 Dispositif		Nouveau trapezoïde
	0 Débit de fuite admissible (l/s/ha)	0 Longueur		5
Remarque	0 Largeur [m]	2		
	0 Pente	30		
	0 Profondeur [m]/Hauteur [m]	0,3		
	0 Largeur [m] du fond	0,96		
	0 Diamètre			
	0 Surface d'infiltration	10		
	0 Volume maitrisable (m ³)	2,22		

Scénario 2 :

Visualisation	Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration			
	Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$ (s)			
Forêts, bois, ...	0 Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0 Intensité de la pluie de référence (l/s/ha)	33,3	35,4	37,6
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles en pierrement, ...	0 Durée de la pluie de référence	140min	165min	200min
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	71 Débit entrant dans le dispositif (l/s)	0,19	0,21	0,22
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0 Débit sortant par infiltration (l/s)	0	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0 Débit de vidange total autorisé (l/s)	0,505	0,505	0,505
Dénomination	0 Débit de vidange total autorisé (l/s)	0,505	0,505	0,505
1206_S2_CIT_1	0 Volume d'eau à maîtriser (m ³)	1,2	1,5	2
	0 Temps de vidange	6h36	8h15	11h00
Description	0 Toitures, routes, plans d'eau, ...	30,000		
Calcul: Dimension du Volume maitrisable (m ³)				
Citerne en représentant toiture verte + toit annexes	Surface infiltrante du dispositif (m ²)	0 Dispositif		Citerne
	0 Débit de fuite admissible (l/s/ha)	5 Largeur [m]		
		0,67		
Remarque	0 Profondeur [m]			
	0 Hauteur [m]			1,42
	0 Quantité			2
	0 Volume maitrisable (m ³)			2
Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration				
	Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$ (s)			
Forêts, bois, ...	0 Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0 Intensité de la pluie de référence (l/s/ha)	28,8	30	32,2
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles en pierrement, ...	0 Durée de la pluie de référence	170min	205min	245min
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	66 Débit entrant dans le dispositif (l/s)	0,23	0,24	0,26
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0 Débit sortant par infiltration (l/s)	0	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0 Débit de vidange total autorisé (l/s)	0,605	0,605	0,605
Dénomination	0 Débit de vidange total autorisé (l/s)	0,605	0,605	0,605
1206_S2_CIT_2	0 Volume d'eau à maîtriser (m ³)	1,8	2,3	3
	0 Temps de vidange	8h16	10h34	13h46
Description	0 Toitures, routes, plans d'eau, ...	55,000		
Calcul: Dimension du Volume maitrisable (m ³)				
Citerne en représentant toiture verte + toit annexes	Surface infiltrante du dispositif (m ²)	0 Dispositif		Citerne
	0 Débit de fuite admissible (l/s/ha)	5 Largeur [m]		
		0,67		
Remarque	0 Profondeur [m]			
	0 Hauteur [m]			1,42
	0 Quantité			3
	0 Volume maitrisable (m ³)			3
Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration				
	Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$ (s)			
Forêts, bois, ...	0 Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0 Intensité de la pluie de référence (l/s/ha)	48,2	51,8	54
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles en pierrement, ...	0 Durée de la pluie de référence	85min	100min	125min
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	195 Débit entrant dans le dispositif (l/s)	0,38	0,4	0,42
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0 Débit sortant par infiltration (l/s)	0	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0 Débit de vidange total autorisé (l/s)	0,0975	0,0975	0,0975
Dénomination	0 Débit de vidange total autorisé (l/s)	0,0975	0,0975	0,0975
1206_S2_CIT_3	0 Volume d'eau à maîtriser (m ³)	1,4	1,8	2,4
	0 Temps de vidange	3h59	5h08	6h50
Description	0 Toitures, routes, plans d'eau, ...	0,000		
Calcul: Dimension du Volume maitrisable (m ³)				
Citerne en représentant toiture verte + toit annexes	Surface infiltrante du dispositif (m ²)	0 Dispositif		Citerne
	0 Débit de fuite admissible (l/s/ha)	5 Largeur [m]		
		0,67		
Remarque	0 Profondeur [m]			
	0 Hauteur [m]			1,42
	0 Quantité			3
	0 Volume maitrisable (m ³)			3
Scénario 2: Surfaces incidentes par type d'occupation de sol				
DU SITE	Surface	Coef. ruiss.	Surface pente	Surface (type d'occupation initial)
	Forêts, bois, ...	0	0,05	0
	Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0
	Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles en pierrement, ...	0	0,25	0
	Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0,4	953,924	0
	Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0
	Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0,7	0	0
	Nids pavés, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	1010,05	909,855	1010,05
	Toitures, routes, plans d'eau, ...	3775,935	1	3775,935
				7171,695
	Somme des surfaces contributives générées	5639,714		
	% par rapport à l'initial	80%		
Scénario 2: Surfaces incidentes par type d'occupation de sol REPRIS				
DU SITE	Surface	Coef. ruiss.	Surface pente	Surface (type d'occupation initial)
	Forts, roches, ...	0	0,05	0
	Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0
	Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles en pierrement, ...	0	0,25	0
	Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0,4	900,164	0
	Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0
	Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0
	Nids pavés, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	70,4	63,36	70,4
	Toitures, routes, plans d'eau, ...	3213,700	1	3213,7
				553,451
	Somme des surfaces contributives générées	4177,922		
	% par rapport à l'initial	59%		

ANNEXE XXXII : Dimensionnements des dispositifs de l'ilot 629

Scénario 1 :

Visualisation	Calcul: Volume du dispositif de retenue/infiltration				
	Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$				
	Forêts, bois, ...	0 Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans
	Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0 Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	19,2	20,3	21...
	Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles en pierre, ...	0 Durée de la pluie de référence	295min	345min	410min
	Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0 Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,09	0,09	0...
	Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...	0 Débit sortant par infiltration [l/s]	0	0	
	Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0 Débit de vidange total autorisé [l/s]	0,02278	0,02278	0,0227...
Dénomination	Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	1,1	1,4	1...
629_S1_TS_1		Temps de vidange	13h25	17h04	23h10
Description	Toitures, routes, plans d'eau, ...	Calcul: Dimension du Volume maitrisable [m ³]			
	45,560				
Toiture stockante	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	0 Dispositif	Toiture stockante	Toiture stockante	Toiture stockante
	Débit de fuite admissible [l/s/ha]	5 Surface de stockage	45,560	45,560	45,56...
		Hauteur [m] d'eau	0,024143986	0,030728709	0,04170324...
	< 0,06 ?	OUI	OUI	OUI	OUI
Visualisation	Calcul: Volume du dispositif de retenue/infiltration				
	Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]	Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$			
	Forêts, bois, ...	0 Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans
	Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0 Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	19,7	20,7	22...
	Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles en pierre, ...	0 Durée de la pluie de référence	285min	335min	395min
	Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0 Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,07	0,07	0,0...
	Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...	0 Débit sortant par infiltration [l/s]	0	0	
	Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0 Débit de vidange total autorisé [l/s]	0,01822	0,01822	0,018...
Dénomination	Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	0,9	1,1	1...
629_S1_CIT_1		Temps de vidange	13h43	16h46	21h20
Description	Toitures, routes, plans d'eau, ...	Calcul: Dimension du Volume maitrisable [m ³]			
	28,327				
Citerne individuelle Arrière+Annexe+Cour	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	0 Dispositif			Citerne
	Débit de fuite admissible [l/s/ha]	5 Largeur [m]			0,6...
Remarque		Profondeur [m]			1...
On ne prend que l'arrière et la cour car la connexion avec l'avant est plus compliquée.		Hauteur [m]			1,4...
		Quantité			
		Volume maitrisable [m ³]			
Visualisation	Calcul: Volume du dispositif de retenue/infiltration				
	Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]	Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$			
	Forêts, bois, ...	0 Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans
	Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0 Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	19,2	20,3	21...
	Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles en pierre, ...	0 Durée de la pluie de référence	295min	345min	410min
	Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0 Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,11	0,12	0,1...
	Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...	0 Débit sortant par infiltration [l/s]	0	0	
	Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0 Débit de vidange total autorisé [l/s]	0,02858	0,02858	0,0285...
Dénomination	Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	1,4	1,8	2...
629_S1_CIT_2		Temps de vidange	13h36	17h30	22h20
Description	Toitures, routes, plans d'eau, ...	Calcul: Dimension du Volume maitrisable [m ³]			
	57,160				
Citerne individuelle Arrière+Annexe	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	0 Dispositif			Citerne
	Débit de fuite admissible [l/s/ha]	5 Largeur [m]			0,67...
Remarque		Profondeur [m]			1,4...
		Hauteur [m]			1,42...
		Quantité			2...
		Volume maitrisable [m ³]			2...
PDR = 10ans !!! PDR 25ans, on a + de 2m ² de volume à stocker					

SCENARIO 1 : Surfaces incidents par type d'occupation de sol					
Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	Surface	Surface (type d'occupation initial)
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0	0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0	0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	0,25	0	0	0
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	0,4	0	0	0
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0	0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	508,8	0,9	457,92	508,8	457,92
Toitures, routes, plans d'eau, ...	3197,360	1	3197,36	3197,360	3197,36
	3706,16				
Somme des surfaces contributrices générées	3655,28				
% par rapport à l'initial	100%				

SCENARIO 1 : Surfaces incidents par type d'occupation de sol REPRIS					
Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	Surface	Surface (type d'occupation initial)
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0	0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0	0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	0,25	0	0	0
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	0,4	0	0	0
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0	0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	107,14	0,9	96,426	107,14	96,426
Toitures, routes, plans d'eau, ...	1743,490	1	1743,49	1743,490	1743,49
	1859,53				
Somme des surfaces contributrices générées	1859,53				
% par rapport à l'initial	59%				

SCENARIO 3 : Surfaces incidents par type d'occupation de sol					
Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	Surface	Surface (type d'occupation initial)
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0	0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0	0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	0,25	0	0	0
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	0,4	0	0	0
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0	0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	508,8	0,9	457,92	508,8	457,92
Toitures, routes, plans d'eau, ...	3197,360	1	3197,36	3197,360	3197,36
	3706,16				
Somme des surfaces contributrices générées	3655,28				
% par rapport à l'initial	100%				

SCENARIO 1 : Surfaces incidents par type d'occupation de sol REPRIS					
Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	Surface	Surface (type d'occupation initial)
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0	0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0	0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	0,25	0	0	0
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	0,4	0	0	0
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0	0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	107,14	0,9	96,426	107,14	96,426
Toitures, routes, plans d'eau, ...	1911,820	1	1911,82	1911,820	1911,82
	2018,96				
Somme des surfaces contributrices générées	2008,246				
% par rapport à l'initial	55%				

Scénario 2 :

Visualisation	Calcul: Volume du dispositif de retenion/infiltration				Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$	DU SITE	SCÉNARIO 2 : Surfaces incidentes par type d'occupation de sol			Surface (type d'occupation initial)	Période de retour : 10 ans
	Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans		Type de surface	Surface	Coef. ruiss.	Surface pondérée	
Forêts, bois, ...	0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans	Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0	0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	31,7	33,1	35,5	Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0	0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...	0	Durée de la pluie de référence	150min	180min	215min	Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...	0	0,25	0	0	0
Dalles gazon, tuiles vertes > 15cm, ...	45,56	Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,14	0,14	0,15	Dalles gazon, tuiles vertes > 15cm, ...	377	0,4	150,8	0	0
Terres battues, chemins de terre, tuiles vertes < 15cm, ...	0	Débit sortant par infiltration [l/s]	0	0	0	Terres battues, chemins de terre, tuiles vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	Débit de vidange total autorisé [l/s]	0,03515	0,03515	0,03515	Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0	0
Dénomination	0	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	0,9	1,2	1,4	Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	508,8	0,9	457,92	508,8	457,92
629_S1_CIT_1	0	Temps de vidange	7h04	9h25	11h45	Toitures, routes, plans d'eau, ...	2820,360	1	3197,360	3197,360	3655,28
Description	24,839	Calcul: Dimension du Volume Réalisable [m ³]				Somme des surfaces contributives générées	3706,16				
Citeme en cave reprenant toiture verte + annexes	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	0	Dispositif	Citerne	0,67	% par rapport à l'initial	94%				
Remarque	Débit de fuite admissible [l/s/ha]	5	Largeur [m]								
		Profondeur [m]			1,4						
		Hauteur [m]			1,42						
		Quantité			2						
		Volume maitrisable [m ³]			2						
Visualisation	Calcul: Volume du dispositif de retenion/infiltration				DU SITE	SCÉNARIO 2 : Surfaces incidentes par type d'occupation de sol REPHS			Surface (type d'occupation initial)	Période de retour : 10 ans	
	Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans	Type de surface	Surface	Coef. ruiss.	Surface pondérée		
Forêts, bois, ...	0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans	Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0	0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	27,7	29	31,2	Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0	0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...	0	Durée de la pluie de référence	180min	215min	255min	Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...	0	0,25	0	0	0
Dalles gazon, tuiles vertes > 15cm, ...	54	Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,21	0,22	0,23	Dalles gazon, tuiles vertes > 15cm, ...	244,73	0,4	97,892	0	0
Terres battues, chemins de terre, tuiles vertes < 15cm, ...	0	Débit sortant par infiltration [l/s]	0	0	0	Terres battues, chemins de terre, tuiles vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	Débit de vidange total autorisé [l/s]	0,0534	0,0534	0,0534	Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0	0
Dénomination	0	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	1,6	2	2,7	Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	91,2	0,9	82,08	91,2	82,08
629_S1_CIT_2	0	Temps de vidange	8h19	10h55	14h03	Toitures, routes, plans d'eau, ...	1693,000	1	1937,730	1937,730	2019,81
Description	52,800	Calcul: Dimension du Volume Réalisable [m ³]				Somme des surfaces contributives générées	2026,93				
Citeme en cave reprenant toiture verte + annexes	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	0	Dispositif	Citerne	0,67	% par rapport à l'initial	972,972				
Remarque	Débit de fuite admissible [l/s/ha]	5	Largeur [m]								
PDR = 10ans !!! PDR 25ans, on a * de 2m ³ de volume à stocker	Débit de fuite admissible [l/s/ha]		Profondeur [m]								
		Hauteur [m]			1,42						
		Quantité			2						
		Volume maitrisable [m ³]			2						
Visualisation	Calcul: Volume du dispositif de retenion/infiltration				DU SITE	SCÉNARIO 2 : Surfaces incidentes par type d'occupation de sol			Surface (type d'occupation initial)	Période de retour : 25 ans	
	Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans	Type de surface	Surface	Coef. ruiss.	Surface pondérée		
Forêts, bois, ...	0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans	Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0	0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	26,6	28	29,8	Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0	0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...	0	Durée de la pluie de référence	190m	225min	270min	Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...	0	0,25	0	0	0
Dalles gazon, tuiles vertes > 15cm, ...	54	Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,17	0,18	0,2	Dalles gazon, tuiles vertes > 15cm, ...	377	0,4	150,8	0	0
Terres battues, chemins de terre, tuiles vertes < 15cm, ...	0	Débit sortant par infiltration [l/s]	0	0	0	Terres battues, chemins de terre, tuiles vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	Débit de vidange total autorisé [l/s]	0,0455	0,0455	0,0455	Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0	0
Dénomination	0	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	1,6	1,9	2,4	Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	508,8	0,9	457,92	508,8	457,92
629_S1_CIT_3	0	Temps de vidange	9h09	11h36	14h39	Toitures, routes, plans d'eau, ...	2820,360	1	3197,360	3197,360	3655,28
Description	52,800	Calcul: Dimension du Volume Réalisable [m ³]				Somme des surfaces contributives générées	3706,16				
Citeme en cave reprenant toiture verte + annexes	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	0	Dispositif	Citerne	0,67	% par rapport à l'initial	94%				
Remarque	Débit de fuite admissible [l/s/ha]	5	Largeur [m]								
PDR = 10ans !!! PDR 25ans, on a * de 2m ³ de volume à stocker	Débit de fuite admissible [l/s/ha]		Profondeur [m]								
		Hauteur [m]			1,42						
		Quantité			2						
		Volume maitrisable [m ³]			2						
Visualisation	Calcul: Volume du dispositif de retenion/infiltration				DU SITE	SCÉNARIO 2 : Surfaces incidentes par type d'occupation de sol REPRES			Surface (type d'occupation initial)	Période de retour : 25 ans	
	Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans	Type de surface	Surface	Coef. ruiss.	Surface pondérée		
Forêts, bois, ...	0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans	Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0	0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	26,6	28	29,8	Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0	0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...	0	Durée de la pluie de référence	190m	225min	270min	Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...	0	0,25	0	0	0
Dalles gazon, tuiles vertes > 15cm, ...	54	Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,17	0,18	0,2	Dalles gazon, tuiles vertes > 15cm, ...	96,91	0,4	38,764	0	0
Terres battues, chemins de terre, tuiles vertes < 15cm, ...	0	Débit sortant par infiltration [l/s]	0	0	0	Terres battues, chemins de terre, tuiles vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	Débit de vidange total autorisé [l/s]	0,0455	0,0455	0,0455	Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0	0
Dénomination	0	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	1,6	1,9	2,4	Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	107,14	0,9	96,426	107,14	96,426
629_S1_CIT_3	0	Temps de vidange	9h09	11h36	14h39	Toitures, routes, plans d'eau, ...	1559,880	1	1559,880	1556,790	1556,790
Description	52,800	Calcul: Dimension du Volume Réalisable [m ³]				Somme des surfaces contributives générées	1763,93				
Citeme en cave reprenant toiture verte + annexes	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	0	Dispositif	Citerne	0,67	% par rapport à l'initial	94%				
Remarque	Débit de fuite admissible [l/s/ha]	5	Largeur [m]								
PDR = 10ans !!! PDR 25ans, on a * de 2m ³ de volume à stocker	Débit de fuite admissible [l/s/ha]		Profondeur [m]								
		Hauteur [m]			1,42						
		Quantité			2						
		Volume maitrisable [m ³]			2						

ANNEXE XXXIII : Dimensionnements des dispositifs de l'îlot 542

Scénario 1					
Visualisation		Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration			
		Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$			
Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]		Forêts, bois, ...	0 Période de retour	5 ans	10 ans
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...		0 Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	19,2	20,3	21,6
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...		0 Durée de la pluie de référence	295min	345min	410min
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...		0 Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,63	0,67	0,71
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...		0 Débit sortant par infiltration [l/s]	0	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...		0 Débit de vidange total autorisé [l/s]	0,164	0,164	0,164
Dénomination	Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	8,2	10,4	13,4
542_S1_TS_1		0 Temps de vidange	13h53	17h37	22h42
Description	Toitures, routes, plans d'eau, ...	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	328.000	Calcul: Dimension du Volume maîtrisable [m ³]	
Toiture stockante reprenant aussi une toiture arrière et son annexe		0 Dispositif	Surface stockante	Toiture stockante	
Débit de fuite admissible [l/s/ha]		5 Surface de stockage	258	258	258
Remarque		Hauteur [m] d'eau	0,031782946	0,040301076	0,051937964
		< 0,06 ?	OUI	OUI	OUI
Visualisation		Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration			
		Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$			
Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]		Forêts, bois, ...	0 Période de retour	5 ans	10 ans
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...		0 Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	19,2	20,3	21,6
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...		0 Durée de la pluie de référence	295min	345min	410min
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...		0 Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,08	0,09	0,09
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...		0 Débit sortant par infiltration [l/s]	0	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...		0 Débit de vidange total autorisé [l/s]	0,021	0,021	0,021
Dénomination	Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	1,1	1,3	1,7
542_S1_CIT_1		0 Temps de vidange	14h33	17h12	22h29
Description	Toitures, routes, plans d'eau, ...	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	42.000	Calcul: Dimension du Volume maîtrisable [m ³]	
Citerne reprenant toiture arrière + annexes principales		0 Dispositif	Citerne		
Remarque	Débit de fuite admissible [l/s/ha]	5 Largeur [m]			
		Profondeur [m]			
		Hauteur [m]			
		Quantité nécessaire		2	
		Volume maîtrisable [m ³]		3,2	
Visualisation		Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration			
		Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$			
Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]		Forêts, bois, ...	0 Période de retour	5 ans	10 ans
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...		0 Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	19,2	20,3	21,6
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...		0 Durée de la pluie de référence	295min	345min	410min
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...		0 Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,11	0,11	0,12
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...		0 Débit sortant par infiltration [l/s]	0	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...		0 Débit de vidange total autorisé [l/s]	0,028	0,028	0,028
Dénomination	Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	1,4	1,8	2,3
542_S1_CIT_2		0 Temps de vidange	13h53	17h51	22h49
Description	Toitures, routes, plans d'eau, ...	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	56.000	Calcul: Dimension du Volume maîtrisable [m ³]	
Citerne reprenant toiture arrière + annexes principales		0 Dispositif	Citerne		
Remarque	Débit de fuite admissible [l/s/ha]	5 Largeur [m]			
PDR reprise = 10ans		Profondeur [m]			
		Hauteur [m]			
		Quantité nécessaire		2	
		Volume maîtrisable [m ³]		2	

Scénario 1 :

Visualisation		Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration			
		Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$			
Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]		Forêts, bois, ...	0 Période de retour	5 ans	10 ans
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...		0 Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	19,2	20,3	21,6
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...		0 Durée de la pluie de référence	295min	345min	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...		0 Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,23	0,24	0,26
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...		0 Débit sortant par infiltration [l/s]	0	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...		0 Débit de vidange total autorisé [l/s]	0,059	0,059	0,059
Dénomination	Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	3	3,7	4,8
542_S1_TS_2		0 Temps de vidange	14h07	17h25	22h36
Description	Toitures, routes, plans d'eau, ...	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	118.000	Calcul: Dimension du Volume maîtrisable [m ³]	
Toiture stockante		0 Dispositif	Surface de stockage	Toiture stockante	Toiture stockante
Remarque		5 Largeur [m]	118.000	118.000	118.000
		Hauteur [m] d'eau	0,025423729	0,031355932	0,040677966
		< 0,06 ?	OUI	OUI	OUI
Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration					
Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]		Forêts, bois, ...	0 Période de retour	5 ans	10 ans
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...		0 Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	19,2	20,3	
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...		0 Durée de la pluie de référence	295min	345min	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...		0 Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,14	0,15	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...		0 Débit sortant par infiltration [l/s]	0	0	
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...		0 Débit de vidange total autorisé [l/s]	0,036	0,036	
Dénomination	Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	1,8	2,3	
542_S1_CIT_3		0 Temps de vidange	13h53	17h45	
Description	Toitures, routes, plans d'eau, ...	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	72.000	Calcul: Dimension du Volume maîtrisable [m ³]	
Citerne reprenant toiture arrière + annexes principales		0 Dispositif	Citerne		
Remarque		5 Largeur [m]			
PDR reprise = 5 ans		Profondeur [m]			
		Hauteur [m]			
		Quantité nécessaire		2	
		Volume maîtrisable [m ³]		2	

Annexes

Visualisation		Calcul: Volume du dispositif de retenue/infiltration				
Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]		Résultats : K = 5 x 10 ⁻⁵ (-)				
Forêts, bois, ...	0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans	
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	27,7	29	31,2	
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles en pierre, ...	0	Durée de la pluie de référence	180min	215min	255min	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,97	1,01	1,09	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...	0	Débit sortant par infiltration [l/s]	0,25	0,25	0,25	
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	Débit de vidange total autorisé [l/s]	0	0	0	
Dénomination		Volume d'eau à maîtriser [m ³]	7,7	9,8	12,8	
542_S2_CD_1	183	Temps de vidange	8h33	10h53	14h13	
Description	184,500	Calcul: Dimension du Volume maîtrisable [m ³]				
Chaussée drainante retenant la route et les toitures voisantes	100	Dispositif	Chaussée rés Chaussée rés Chaussée rés			
Surface infiltrante du dispositif [m ²]	0	Surface de stockage	100,000	100,000	100,000	
Débit de fuite admissible [l/s/ha]	0	Hauteur [m] d'eau	0,077	0,098	0,128	
Remarque		Pronfondeur du dispositif	0,09	0,11	0,14	
Système choisi = SAU + infiltration => espace disponible = 90%		0,22 cm > ?	OUI	OUI	OUI	
Visualisation		Calcul: Volume du dispositif de retenue/infiltration				
Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]		Résultats : K = 5 x 10 ⁻⁵ (-)				
Forêts, bois, ...	0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans	
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	17,5	18,3	19,6	
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles en pierre, ...	0	Durée de la pluie de référence	335min	395min	465min	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,72	0,76	0,81	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...	0	Débit sortant par infiltration [l/s]	0,19	0,19	0,19	
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	Débit de vidange total autorisé [l/s]	0	0	0	
Dénomination		Volume d'eau à maîtriser [m ³]	10,8	13,6	17,5	
542_S2_CD_2	153	Temps de vidange	16h	20h09	25h56	
Description	277,000	Calcul: Dimension du Volume maîtrisable [m ³]				
Chaussée drainante retenant la route et les toitures voisantes	75	Dispositif	Chaussée rés Chaussée rés Chaussée rés			
Surface infiltrante du dispositif [m ²]	0	Surface de stockage	75,000	75,000	75,000	
Débit de fuite admissible [l/s/ha]	0	Hauteur [m] d'eau	0,144	0,18133333	0,23333333	
Remarque		Pronfondeur du dispositif	0,29	0,36	0,47	
La Profondeur [m] est multipliée par 2 au vu du système choisi = argile expansé + infiltration => espace disponible = 50%		0,5 cm > ?	OUI	OUI	OUI	
Visualisation		Calcul: Volume du dispositif de retenue/infiltration				
Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]		Résultats : K = 5 x 10 ⁻⁵ (-)				
Forêts, bois, ...	0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans	
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	20,5	21,7	23,2	
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles en pierre, ...	0	Durée de la pluie de référence	270min	315min	375min	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	97	Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,48	0,51	0,54	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...	0	Débit sortant par infiltration [l/s]	0,13	0,13	0,13	
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	Débit de vidange total autorisé [l/s]	0	0	0	
Dénomination		Volume d'eau à maîtriser [m ³]	5,7	7,2	9,4	
542_S2_CD_2	83	Temps de vidange	12h40	16h	20h53	
Description	120,000	Calcul: Dimension du Volume maîtrisable [m ³]				
Chaussée drainante retenant la route et les toitures voisantes	50	Dispositif	Chaussée rés Chaussée rés Chaussée rés			
Surface infiltrante du dispositif [m ²]	0	Surface de stockage	50,000	50,000	50,000	
Débit de fuite admissible [l/s/ha]	0	Hauteur [m] d'eau	0,114	0,144	0,188	
Remarque		Pronfondeur du dispositif	0,13	0,16	0,21	
La Profondeur [m] est multipliée par 2 au vu du système choisi = argile expansé + infiltration => espace disponible = 50%		0,22 cm > ?	OUI	OUI	OUI	

Scénario 2 :

Scénario E'		Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration				
Visualisation		Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m²]		Résultats: K = 5 x 10 ⁻⁵		
		Forêts, bois, ...	0	Période de retour	5 ans	10 ans
		Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]		
		Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrées, ...	0	Durée de la pluie de référence		125min
		Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	118	Débit entrant dans le dispositif [l/s]		0,25
		Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...	0	Débit sortant par infiltration [l/s]		0
		Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	Débit de vidange total autorisé [l/s]		0,058
Dénomination		Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	0	Volume d'eau à maîtriser [m³]		1,5
542_S2_CIT_1			0	Temps de vidange		7h04
Description		Toitures, routes, plans d'eau, ...		0,000	Calcul: Dimension du Volume maîtrisable [m³]	
Citerne reprenant toiture verte		Surface infiltrante du dispositif [m²]		0	Dispositif	
		Débit de fuite admissible [l/s/ha]		5	Largeur [m]	
Remarque		Profondeur [m]				
		Hauteur [m]				
		Quantité nécessaire				2
		Volume maîtrisable [m³]				2
Visualisation		Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration				
		Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m²]		Résultats: K = 5 x 10 ⁻⁵		
		Forêts, bois, ...	0	Période de retour	5 ans	10 ans
		Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	36,2	38
		Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrées, ...	0	Durée de la pluie de référence	125min	150
		Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	258	Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,63	0,66
		Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...	0	Débit sortant par infiltration [l/s]	0	0
		Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	Débit de vidange total autorisé [l/s]	0,16425	0,16425
Dénomination		Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	0	Volume d'eau à maîtriser [m³]	3,5	4,5
542_S2_CIT_2			0	Temps de vidange	5h55	7h37
Description		Toitures, routes, plans d'eau, ...		70,500	Calcul: Dimension du Volume maîtrisable [m³]	
Citerne reprenant toiture verte		Surface infiltrante du dispositif [m²]		0	Dispositif	
		Débit de fuite admissible [l/s/ha]		5	Largeur [m]	
Remarque		Profondeur [m]				
		Hauteur [m]				
		Quantité nécessaire				6
		Volume maîtrisable [m³]				6
6m ³ à stocker dans un grand hangar ça semble possible, on accepte						

Scénario 3 : Uniquement des changements d'occupation de sol
→ Pas de dimensionnement

SCENARIO 3 : Surfaces incidentes par type d'occupation du sol					
DU SITE	Type de surface	Surface	Coef. ruiss.	Surface pond.	Surface (type d'occupation initiale)
	Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0
	Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0
	Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	0,25	0	0
	Dalles gazon, tuileuses vertes < 15cm, ...	896,14	0,4	358,456	0
	Terres battues, chemins de terre, tuileuses vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0
	Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	776	0,7	543,2	0
	Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	1268,6	0,9	1141,74	2044,6 1840,14
	Toitures, routes, plans d'eau, ...	5741,890	1	5741,89	6638,030 6638,03 8478,17
		8682,63			
Somme des surfaces contributrices gérées		7785,20			
Taux de couverture hydrologique					

Annexes

Scénario 1 :

SCENARIO 1 : Surfaces incidentes par type d'occupation de sol					SCENARIO 1 : Surfaces incidentes par type d'occupation de sol					SCENARIO 1 : Surfaces incidentes par type d'occupation de sol				
Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	Surface (type d'occupation init)	Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	Surface (type d'occupation init)	Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	Surface (type d'occupation init)
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0	Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0	Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0	Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0	Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	0,25	0	0	Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	0,25	0	0	Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	0,25	0	0
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0,4	0	0	0	Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0,4	0	0	0	Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0,4	0	0	0
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0	Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0	Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0,7	0	0	0	Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0,7	0	0	0	Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0,7	0	0	0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	2044,6	0,9	1840,14	2044,6	Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	2044,6	0,9	1840,14	2044,6	Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	2044,6	0,9	1840,14	2044,6
Toitures, routes, plans d'eau, ...	6638,030	1	6638,03	6638,03	Toitures, routes, plans d'eau, ...	6638,030	1	6638,03	6638,03	Toitures, routes, plans d'eau, ...	6638,030	1	6638,03	6638,03
	8852,53					8862,63					8862,63			
Somme des surfaces contributives générées	8875,17				Somme des surfaces contributives générées	8875,17				Somme des surfaces contributives générées	8875,17			
% rapport à l'initial	100%				% rapport à l'initial	100%				% rapport à l'initial	100%			

Scénario 2 :

SCENARIO 2 : Surfaces incidentes par type d'occupation du sol						
DU SITE	Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	Surface (type d'occupation init)	Surface (type d'occupation fin)
	Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0	0
	Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0	0
	Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	0,25	0	0	0
	Dalles gazon, tuiles vertes > 15cm, ...	896,14	0,4	358,456	0	0
	Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0	0
	Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0	0
	Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	2044,6	0,9	1840,14	2044,6	1840,14
	Toitures, routes, plans d'eau, ...	5741,890	1	5741,89	6638,030	6638,03
	Somme des surfaces contributrices générées	7940,46				
	% par rapport à l'initial	100%				
PERIODE DE RETOUR = 5 ANS						
SCENARIO 2 : Surfaces incidentes par type d'occupation du sol REPRIS						
REPRISE	Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	Surface (type d'occupation init)	Surface (type d'occupation fin)
	Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0	0
	Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0	0
	Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	0,25	0	0	0
	Dalles gazon, tuiles vertes > 15cm, ...	896,14	0,4	358,456	0	0
	Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0	0
	Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0	0
	Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	335,64	0,9	302,076	335,64	302,076
	Toitures, routes, plans d'eau, ...	4063,260	1	4063,26	4959,400	4959,4
	Somme des surfaces contributrices générées	4737,74				
	% par rapport à l'initial	56%				
PERIODE DE RETOUR = 10 ANS						
SCENARIO 2 : Surfaces incidentes par type d'occupation du sol REPRIS						
REPRISE	Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	Surface (type d'occupation init)	Surface (type d'occupation fin)
	Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0	0
	Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0	0
	Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	0,25	0	0	0
	Dalles gazon, tuiles vertes > 15cm, ...	896,14	0,4	358,456	0	0
	Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0	0
	Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0	0
	Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	335,64	0,9	302,076	335,64	302,076
	Toitures, routes, plans d'eau, ...	3744,850	1	3744,85	4640,990	4640,99
	Somme des surfaces contributrices générées	4496,75				
	% par rapport à l'initial	55%				
PERIODE DE RETOUR = 25 ANS						
SCENARIO 2 : Surfaces incidentes par type d'occupation du sol REPRIS						
REPRISE	Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	Surface (type d'occupation init)	Surface (type d'occupation fin)
	Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0	0
	Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0	0
	Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	0,25	0	0	0
	Dalles gazon, tuiles vertes > 15cm, ...	896,14	0,4	358,456	0	0
	Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0	0
	Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0	0
	Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	335,64	0,9	302,076	335,64	302,076
	Toitures, routes, plans d'eau, ...	2517,140	1	2517,14	3467,780	3467,78
	Somme des surfaces contributrices générées	3803,42				
	% par rapport à l'initial	38%				

ANNEXE XXXIV : Dimensionnements des dispositifs de l'îlot 511

Scénario 1 :

Scénario 1		Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration			
Visualisation	Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]	Résultats : K = 5 x 10 ⁻⁵			
		Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans
Forêts, bois, ...		Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	19,2	20,3	21,6
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...		Durée de la pluie de référence	295min	345min	410min
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...		Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,18	0,19	0,2
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...		Débit sortant par infiltration [l/s]	0	0	0
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...		Débit de vidange total autorisé [l/s]	0,047175	0,047175	0,047175
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...		Volume d'eau à maîtriser [m ³]	2,4	3	3,9
Dénomination		Temps de vidange	14h08	17h40	22h55
511_S1_TS_1					
imperméabilisées, ...					
Description	94.350	Calcul: Dimension du Volume maitrisable [m ³]			
Toiture, routes, plans d'eau, ...		Dispositif	Toiture stockante	Toiture stockante	Toiture stockante
Surface infiltrante du dispositif [m ²]		Surface de stockage	94.350	94.350	94.350
Toiture stockante		Débit de fuite admissible [l/s/ha]			
		Hauteur [m] d'eau	0,025437202	0,031796502	0,04135453
Visualisation	Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration				
		Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]	Résultats : K = 5 x 10 ⁻⁵		
Forêts, bois, ...		Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...		Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]			21,6
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...		Durée de la pluie de référence			
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...		Débit entrant dans le dispositif [l/s]			410min
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...		Débit sortant par infiltration [l/s]			0,1
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...		Débit de vidange total autorisé [l/s]			0,023956
Dénomination		Volume d'eau à maîtriser [m ³]			2
511_S1_CI_1		Temps de vidange			23h11
imperméabilisés, ...					
Description	47,92	Calcul: Dimension du Volume maitrisable [m ³]			
Citerne dans cave reprenant toiture arrière + annexe		Dispositif			Citerne
Surface infiltrante du dispositif [m ²]		Largeur [m]			0,67
Débit de fuite admissible [l/s/ha]		Profondeur [m]			1,4
Remarque		Hauteur [m]			1,42
Cas ou trop petit jardin		Quantité			2
		Volume maitrisable [m ³]			2
Visualisation	Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration				
		Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]	Résultats : K = 5 x 10 ⁻⁵		
Forêts, bois, ...		Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...		Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]			19,5
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...		Durée de la pluie de référence			
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...		Débit entrant dans le dispositif [l/s]			470min
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...		Débit sortant par infiltration [l/s]			0,14
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...		Débit de vidange total autorisé [l/s]			0,03
Dénomination		Volume d'eau à maîtriser [m ³]			0
511_S1_BS_2		Temps de vidange			2,7
imperméabilisées, ...					
Description	16,86	Calcul: Dimension du Volume maitrisable [m ³]			
Bassin sec dans jardin reprenant toiture arrière + cours arrière		Dispositif			Bassin sec
Surface infiltrante du dispositif [m ²]	12,56	Diamètre du dessus			4
Débit de fuite admissible [l/s/ha]		Pente			45
		Profondeur [m]/Hauteur [m]			0,5
		Diamètre du fond			3,4
		Surface d'infiltration			12,56
		Volume maitrisable [m ³]			3,25
Visualisation	Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration				
		Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]	Résultats : K = 5 x 10 ⁻⁵		
Forêts, bois, ...		Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...		Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]			18,7
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...		Durée de la pluie de référence			
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...		Débit entrant dans le dispositif [l/s]			495min
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...		Débit sortant par infiltration [l/s]			0,14
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...		Débit de vidange total autorisé [l/s]			0,03
Dénomination		Volume d'eau à maîtriser [m ³]			3,1
511_S1_BS_1		Temps de vidange			27h25
imperméabilisées, ...					
Description	73,000	Calcul: Dimension du Volume maitrisable [m ³]			
Bassin sec dans jardin reprenant toiture plate + annexe		Dispositif			Bassin sec
Surface infiltrante du dispositif [m ²]	12,56	Diamètre du dessus			4
Débit de fuite admissible [l/s/ha]		Pente			45
		Profondeur [m]/Hauteur [m]			0,3
		Diamètre du fond			3,4
		Surface d'infiltration			12,56
		Volume maitrisable [m ³]			3,25
Remarque					
Cas où la descente des eaux de toiture se fait en façade arrière					
C'est ce qui semble être le cas de ce côté					
la de la rue => Normal vu la pente					
Cas de jardin trop petit => Citerne					

Scénario 1 : Surfaces drainées en fonction de l'occupation du sol [m ²]		Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration			
		Résultats : K = 5 x 10 ⁻⁵ (-5)			
Forêts, bois, ...	0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]			21,6
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...	0	Durée de la pluie de référence			
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	Débit entrant dans le dispositif [l/s]			410min
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...	0	Débit sortant par infiltration [l/s]			0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	Débit de vidange total autorisé [l/s]			0,062215
Dénomination		Volume d'eau à maîtriser [m ³]			3,1
511_S1_TS_2		Temps de vidange			17h25
imperméabilisés, ...					22h46
Description	124,430	Calcul: Dimension du Volume maitrisable [m ³]			
Toiture stockante reprenant toiture plate		Dispositif	Toiture stockante	Toiture stockante	Toiture stockante
Surface infiltrante du dispositif [m ²]		Surface de stockage	124,430	124,430	124,430
Débit de fuite admissible [l/s/ha]		Débit de fuite admissible [l/s/ha]			
		Hauteur [m] d'eau	0,024913606	0,031342924	0,0409869
		% de 0,06 ?			
		OUI	OUI	OUI	OUI

REPRIS

SCENARIO 1 : Surfaces incidentes par type d'occupation du sol REPRIS			
Type de surface	Surface	Coeff. nuiss.	Surface pondérée
Forêts, bois, ...	0	0,05	0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...	0	0,25	0
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	0,4	0
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...	0	0,5	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	0	0,9	393,039
Toitures, routes, plans d'eau, ...	7678,385	1	7678,385
			8115,095
			8071,424
			66%

NON REPRIS

SCENARIO 1 : Surfaces incidentes par type d'occupation du sol NON REPRIS			
Type de surface	Surface	Coeff. nuiss.	Surface pondérée
Forêts, bois, ...	0	0,05	0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...	0	0,25	0
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	0,4	0
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...	0	0,5	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	2217,778	0,9	1996,0002
Toitures, routes, plans d'eau, ...	1937,000	1	1937
			3933,000
			32%

PERIODE DE RETOUR = 25 ANS

Annexes

Scénario 2 :

Visualisation	Scénario 2				
	Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration				
Forêts, bois, ...	0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Intensité de la pluie de référence [U/s/ha]			54
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	Durée de la pluie de référence		125min	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	94,350	Débit entrant dans le dispositif [U/s]		0,2	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...	0	Débit sortant par infiltration [U/s]		0	
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	Débit de vidange total autorisé [U/s]		0,047018	REMARQUE (rapport au scénario 1)
Dénomination	Alées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	Volume d'eau à maîtriser [m³]		1,2	Le Volume d'eau à maîtriser [m³] passe de 3,0m³ à 1,2m³ et le temps de vidange de 22h58 à 7h05 par l'installation d'une toiture verte
511_S2_CIT_1	0	Temps de vidange	7h05		31%
Description	0,000	Calcul: Dimension du Volume maîtrisable [m³]			-15h53
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...	0	Dispositif		0,67	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...	0	Largeur [m]		1,4	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...	0	Profondeur [m]		1,42	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...	0	Hauteur [m]		2	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...	0	Quantité		2	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...	0	Volume maîtrisable [m³]			
Surface infiltrante du dispositif [m²]					
Débit de fuite admissible [U/s/ha]					
Citerne dans cave reprenant toiture verte					

Visualisation	Scénario 2				
	Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration				
Forêts, bois, ...	0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Intensité de la pluie de référence [U/s/ha]			26,2
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	Durée de la pluie de référence		320min	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	73,000	Débit entrant dans le dispositif [U/s]		0,08	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...	0	Débit sortant par infiltration [U/s]		0,02	
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	Débit de vidange total autorisé [U/s]		0	REMARQUE (rapport au scénario 1)
Dénomination	Alées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	Volume d'eau à maîtriser [m³]		1,1	Le Volume d'eau à maîtriser [m³] passe de 3,1m³ à 1,1m³ et le temps de vidange de 27h25 à 17h18 par l'installation d'une toiture verte
511_S2_BS_1	0	Temps de vidange	17h18		35%
Description	0,000	Calcul: Dimension du Volume maîtrisable [m³]			-10h07
Bassin sec dans jardin reprenant toiture verte + annexe	7,065	Dispositif		Bassin sec	
Débit de fuite admissible [U/s/ha]		Diamètre du dessus		3	
Remarque		Pente		45	
Cas ou la descente des eaux de toiture se fait en façade arrière		Profondeur (m)/hauteur (m)		0,3	
C'est ce qui semble être le cas de ce côté là de la rue => Normal vu la pente		Diamètre du fond		2,4	
Cas de jardin trop petit => Citerne		Surface d'infiltration		7,065	
		Volume maîtrisable [m³]			1,739

Visualisation	Scénario 2				
	Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration				
Forêts, bois, ...	0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Intensité de la pluie de référence [U/s/ha]			54
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	Durée de la pluie de référence		125min	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	124,430	Débit entrant dans le dispositif [U/s]		0,27	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...	0	Débit sortant par infiltration [U/s]		0	
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	Débit de vidange total autorisé [U/s]		0,062215	REMARQUE (rapport au scénario 1)
Dénomination	Alées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	Volume d'eau à maîtriser [m³]		1,5	Le Volume d'eau à maîtriser [m³] passe de 5,1m³ à 1,5m³ et le temps de vidange de 22h46 à 6h42 par l'installation d'une toiture verte
511_S2_CIT_1	0	Temps de vidange	6h42		29%
Description	0,000	Calcul: Dimension du Volume maîtrisable [m³]			-16h04
Citerne dans cave reprenant toiture verte	0	Dispositif		Citerne	
Débit de fuite admissible [U/s/ha]		Largeur [m]		0,67	
		Profondeur [m]		1,4	
		Hauteur [m]		1,42	
		Quantité		2	
		Volume maîtrisable [m³]			2

DUISSE	SCÉNARIO 2 : Surfaces incidentes par type d'occupation de sol			
	Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pondérée
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	0,25	0	0
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	5460,039	0,4	2184,0156	0
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...	0	0,5	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	2654,488	0,9	2389,0392	2654,488 2389,0392
Toitures, routes, plans d'eau, ...	4554,015	1	4354,015	9814,054 12203,0932
	12468,542			
	Somme des surfaces contributrices générées	8927,6698		
	% par rapport à l'initial	73%		

REFRIS	SCÉNARIO 2 : Surfaces incidentes par type d'occupation de sol REFRIS			
	Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pondérée
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	0,25	0	0
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	5460,039	0,4	2184,0156	0
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...	0	0,5	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	436,71	0,9	393,039	436,71 393,039
Toitures, routes, plans d'eau, ...	2218,347	1	2218,347	7678,386 8071,425
	815,096			
	Somme des surfaces contributrices générées	4755,4016		
	% par rapport à l'initial	39%		

PERIODE DE RETOUR = 25 ANS

Scénario 3 : Uniquement des changements d'occupation de sol
→ Pas de dimensionnement

DUISSE	SCÉNARIO 3 : Surfaces incidentes par type d'occupation de sol			
	Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pondérée
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	0,25	0	0
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	5725,479	0,4	2290,1916	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...	0	0,5	0	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	900,844	0,7	630,5908	
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	1753,644	0,9	1578,2796	
Toitures, routes, plans d'eau, ...	4088,575	1	4088,575	
	12468,542			
	Somme des surfaces contributrices générées	8587,637		
	% par rapport à l'initial	70%		

ANNEXE XXXV : Dimensionnements des dispositifs de l'îlot 585

Scénario 1		
Visualisation		
Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]	Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration	
Forêts, bois, ...	Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$	
Période de retour	5 ans 10 ans 25 ans	
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	Intensité de la pluie de référence [U/s/ha]	19,4 20,5 21,8
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	Durée de la pluie de référence	290min 340min 405min
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	Débit entrant dans le dispositif [U/s]	0,23 0,24 0,26
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	Débit sortant par infiltration [U/s]	0,06 0,06 0,06
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	Débit de vidange total autorisé [U/s]	0 0 0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	3 3,8 4,9
Toitures, routes, plans d'eau, ...	Temps de vidange	13h53 17h36 22h41
585_S1_BS_1	Calcul: Dimension du Volume maîtrisable [m ³]	
Bassin sec (toiture + annexe+cour/terrasse)	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	2
Débit de fuite admissible [U/s/ha]	Dispositif	
Longueur		Bassin sec
Largeur [m]		8
Pente		3
Profondeur [m]/Hauteur [m]		30
Largeur [m] du fond		1,96
Diamètre		
Surface d'infiltration		24
Volume maîtrisable [m ³]		5,95
585_S1_BS_2	Calcul: Dimension du Volume maîtrisable [m ³]	
Bassin sec, toiture	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	16
Débit de fuite admissible [U/s/ha]	Dispositif	
Longueur		Bassin sec
Largeur [m]		8
Pente		2
Profondeur [m]/Hauteur [m]		30
Largeur [m] du fond		1,13
Diamètre		
Surface d'infiltration		16
Volume maîtrisable [m ³]		3,13
585_S1_TS_1	Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration	
Visualisation	Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]	
Forêts, bois, ...	Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$	
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	Intensité de la pluie de référence [U/s/ha]	19,2 20,3 21,6
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	Durée de la pluie de référence	295min 345min 410min
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	Débit entrant dans le dispositif [U/s]	0,2 0,21 0,22
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	Débit sortant par infiltration [U/s]	0 0 0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	Débit de vidange total autorisé [U/s]	0,051594 0,051594 0,051594
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	2,6 3,3 4,2
Toitures, routes, plans d'eau, ...	Temps de vidange	13h06 17h46 22h37
585_S1_CIT_1	Calcul: Dimension du Volume maîtrisable [m ³]	
Toiture stockante	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	5
Débit de fuite admissible [U/s/ha]	Dispositif	
Surface de stockage	Toiture stockante	
Hauteur [m] d'eau	Toiture stockante	
< 0,06 ?	Hauteur [m] d'eau	0,025 0,032 0,041
OUI	Hauteur [m] d'eau	
OUI	Hauteur [m] d'eau	
OUI	Hauteur [m] d'eau	

Scénario 1 :

Scénario 1 :		
Visualisation		
Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]	Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration	
Forêts, bois, ...	Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$	
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0 Période de retour	
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	5 ans 10 ans 25 ans	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	Intensité de la pluie de référence [U/s/ha]	14 14,8 15,8
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	Durée de la pluie de référence	450min 525min 615min
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	Débit entrant dans le dispositif [U/s]	0,24 0,25 0,27
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	Débit sortant par infiltration [U/s]	0,06 0,06 0,06
Toitures, routes, plans d'eau, ...	Débit de vidange total autorisé [U/s]	0 0 0
585_S1_BS_3	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	4,8 6 7,7
Temps de vidange	21h20 26h40 34h13	
Calcul: Dimension du Volume maîtrisable [m ³]		
Bassin sec (toit arrière + annexe + cour)	0 Dispositif	
Longueur		Noue trapézoïdale
Largeur [m]		5
Pente		5
Profondeur [m]/Hauteur [m]		30
Largeur [m] du fond		0,4
Diamètre		3,61
Surface d'infiltration		25
Volume maîtrisable [m ³]		8,61
Av Paville 285	Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration	
Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]		
Forêts, bois, ...	Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$	
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0 Période de retour	
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	5 ans 10 ans 25 ans	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	Intensité de la pluie de référence [U/s/ha]	18,5 19,4 20,7
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	Durée de la pluie de référence	310min 365min 435min
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	Débit entrant dans le dispositif [U/s]	0,15 0,16 0,17
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	Débit sortant par infiltration [U/s]	0,04 0,04 0,04
Toitures, routes, plans d'eau, ...	Débit de vidange total autorisé [U/s]	0 0 0
585_S1_BS_3	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	2,1 2,7 3,5
Temps de vidange	14h35 18h45 24h18	
Calcul: Dimension du Volume maîtrisable [m ³]		
Bassin sec (toit arrière + annexe + cour)	0 Dispositif	
Longueur		Noue trapézoïdale
Largeur [m]		8
Pente		2
Profondeur [m]/Hauteur [m]		30
Largeur [m] du fond		0,3
Diamètre		0,96
Surface d'infiltration		16
Volume maîtrisable [m ³]		3,55
Citerne toiture arrière	Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration	
Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]		
Forêts, bois, ...	Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$	
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0 Période de retour	
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	5 ans 10 ans 25 ans	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	Intensité de la pluie de référence [U/s/ha]	18,5 19,4 21,6
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	Durée de la pluie de référence	310min 365min 410min
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	Débit entrant dans le dispositif [U/s]	0,15 0,16 0,13
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	Débit sortant par infiltration [U/s]	0,04 0,04 0
Toitures, routes, plans d'eau, ...	Débit de vidange total autorisé [U/s]	0 0 0,030346
585_S1_CIT_1	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	2,1 2,7 2,5
Temps de vidange	14h35 18h45 22h53	
Calcul: Dimension du Volume maîtrisable [m ³]		
Citerne	0 Dispositif	
Largeur [m]		Citerne
Profondeur [m]		
Hauteur [m]		
Quantité		2
Volume maîtrisable [m ³]		2

Annexes

Visualisation	Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration					
	Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]		Résultats : K = 5 x 10 ⁻⁵ (-5)			
Forêts, bois, ...	0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans	
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...		Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	21,7	22,8	24,4	
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...		Durée de la pluie de référence	250min	295min	350min	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...		Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,15	0,16	0,17	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...		Débit sortant par infiltration [l/s]	0,04	0,04	0,04	
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...		Débit de vidange total autorisé [l/s]	0	0	0	
		Volume d'eau à maîtriser [m ³]	1,7	2,2	2,8	
Dénomination	Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	Temps de vidange	11h48	15h17	19h27	
BS85_S1_BS_4						
Description	Tôtures, routes, plans d'eau, ...		71,247	Calcul: Dimension du Volume maîtrisable [m ³]		
	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	16	Dispositif	Noue trapézoïdale		
	Débit de fuite admissible [l/s/ha]	0	Longueur			8
Remarque			Largeur [m]			2
			Pente			30
			Profondeur [m]/Hauteur [m]			0,3
			Largeur [m] du fond			0,96
			Diamètre			
			Surface d'infiltration			16
			Volume maîtrisable [m ³]			3,55

Visualisation	Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration					
	Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]		Résultats : K = 5 x 10 ⁻⁵ (-5)			
Forêts, bois, ...	0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans	
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...		Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	21,7	22,8	19,5	
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...		Durée de la pluie de référence	250min	295min	470min	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...		Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,15	0,16	0,3	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...		Débit sortant par infiltration [l/s]	0,04	0,04	0,07	
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...		Débit de vidange total autorisé [l/s]	0	0	0	
		Volume d'eau à maîtriser [m ³]	1,7	2,2	6,6	
Dénomination	Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	Temps de vidange	11h48	15h17	26h11	
585_S1_BS_5						
Description	Tôtures, routes, plans d'eau, ...		155,94	Calcul: Dimension du Volume maîtrisable [m ³]		
Bassin sec (toiture + annexe + cour)	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	28	Dispositif	Noue trapézoïdale		
	Débit de fuite admissible [l/s/ha]	0	Longueur			8
Remarque			Largeur [m]			3,5
			Pente			30
			Profondeur [m]/Hauteur [m]			0,3
			Largeur [m] du fond			2,46
			Diamètre			
			Surface d'infiltration			28
			Volume maîtrisable [m ³]			7,15

REFRIS	SCENARIO 1: Surfaces incidentes par type d'occupation du sol REFRIS		
	Type de surface	Surface	Coeff. ruiss. Surface pondé
Forêts, bois, ...	0	0,05	0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	0,25	0
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	0,4	0
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	287	0,9	258,3
Tôtures, routes, plans d'eau, ...	3416,689	1	3416,68
			3703,68
Somme des surfaces contributrices générées		3674,98	
% par rapport à l'initial		68%	

NON REFRIS	SCENARIO 1: Surfaces incidentes par type d'occupation du sol NON REFRIS		
	Type de surface	Surface	Coeff. ruiss. Surface pondé
Forêts, bois, ...	0	0,05	0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	0,25	0
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	0,4	0
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	419,125	0,9	377,2125
Tôtures, routes, plans d'eau, ...	1356,340	1	1356,34
			1733,5525
Somme des surfaces contributrices générées		1733,5525	
% par rapport à l'initial		32%	

Annexes

Scénario 2						
Visualisation	Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration					
	Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$	0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans
Forêts, bois, ...	0	Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	48,2	51,6	54	
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Durée de la pluie de référence	85min	100min	125min	
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,23	0,25	0,26	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	119,054	Débit sortant par infiltration [l/s]	0,06	0,06	0,06	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...	0	Débit de vidange total autorisé [l/s]	0	0	0	
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	Temps de vidange	4h10	5h06	6h57	
Dénomination	Altées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	0,9	1,1	1,5	
585_S2_BS_1		Temps de vidange	4h10	5h06	6h57	
Description	Toitures, routes, plans d'eau, ...	Calcul: Dimension du Volume maîtrisable [m ³]				
Bassin sec, toiture	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	24	Dispositif			
	Débit de fuite admissible [l/s/ha]	0	Longueur			Bassin sec
Remarque			Largeur [m]			3
			Pente			30
			Profondeur [m]/Hauteur [m]			0,2
			Largeur [m] du fond			2,91
			Diamètre			
			Surface d'infiltration			24
			Volume maîtrisable [m ³]			4,25

Scénario 2 :

REMARQUE (rapport au scénario 1)

Le Volume d'eau à maîtriser [m³] passe de 4,9m³ à 1,5m³ et le temps de vidange de 22h41 à 6h57 par l'installation d'une toiture verte

31%

- 15h44

Scénario 2						
Visualisation	Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration					
	Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$	0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans
Forêts, bois, ...	0	Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	55,6	58,3	64,1	
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Durée de la pluie de référence	70min	85min	100min	
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,15	0,16	0,18	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	68,943	Débit sortant par infiltration [l/s]	0,04	0,04	0,04	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...	0	Débit de vidange total autorisé [l/s]	0	0	0	
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	Temps de vidange	3h28	4h10	5h33	
Dénomination	Altées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	0,5	0,6	0,8	
585_S2_BS_2		Temps de vidange	3h28	4h10	5h33	
Description	Toitures, routes, plans d'eau, ...	Calcul: Dimension du Volume maîtrisable [m ³]				
Bassin sec, toiture	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	16	Dispositif			
	Débit de fuite admissible [l/s/ha]	0	Longueur			Bassin sec
Remarque			Largeur [m]			8
			Pente			30
			Profondeur [m]/Hauteur [m]			0,2
			Largeur [m] du fond			1,31
			Diamètre			
			Surface d'infiltration			16
			Volume maîtrisable [m ³]			2,65

Scénario 2						
Visualisation	Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration					
	Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$	0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans
Forêts, bois, ...	0	Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	34,2		36,2	38,3
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Durée de la pluie de référence	135min		160min	195min
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,13		0,13	0,14
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	48	Débit sortant par infiltration [l/s]	0		0	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...	0	Débit de vidange total autorisé [l/s]	0,033		0,033	0,033
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	Temps de vidange	6h44		8h25	10h57
Dénomination	Altées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	0,8		1	1,3
585_S2_CIT_3		Temps de vidange	6h44		8h25	10h57
Description	Toitures, routes, plans d'eau, ...	Calcul: Dimension du Volume maîtrisable [m ³]				
Toiture verte + citerne	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	18	Dispositif			
	Débit de fuite admissible [l/s/ha]	0	Longueur			Citerne
Remarque			Largeur [m]			0,67
			Hauteur [m]			1,42
			Quantité			2
			Volume maîtrisable [m ³]			2

Scénario 2						
Visualisation	Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration					
	Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$	0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans
Forêts, bois, ...	0	Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	48,2		51,6	54
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Durée de la pluie de référence	85min		100min	125min
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,2		0,21	0,22
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	103,188	Débit sortant par infiltration [l/s]	0		0	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...	0	Débit de vidange total autorisé [l/s]	0,0515		0,0515	
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	Temps de vidange	3h47		5h24	7h01
Dénomination	Altées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	0,7		1	1,3
585_S2_CIT_1		Temps de vidange	3h47		5h24	7h01
Description	Toitures, routes, plans d'eau, ...	Calcul: Dimension du Volume maîtrisable [m ³]				
Toiture verte + citerne	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	0	Dispositif			
	Débit de fuite admissible [l/s/ha]	0	Longueur			Citerne
Remarque			Profondeur [m]			0,67
			Hauteur [m]			1,42
			Quantité			2
			Volume maîtrisable [m ³]			2

REMARQUE (rapport au scénario 1)

Le Volume d'eau à maîtriser [m³] passe de 4,2m³ à 1,3m³ et le temps de vidange de 22h37 à 7h01 par l'installation d'une toiture verte

31%

- 15h36

Scénario 2						
Visualisation	Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration					
	Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$	0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans
Forêts, bois, ...	0	Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	30,2		51,6	POUR PDR = 25
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Durée de la pluie de référence	160min		190min	Comme 585_S2_CIT_1
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,19		0,2	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	59	Débit sortant par infiltration [l/s]	0		0	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes <= 15cm, ...	0	Débit de vidange total autorisé [l/s]	0,0485		0,0485	
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	Temps de vidange	7h27		9h44	
Dénomination	Altées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	1,3		1,7	
585_S2_CIT_2		Temps de vidange	7h27		9h44	
Description	Toitures, routes, plans d'eau, ...	Calcul: Dimension du Volume maîtrisable [m ³]				
Toiture verte + citerne	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	0	Dispositif			
	Débit de fuite admissible [l/s/ha]	0	Longueur			Citerne
Remarque			Profondeur [m]			0,67
			Hauteur [m]			1,42
			Quantité			2
			Volume maîtrisable [m ³]			2

Annexes

DU SITE	SCENARIO 2 : Surfaces incidentes par type d'occupation de sol				PROFIL DE RECHERCHE
	Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0	
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0	
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	0,25	0	0	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	2844,56	0,4	1137,824	0	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0	
Pavés à joints écarts, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0	
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	706,125	0,9	635,5125	706,125	635,5125
Toitures, routes, plans d'eau, ...	1928,460	1	1928,46	4773,02	4773,02
	5479,145			5408,5325	
Somme des surfaces contributives générées	3701,765				
% par rapport à l'initial	68%				

REPRIS	SCENARIO 2 : Surfaces incidentes par type d'occupation de sol REPRIS				PROFIL DE RECHERCHE
	Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0	
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0	
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	0,25	0	0	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	2844,56	0,4	1137,824	0	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0	
Pavés à joints écarts, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0	
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	481,48	0,9	433,332	481,48	433,332
Toitures, routes, plans d'eau, ...	870,420	1	870,42	3714,96	3714,96
	4196,46			4148,312	
Somme des surfaces contributives générées	2844,56				
% par rapport à l'initial	43%				

DU SITE	SCENARIO 2 : Surfaces incidentes par type d'occupation de sol				PROFIL DE RECHERCHE
	Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0	
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0	
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	0,25	0	0	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	2844,56	0,4	1137,824	0	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0	
Pavés à joints écarts, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0	
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	706,125	0,9	635,5125	706,125	635,5125
Toitures, routes, plans d'eau, ...	1928,460	1	1928,46	4773,02	4773,02
	5479,145			5408,5325	
Somme des surfaces contributives générées	3701,765				
% par rapport à l'initial	68%				

Scénario 3 :

Scenario 3					
Visualisation	Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration				PROFIL DE RECHERCHE
	Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]		Résultats : K = 5 x 10 ⁻⁵		
Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]	0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans
Forêts, bois, ...	0	Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	27,1	28,5	30,3
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Durée de la pluie de référence	185min	220min	265min
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,73	0,77	0,82
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	439	Débit sortant par infiltration [l/s]	0,19	0,19	0,19
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	Débit sortant par infiltration [l/s]	0,19	0,19	0,19
Pavés à joints écarts, pavés drainants, ...	0	Débit de vidange total autorisé [l/s]	0	0	0
Dénomination	Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	6	7,7	10
585_S3_N1_1	31	Temps de vidange	8h46	11h15	14h37
Description	Toitures, routes, plans d'eau, ...	67			
Noue reprenant toitures verte + toitures annexes + cours	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	76	Dispositif	Noue trapézoïdale	
	Débit de fuite admissible [l/s/ha]	0	Longueur	38	
Remarque	Largeur [m]	2			
	Pente	30			
	Profondeur [m]/Hauteur [m]	0,2			
	Largeur [m] du fond	1,31			
	Diamètre				
	Surface d'infiltration	76			
	Volume maitrisable [m ³]	12,57			
Visualisation					
Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration					PROFIL DE RECHERCHE
Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]		Résultats : K = 5 x 10 ⁻⁵			
Forêts, bois, ...	0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	15,6	16,5	17,6
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	Durée de la pluie de référence	390min	455min	535min
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	1072	Débit entrant dans le dispositif [l/s]	2,21	2,34	2,5
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	Débit sortant par infiltration [l/s]	0,58	0,58	0,58
Pavés à joints écarts, pavés drainants, ...	0	Débit de vidange total autorisé [l/s]	0	0	0
Dénomination	Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	38,3	48,1	61,8
585_S3_N1_2	444	Temps de vidange	18h30	23h14	29h51
Description	Toitures, routes, plans d'eau, ...	590	230	Dispositif	Noue trapézoïdale
	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	230	0	Longueur	115
	Débit de fuite admissible [l/s/ha]	0	Largeur [m]		2
Remarque	Pente	45			
	Profondeur [m]/Hauteur [m]	0,4			
	Largeur [m] du fond	1,2			
	Diamètre				
	Surface d'infiltration	230			
	Volume maitrisable [m ³]	73,6			

DU SITE	SCENARIO 3 : Surfaces incidentes par type d'occupation de sol				PROFIL DE RECHERCHE
	Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0	
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0	
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	0,25	0	0	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	1768,68	0,4	707,472	0	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0	
Pavés à joints écarts, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0	
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	706,125	0,9	635,5125	706,125	635,5125
Toitures, routes, plans d'eau, ...	3004,340	1	3004,34	4773,02	4773,02
	5479,145			5408,5325	
Somme des surfaces contributives générées	3479,145				
% par rapport à l'initial	54%				

DU SITE	SCENARIO 3 : Surfaces incidentes par type d'occupation de sol REPRIS				PROFIL DE RECHERCHE
	Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0	
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0	
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	0,25	0	0	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	1768,68	0,4	707,472	0	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0	
Pavés à joints écarts, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0	
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	475,13	0,9	427,608	475,12	427,608
Toitures, routes, plans d'eau, ...	688,420	1	688,42	2457,10	2457,1
	2932,22			2884,708	
Somme des surfaces contributives générées	1523,3				
% par rapport à l'initial	34%				

Visualisation					
Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]		Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration			
		Résultats : K = 5 x 10 ⁻⁵			
Forêts, bois, ...	0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	37,3	18,1	41,7
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	Durée de la pluie de référence	120min	400min	175min
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	258	Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,5	0,53	0,56
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	Débit sortant par infiltration [l/s]	0,13	0,13	0,13
Pavés à joints écarts, pavés drainants, ...	0	Débit de vidange total autorisé [l/s]	0	0	0
Dénomination	Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	2,7	9,5	4,5
629_S2_N1_3	32	Temps de vidange	5h46	20h18	9h37
Description	Toitures, routes, plans d'eau, ...	52	Dispositif	Noue trapézoïdale	
	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	0	Longueur	26	
	Débit de fuite admissible [l/s/ha]	0	Largeur [m]		2
Remarque	Pente	30			
	Profondeur [m]/Hauteur [m]	0,2			
	Largeur [m] du fond	1,31			
	Diamètre				
	Surface d'infiltration	52			
	Volume maitrisable [m ³]	8,6			
Visualisation					
Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration					PROFIL DE RECHERCHE
Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]		Résultats : K = 5 x 10 ⁻⁵			
Forêts, bois, ...	0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	15,6	16,5	17,6
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	Durée de la pluie de référence	390min	455min	535min
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	1768,68	Débit entrant dans le dispositif [l/s]	2,21	2,34	2,5
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	Débit sortant par infiltration [l/s]	0,58	0,58	0,58
Pavés à joints écarts, pavés drainants, ...	0	Débit de vidange total autorisé [l/s]	0	0	0
Dénomination	Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	38,3	48,1	61,8
585_S3_N1_2	444	Temps de vidange	18h30	23h14	29h51
Description	Toitures, routes, plans d'eau, ...	590	230	Dispositif	Noue trapézoïdale
	Surface infiltrante du dispositif [m ²				

ANNEXE XXXVI : Dimensionnements des dispositifs de l'îlot 881

Scénario 1 :

Visualisation		Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration				
		Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$				
Forêts, bois, ...	0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans	
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Intensité de la pluie de référence [U/s/ha]	19,2	20,3	21,6	
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles en pierre, ...	0	Durée de la pluie de référence	295min	345min	410min	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	Débit entrant dans le dispositif [U/s]	0,07	0,1	0,1	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	Débit sortant par infiltration [U/s]	0	0	0	
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	Débit de vidange total autorisé [U/s]	0,024	0,024	0,024	
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	0	Volume d'eau à maîtriser [m³]	1,2	1,5	2	
Temps de vidange	13h53		17h22	23h09		
Description		48,000 Calcul: Dimension du Volume maitrisable [m³]				
Citerne individuelle Arrière+Annexe	5	Largeur [m]				Citerne
Remarque		Profondeur [m]				0,67
		Hauteur [m]				1,42
		Quantité				2
		Volume maitrisable [m³]				2
Visualisation		Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration				
		Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$				
Forêts, bois, ...	0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans	
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Intensité de la pluie de référence [U/s/ha]	19,2	20,3	21,6	
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles en pierre, ...	0	Durée de la pluie de référence	295min	345min	410min	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	Débit entrant dans le dispositif [U/s]	0,12	0,13	0,14	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	Débit sortant par infiltration [U/s]	0	0	0	
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	Débit de vidange total autorisé [U/s]	0,032	0,032	0,032	
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	0	Volume d'eau à maîtriser [m³]	1,6	2	2,6	
Temps de vidange	13h53		17h22	22h34		
Description		64,000 Calcul: Dimension du Volume maitrisable [m³]				
Citerne en cave retenant toiture arrière annexes principales	5	Largeur [m]				0,67
Remarque		Profondeur [m]				1,4
Ne reprend qu'une période de retour de 10ans		Hauteur [m]				1,42
		Quantité				2
		Volume maitrisable [m³]				2
Visualisation		Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration				
		Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$				
Forêts, bois, ...	0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans	
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Intensité de la pluie de référence [U/s/ha]	14,1	15	15,9	
Champs cultivés, landes, broussailles, ...	0	Durée de la pluie de référence	445min	515min	610	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	Débit entrant dans le dispositif [U/s]	0,27	0,29	0,3	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	Débit sortant par infiltration [U/s]	0,07	0,07	0,07	
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	Débit de vidange total autorisé [U/s]	0	0	0	
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	0	Volume d'eau à maîtriser [m³]	5,3	6,6	8,5	
Temps de vidange	21h02		26h11	33h44		
Description		190,000 Calcul: Dimension du Volume maitrisable [m³]				
Noue de chaque côté du bâtiment retenant toitures	28	Dispositif				Noue trapézoïdale
Remarque		Longueur				14
		Pente				2
		Profondeur [m]/Hauteur [m]				45
		Largeur [m] du fond				1,2
		Diamètre				
		Surface d'infiltration				28
		Volume maitrisable [m³]				8,96

Visualisation		Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration				
		Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$				
Forêts, bois, ...	0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans	
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Intensité de la pluie de référence [U/s/ha]	14,1	15	17,4	
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles en pierre, ...	0	Durée de la pluie de référence	445min	515min	545min	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	Débit entrant dans le dispositif [U/s]	0,27	0,29	1,02	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	Débit sortant par infiltration [U/s]	0,07	0,07	0,24	
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	Débit de vidange total autorisé [U/s]	0	0	0	
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	0	Volume d'eau à maîtriser [m³]	5,3	6,6	25,7	
Temps de vidange	21h02		26h11	30h23		
Description		588,000 Calcul: Dimension du Volume maitrisable [m³]				
Noue reprenant toitures garages + route	94	Dispositif				Noue trapézoïdale
Remarque		Longueur				47
		Pente				45
		Profondeur [m]/Hauteur [m]				0,4
		Largeur [m] du fond				1,2
		Diamètre				
		Surface d'infiltration				94
		Volume maitrisable [m³]				30,08
Visualisation		Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration				
		Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$				
Forêts, bois, ...	0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans	
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Intensité de la pluie de référence [U/s/ha]	14,1	15,8	16,9	
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles en pierre, ...	0	Durée de la pluie de référence	410min	480min	565min	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	Débit entrant dans le dispositif [U/s]	0,77	0,81	0,87	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	Débit sortant par infiltration [U/s]	0,2	0,2	0,2	
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	Débit de vidange total autorisé [U/s]	0	0	0	
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	0	Volume d'eau à maîtriser [m³]	14,1	17,7	22,7	
Temps de vidange	19h35		24h35	31h32		
Description		514,000 Calcul: Dimension du Volume maitrisable [m³]				
Bassin sec partagé retenant les toitures voisines	80	Dispositif				Noue trapézoïdale
Remarque		Longueur				10
		Pente				8
		Profondeur [m]/Hauteur [m]				0,3
		Largeur [m] du fond				7,4
		Diamètre				
		Surface d'infiltration				80
		Volume maitrisable [m³]				23,1
Visualisation		Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration				
		Résultats : $K = 5 \times 10^{-5}$				
Forêts, bois, ...	0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans	
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	Intensité de la pluie de référence [U/s/ha]	34,2	36,2	38,3	
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles en pierre, ...	0	Durée de la pluie de référence	135min	160min	195min	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	Débit entrant dans le dispositif [U/s]	0,58	0,62	0,65	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	Débit sortant par infiltration [U/s]	0,15	0,15	0,15	
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	Débit de vidange total autorisé [U/s]	0	0	0	
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	0	Volume d'eau à maîtriser [m³]	3,5	4,5	5,9	
Temps de vidange	6h29		8h20	10h56		
Description		170,000 Calcul: Dimension du Volume maitrisable [m³]				
Noue reprenant toitures voisines	60	Dispositif				Noue trapézoïdale
Remarque		Longueur				30
		Pente				30
		Profondeur [m]/Hauteur [m]				0,2
		Largeur [m] du fond				1,31
		Diamètre				
		Surface d'infiltration				60
		Volume maitrisable [m³]				9,92

Annexes

DU SITE		SCENARIO 1 : Surfaces incidents par type d'occupation de sol			
Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	Surface (type d'occupation initial)	
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0	
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0	
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	0,25	0	0	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	0,4	0	0	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0	
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0	
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	1602,161	0,9	1441,9449	1602,161	1441,9449
Toitures, routes, plans d'eau, ...	4462,890	1	4462,89	4462,89	5904,8349
Somme des surfaces contributives générées	6065,051				
% par rapport à l'initial	100%				

REPRISE		SCENARIO 1 : Surfaces incidents par type d'occupation de sol REPRISE			
Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	Surface (type d'occupation initial)	
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0	
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0	
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	0,25	0	0	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	0,4	0	0	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0	
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0	
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	0	0,9	0	0	
Toitures, routes, plans d'eau, ...	2821,800	1	2821,8	2821,800	2821,8
Somme des surfaces contributives générées	2821,8				
% par rapport à l'initial	48%				

DU SITE		SCENARIO 1 : Surfaces incidents par type d'occupation de sol			
Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	Surface (type d'occupation initial)	
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0	
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0	
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	0,25	0	0	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	0,4	0	0	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0	
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0	
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	1602,161	0,9	1441,9449	1602,161	1441,9449
Toitures, routes, plans d'eau, ...	4462,890	1	4462,89	4462,89	5904,8349
Somme des surfaces contributives générées	6065,051				
% par rapport à l'initial	100%				

REPRISE		SCENARIO 1 : Surfaces incidents par type d'occupation de sol REPRISE			
Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	Surface (type d'occupation initial)	
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0	
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0	
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	0,25	0	0	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	0	0,4	0	0	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0	
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0	0	
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	0	0,9	0	0	
Toitures, routes, plans d'eau, ...	2821,800	1	2821,8	2821,800	2821,8
Somme des surfaces contributives générées	2821,8				
% par rapport à l'initial	48%				

Scénario 3 : Uniquement des changements d'occupation de sol

→ Pas de dimensionnement

DU SITE		SCENARIO 1 : Surfaces incidents par type d'occupation de sol			
Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	Surface (type d'occupation initial)	
Forêts, bois, ...	0	0,05	0	0	
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0	0	
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrement, ...	0	0,25	0	0	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	480,59	0,4	192,236	0	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0	0	
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	2071,8	0,7	1450,26	0	
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	394,421	0,9	354,9789	394,421	354,9789
Toitures, routes, plans d'eau, ...	3118,240	1	3118,24	3598,830	3598,83
Somme des surfaces contributives générées	6065,051				
% par rapport à l'initial	87%				

Annexes

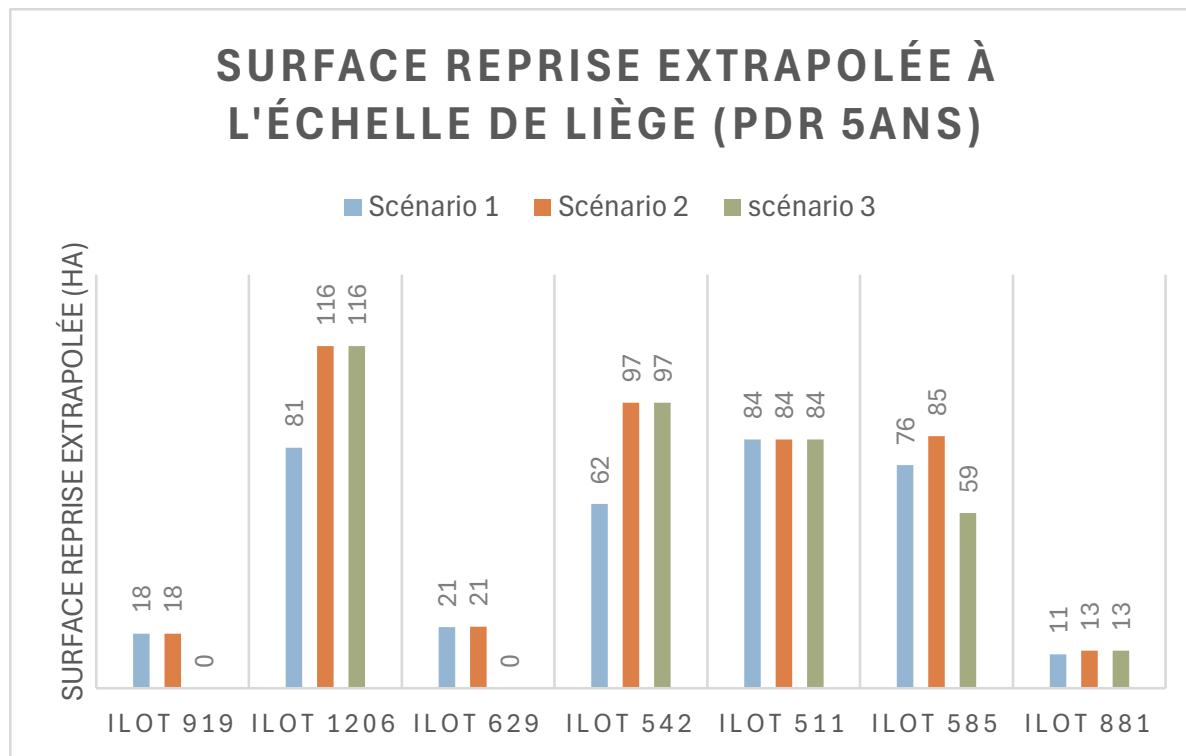
Scénario 2 :

Visualisation		Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration					
		Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]		Résultats : K = 5 x 10 ⁻⁵			
Forêts, bois, ...		0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans	
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...		0	Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	29,5	30,6	33,2	
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...		0	Durée de la pluie de référence	165min	200min	235min	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...		0	Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,97	1,01	1,09	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...		0	Débit sortant par infiltration [l/s]	0	0	0	
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...		0	Débit de vidange total autorisé [l/s]	0,25	0,25	0,25	
Altées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...		0	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	7,1	9,1	11,9	
Temps de vidange		0	Temps de vidange	7h53	10h07	13h13	
Description	Toitures, routes, plans d'eau, ...	329,000	Calcul: Dimension du Volume maitrisable [m ³]				
Chaussée drainante retenant la route et les toitures voisinentes	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	100	Dispositif	Chaussée réservoir	Chaussée réservoir	Chaussée réservoir	
Débit de fuite admissible [l/s/ha]		0	Surface de stockage	100,000	100,000	100,000	
Remarque		0	Hauteur [m] d'eau	0,071	0,091	0,119	
La Profondeur [m] est multipliée par 3 au vu du système choisi = graviers + infiltration => espace disponible = 30%	Profondeur du dispositif	0,236666667		0,303333333	0,40		
	0,6 cm > ?	OUI	OUI	OUI	OUI		
Visualisation		Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration					
		Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]		Résultats : K = 5 x 10 ⁻⁵			
Forêts, bois, ...		0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans	
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...		0	Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	48,2	51,6	54	
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...		0	Durée de la pluie de référence	85min	100min	125min	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...		333	Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,64	0,69	0,72	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...		0	Débit sortant par infiltration [l/s]	0	0	0	
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...		0	Débit de vidange total autorisé [l/s]	0,1665	0,1665	0,1665	
Altées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...		0	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	2,4	3,1	4,1	
Temps de vidange		0	Temps de vidange	4h	5h10	6h5	
Description	Toitures, routes, plans d'eau, ...		Calcul: Dimension du Volume maitrisable [m ³]				
Le volume dépasse 2m ³ mais il s'agit d'un immeuble possédant des grandes	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	0	Dispositif		Citerne		
Débit de fuite admissible [l/s/ha]		0	Largeur [m]		0,67		
	0	Profondeur [m]			1,4		
	0	Hauteur [m]			1,42		
	0	Quantité			5		
	0	Volume maitrisable [m ³]			5		
Visualisation		Calcul: Volume du dispositif de retention/infiltration					
		Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol [m ²]		Résultats : K = 5 x 10 ⁻⁵			
Forêts, bois, ...		0	Période de retour	5 ans	10 ans	25 ans	
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...		0	Intensité de la pluie de référence [l/s/ha]	30,2	32,5	34,3	
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...		0	Durée de la pluie de référence	160min	185min	225min	
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...		56	Débit entrant dans le dispositif [l/s]	0,17	0,19	0,2	
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...		0	Débit sortant par infiltration [l/s]	0	0	0	
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...		0	Débit de vidange total autorisé [l/s]	0,0455	0,0455	0,0455	
Altées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...		0	Volume d'eau à maîtriser [m ³]	1,2	1,6	2	
Temps de vidange		0	Temps de vidange	7h20	9h46	12h13	
Description	Toitures, routes, plans d'eau, ...	35,000	Calcul: Dimension du Volume maitrisable [m ³]				
Le volume dépasse 2m ³ mais il s'agit d'un immeuble possédant des grandes	Surface infiltrante du dispositif [m ²]	0	Dispositif		Citerne		
Débit de fuite admissible [l/s/ha]		0	Largeur [m]		0,67		
	0	Profondeur [m]			1,4		
	0	Hauteur [m]			1,42		
	0	Quantité			5		
	0	Volume maitrisable [m ³]			5		

SCENARIO 2 : Surfaces incidentes par type d'occupation du sol							
Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	Surface (type d'occupation initial)			
Forêts, bois, ...	0	0,05	0				0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0				0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...	0	0,25	0				0
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	480,59	0,4	192,236				
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0				0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0				0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	1602,161	0,9	1441,9449				
Toitures, routes, plans d'eau, ...	3982,300	1	3982,3	1602,161	1441,9449	4462,890	5904,8349
	6065,051						
Somme des surfaces contributrices générées							
% par rapport à l'initial							
REPRISE							
Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	Surface (type d'occupation initial)			
Forêts, bois, ...	0	0,05	0				0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0				0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...	0	0,25	0				0
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	480,59	0,4	192,236				
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0				0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0				0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	2706,030	1	2706,03	3186,620	3186,62	3186,62	3186,62
Toitures, routes, plans d'eau, ...							
	3186,62						
Somme des surfaces contributrices générées							
% par rapport à l'initial							
DU SITE							
Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	Surface (type d'occupation initial)			
Forêts, bois, ...	0	0,05	0				0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0				0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...	0	0,25	0				0
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	480,59	0,4	192,236				
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0				0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0				0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	1602,161	0,9	1441,9449				
Toitures, routes, plans d'eau, ...	3982,300	1	3982,3	1602,161	1441,9449	4462,890	5904,8349
	6065,051						
Somme des surfaces contributrices générées							
% par rapport à l'initial							
SCENARIO 2 : Surfaces incidentes par type d'occupation du sol							
Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	Surface (type d'occupation initial)			
Forêts, bois, ...	0	0,05	0				0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0				0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...	0	0,25	0				0
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	480,59	0,4	192,236				
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0				0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0				0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	1602,161	0,9	1441,9449				
Toitures, routes, plans d'eau, ...	3982,300	1	3982,3	1602,161	1441,9449	4462,890	5904,8349
	6065,051						
Somme des surfaces contributrices générées							
% par rapport à l'initial							
REPRISE							
Type de surface	Surface	Coeff. ruiss.	Surface pond.	Surface (type d'occupation initial)			
Forêts, bois, ...	0	0,05	0				0
Prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs, ...	0	0,15	0				0
Champs cultivés, landes, broussailles, cimetières, dalles empierrément, ...	0	0,25	0				0
Dalles gazon, toitures vertes > 15cm, ...	480,59	0,4	192,236				
Terres battues, chemins de terre, toitures vertes < 15cm, ...	0	0,5	0				0
Pavés à joints écartés, pavés drainants, ...	0	0,7	0				0
Allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés, ...	3344,590	1	3344,59	3825,180	3825,18	3825,18	3825,18
Toitures, routes, plans d'eau, ...							
	3825,18						
Somme des surfaces contributrices générées							
% par rapport à l'initial							
PERIOD RETOUR = 10ANS							

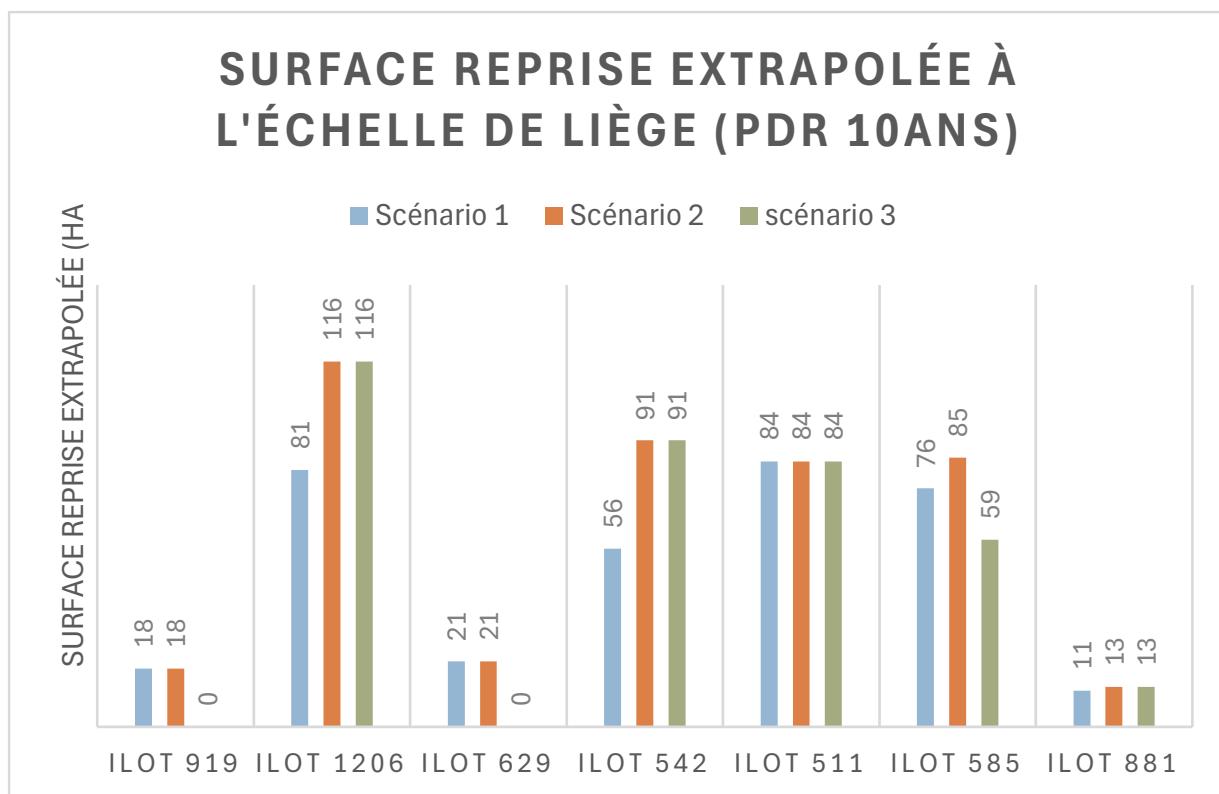
ANNEXE XXXVII : Extrapolation à l'échelle de la ville (PDR 5ans)

PDR 5 ans												
Données existantes (Présentation îlot + Résultats)										Surface reprise équivalente à l'échelle de Liège (ha)		
Ilot	Scénario 1	Scénario 2	scénario 3	Surfaces incidentes		Représentativité (nombre) (%)	Représentativité (surface) (%)	Représentativité (surface) (ha)	Ilot	Scénario 1	Scénario 2	scénario 3
				initiales (%)	(%)							
Ilot 919	37%	37%			98%	8%	3%	50,74	Ilot 919	18,40	18,40	-
Ilot 1206	55%	78%	78%		82%	11%	11%	181,43	Ilot 1206	81,40	115,79	115,79
Ilot 629	55%	55%			81%	12%	3%	46,56	Ilot 629	20,65	20,77	-
Ilot 542	40%	62%	62%		79%	19%	12%	198,06	Ilot 542	62,33	96,64	96,64
Ilot 511	66%	66%	66%		40%	14%	20%	320,18	Ilot 511	84,15	84,15	84,15
Ilot 585	68%	77%	53%		53%	17%	13%	209,72	Ilot 585	75,55	85,29	59,31
Ilot 881	59%	65%	65%		43%	0%	3%	45,46	Ilot 881	11,43	12,64	12,64



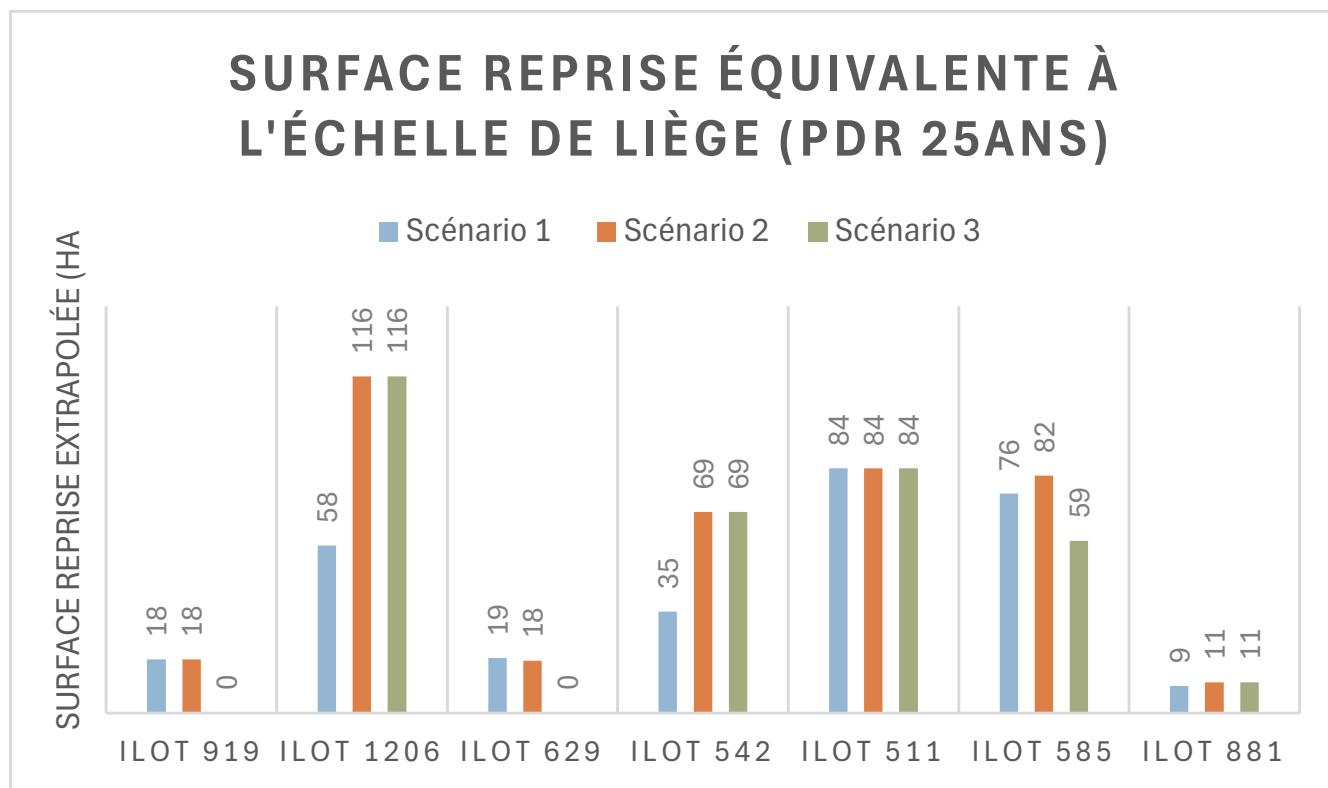
ANNEXE XXXVIII : Extrapolation à l'échelle de la ville (PDR 10ans)

PDR 10 ans														
Ilot	Données existantes (Présentation îlot + Résultats)								Surface reprise équivalente à l'échelle de Liège (ha)					
	Scénario 1	Scénario 2	scénario 3	Surfaces incidentes initiales (%)		Représentativité (nombre) (%)		Représentativité (surface) (%)		Représentativité (surface) (ha)				
				Scénario 1	Scénario 2	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 1	Scénario 2			
Ilot 919	37%	37%			98%		8%		3%	50,74	Ilot 919	18,40	18,40	-
Ilot 1206	55%	78%	78%		82%		11%		11%	181,43	Ilot 1206	81,40	115,79	115,79
Ilot 629	55%	55%			81%		12%		3%	46,56	Ilot 629	20,65	20,77	-
Ilot 542	36%	58%	58%		79%		19%		12%	198,06	Ilot 542	56,48	90,79	90,79
Ilot 511	66%	66%	66%		40%		14%		20%	320,18	Ilot 511	84,15	84,15	84,15
Ilot 585	68%	77%	53%		53%		17%		13%	209,72	Ilot 585	75,55	85,29	59,31
Ilot 881	59%	65%	65%		43%		0%		3%	45,46	Ilot 881	11,43	12,64	12,64



ANNEXE XXXIX : Extrapolation à l'échelle de la ville (PDR 25ans)

PDR de 25 ans											
Ilot	Données existantes (Présentation îlot + Résultats)							Surface reprise équivalente à l'échelle de Liège (ha)			
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Surfaces incidentes initiales (%)	Représentativité (nombre) (%)	Représentativité (surface) (%)	Représentativité (surface) (ha)	Ilot	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
Ilot 919	37%	37%		98%	8%	3%	50,74	Ilot 919	18,40	18,40	0,00
Ilot 1206	39%	78%	78%	82%	11%	11%	181,43	Ilot 1206	57,65	115,79	115,79
Ilot 629	50%	48%		81%	12%	3%	46,56	Ilot 629	18,92	18,03	0,00
Ilot 542	22%	44%	44%	79%	19%	12%	198,06	Ilot 542	34,94	69,24	69,24
Ilot 511	66%	66%	66%	40%	14%	20%	320,18	Ilot 511	84,15	84,15	84,15
Ilot 585	68%	73%	53%	53%	17%	13%	209,72	Ilot 585	75,55	81,66	59,31
Ilot 881	48%	54%	54%	43%	0%	3%	45,46	Ilot 881	9,32	10,53	10,53



ANNEXE XL : Feuille de calcul du GTI vierge

Onglet : Infiltration seule

Dimensionnement d'un ouvrage de rétention/infiltration
version 2023_04**[1] INFILTRATION SEULE**

J'ai vérifié que la présente fiche de calcul correspond bien à la **dernière version disponible** sur le site internet du Service public de Wallonie.

Je déclare avoir **lu et compris** le guide technique qui accompagne la présente feuille de calcul.



Guide technique

Ville ou Commune : **LIEGE**Surface de référence du projet [m²] :**Surfaces "drainées" en fonction de l'occupation du sol**

	coeff. ruiss. [-]	surface [m ²]	surface pondér. [m ²]	(notes facultatives)
forêts, bois,...	0,05			
prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs,...	0,15			
champs cultivés, landes, broussailles, toitures vertes >10cm, cimetières, dalles empierrement,...	0,25			
dalles gazon	0,4			
terres battues, chemins de terre,...	0,5			
pavés à joints écartés, pavés drainants,...	0,7			
allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés,...	0,9			
toitures, routes, plans d'eau,...	1			
autre (à justifier)				
autre (à justifier)				
autre (à justifier)				
autre (à justifier)				

Coeff. ruiss. moyen et surf. totale **0**

Je confirme que le tableau ci-dessus reprend bien, en plus des surfaces affectées par le projet dont le coefficient de ruissellement après travaux est supérieur à celui d'une prairie, tous les terrains dont les eaux sont interceptées et passent par le dispositif à dimensionner.

Période de récurrence	25 ans
Surface infiltrante du dispositif	m ² , soit : ...% de la surface de référence
Coefficient d'infiltration K	m/s

!/＼ Les cases à cocher doivent encore être validées. !/＼

Intensité de la pluie de référence	l/s/ha
Durée de la pluie de référence	minutes
Débit entrant dans le dispositif	l/s
Débit sortant par infiltration	l/s

Volume d'eau à maîtriser	m ³
Temps de vidange par infiltration	

Fait à _____, le ____ / ____ / 20____

Titre et nom : _____

Signature :

Onglet : Infiltration et rejet

Dimensionnement d'un ouvrage de rétention/infiltration

version 2023_04

[2] INFILTRATION ET REJET

- J'ai vérifié que la présente fiche de calcul correspond bien à la **dernière version disponible** sur le site internet du Service public de Wallonie.
- Je déclare avoir **lu et compris** le guide technique (voir feuille "Infiltration seule")

Surf. de référence du projet [m²] : **0** Ville ou Commune : **LIEGE**

Surfaces en fonction de l'occupation du sol

	coeff. ruiss. [-]	surface [m ²]	surface pondér. [m ²]	(notes facultatives)
forêts, bois,...	0,05			
prairies, jardins, zones enherbées, pelouses, parcs,...	0,15			
champs cultivés, landes, broussailles, toitures vertes >10cm, cimetières, dalles empierrement,...	0,25			
dalles gazon	0,4			
terres battues, chemins de terre,...	0,5			
pavés à joints écartés, pavés drainants,...	0,7			
allées pavées, trottoirs pavés, parkings, terrains imperméabilisés,...	0,9			
toitures, routes, plans d'eau,...	1			
autre (à justifier)				
autre (à justifier)				
autre (à justifier)				
autre (à justifier)				

Coeff. ruiss. moyen et surf. totale **0**

- Je confirme que le tableau ci-dessus reprend bien, en plus des surfaces affectées par le projet dont le coefficient de ruissellement après travaux est supérieur à celui d'une prairie, tous les terrains dont les eaux sont interceptées et passent par l'ouvrage de rétention à dimensionner.

- J'atteste l'infiltration seule n'est pas possible et je joins en annexe toutes les preuves utiles (voir explications dans le guide technique)**

Débit de fuite admissible	5	l/s/ha
Période de récurrence	25 ans	
Surface infiltrante du dispositif	0	m ² , soit : ...% de la surface de référence
Coefficient d'infiltration K	5,00E-06	m/s

!/ Les cases à cocher doivent encore être validées. !/

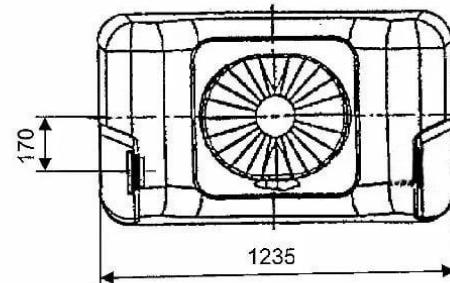
Intensité de la pluie de référence	l/s/ha
Durée de la pluie de référence	minutes
Débit entrant dans le dispositif	l/s
Débit sortant par infiltration	l/s
Débit de vidange total autorisé	l/s
Volume d'eau à maîtriser	m³
Temps de vidange	

Fait à _____, le ____ / ____ / 20____

Titre et nom : _____

Feuille de calcul réalisée par le Groupe de travail "bassins d'orage" du GTI - gtinondations@spw.wallonie.be
Données statistiques de pluie fournies par l'Institut Royal Météorologique de Belgique (IRM)

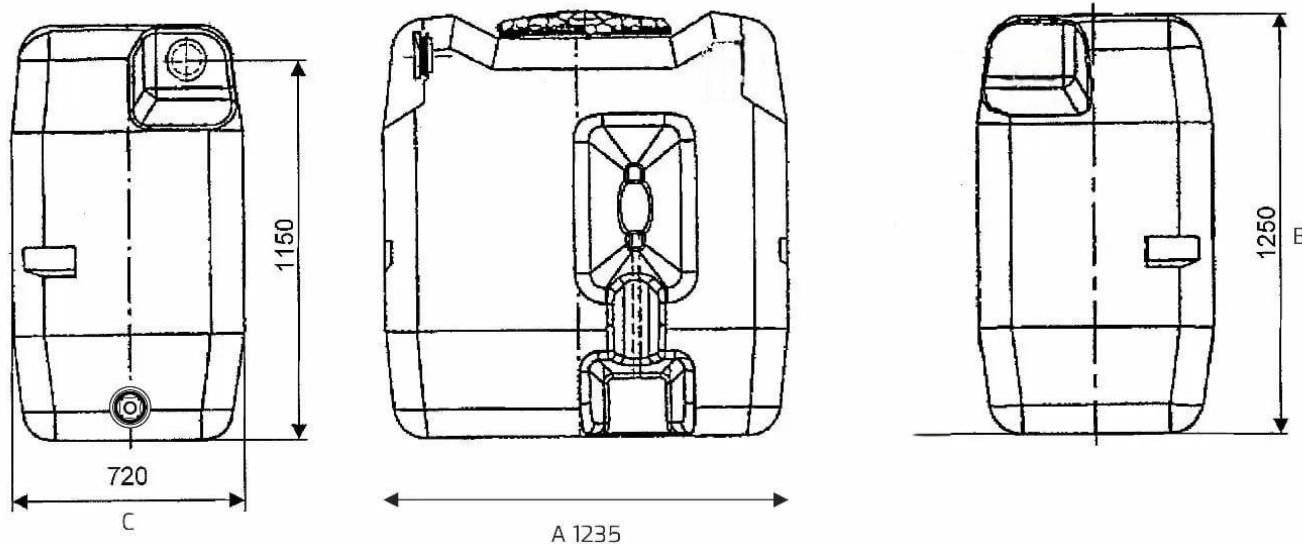
ANNEXE XLI : Citerne d'eau de pluie – jumelable – 1000 litres



BOVENGRONDSE RECHTHOEKIGE WATERTANK 1000L
CITERNE À EAU AÉRIENNE RECTANGULAIRE 1000L

TECHNISCHE SPECIFICATIES /
CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

GRONDVLAK FORME BASE	RECHTHOEKIG/RECTANGULAIRE		
CAPACITEIT CAPACITÉ	1000 L	MATERIAAL MATÉRIAU	PE
A (mm)	1235	B (mm)	1250
C (mm)	720	GEWICHT POIDS	45kg



BOLLAERT
WEBSHOP

ANNEXE XLII : Courrier de sollicitation destiné aux riverains



Liège, le 25 mars 2025

GESTION DES EAUX PLUVIALES

Madame, Monsieur,

Étudiante en Ingénieur civil architecte, à finalité spécialisée en ingénierie architecturale et urbaine à l'Université de Liège, sous la direction du professeur Jacques Teller, je réalise un travail de fin d'études axé sur la gestion des eaux pluviales en milieu dense urbain. Je focalise mes recherches sur différentes typologies d'ilots urbains présentes dans la ville de Liège par sélection d'archétypes les plus représentatifs. Mon objectif final est de proposer deux à trois scénarios d'aménagements propices à une meilleure gestion des eaux pluviales.

Afin de réaliser un travail de qualité, votre participation me semble indispensable. En effet, pour répondre au mieux à chaque situation étudiée, il serait intéressant de se rendre sur site afin d'évaluer l'ensemble des contraintes présentes au sein de l'ilot urbain pour comprendre son fonctionnement et évaluer les possibilités d'aménagements pertinents. Ainsi, vos connaissances et vos avis me seraient très précieux. Vous trouverez donc ci-dessous un exemplaire reprenant les différents aspects sur lesquelles j'aimerais obtenir de plus amples informations.

De la sorte, si vous êtes enclin à m'accorder une entrevue et/ou une visite de votre domicile, vous pouvez me contacter via l'adresse mail suivante : "lisa.gustin@student.uliege.be" ou bien par téléphone au « 0496/30.05.31 ». La durée d'un entretien est estimée à environ trente minutes/une heure.

Dans le cas contraire, un échange écrit abordant les différents aspects d'évaluation ci-joint (voir verso) m'aiderait grandement dans l'élaboration de mon travail.

Les données récoltées lors de cette étude seront uniquement utilisées dans le cadre de ce TFE. Elles seront également anonymisées afin de respecter la protection des données privées. Dans l'attente d'une réponse, je vous prie d'agréer, Madame, Monsieur, l'expression de ma considération distinguée.

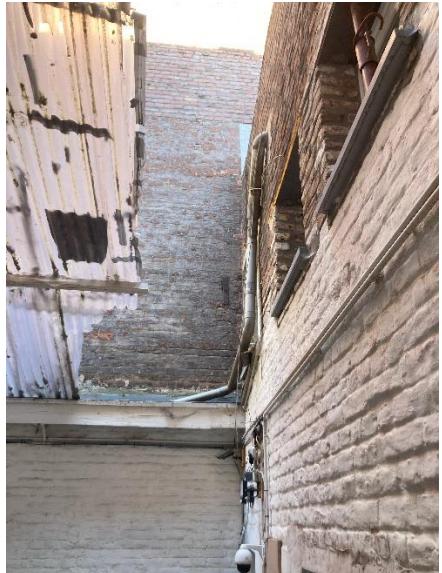
Cordialement,

Lisa Gustin

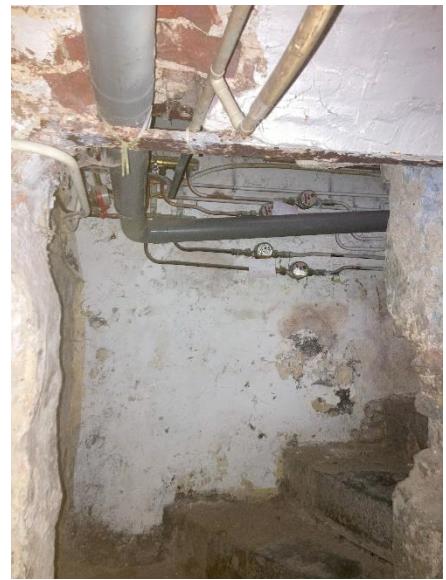
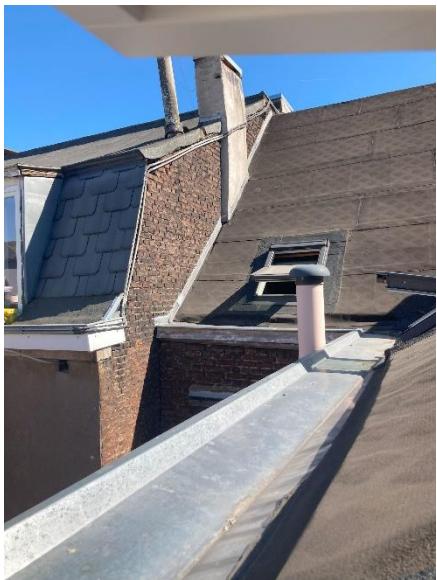
Étudiante à l'Université de Liège

ANNEXE XLIII : Photographies des visites in-situ

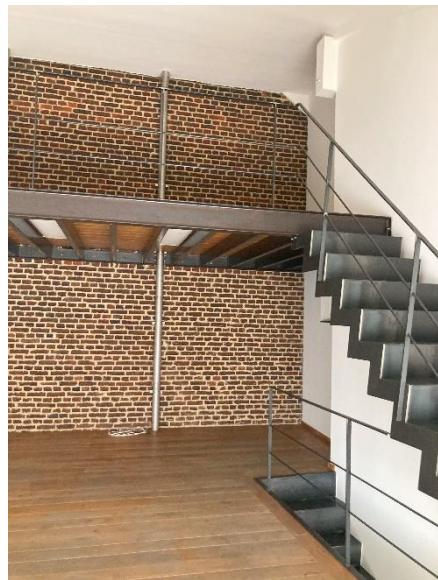
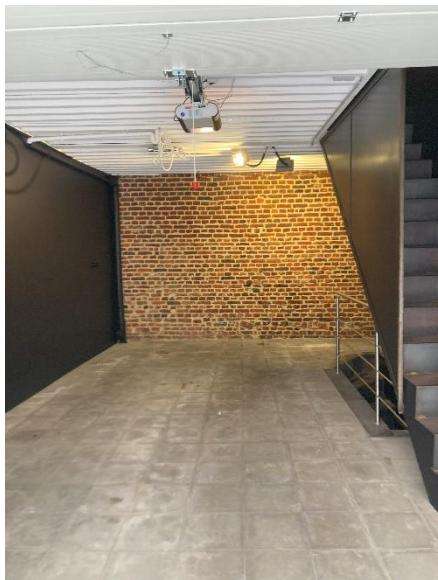
Ilot 919 : Visite 1



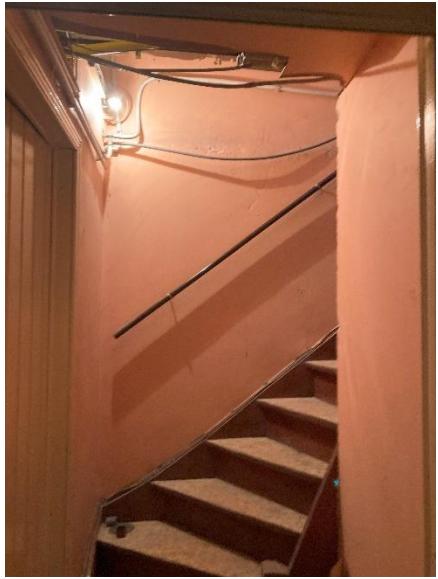
Ilot 919 : Visite 1



Ilot 919 : Visite 2



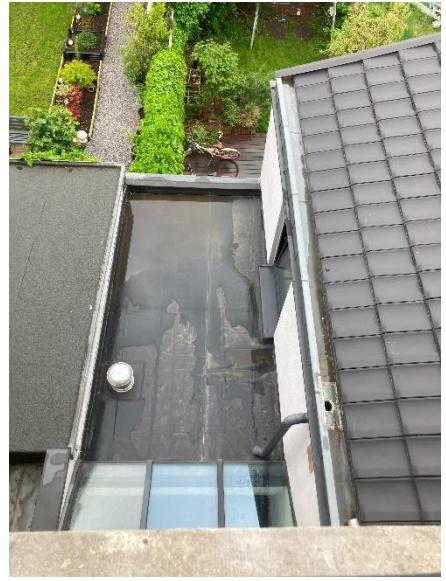
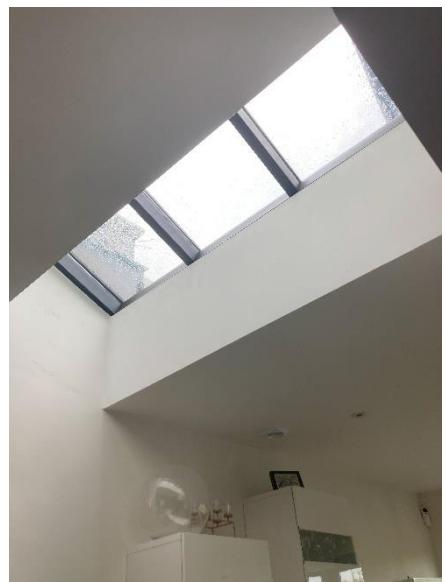
Ilot 1206 : Visite (bâtiment en travaux)



Ilot 629 : Visite



Ilot 542 : Visite



Ilot 542 : Visite



Ilot 511 : Visite 1



Ilot 511 : Visite 1



Ilot 511 : Visite 2 (Photographies extérieures uniquement)

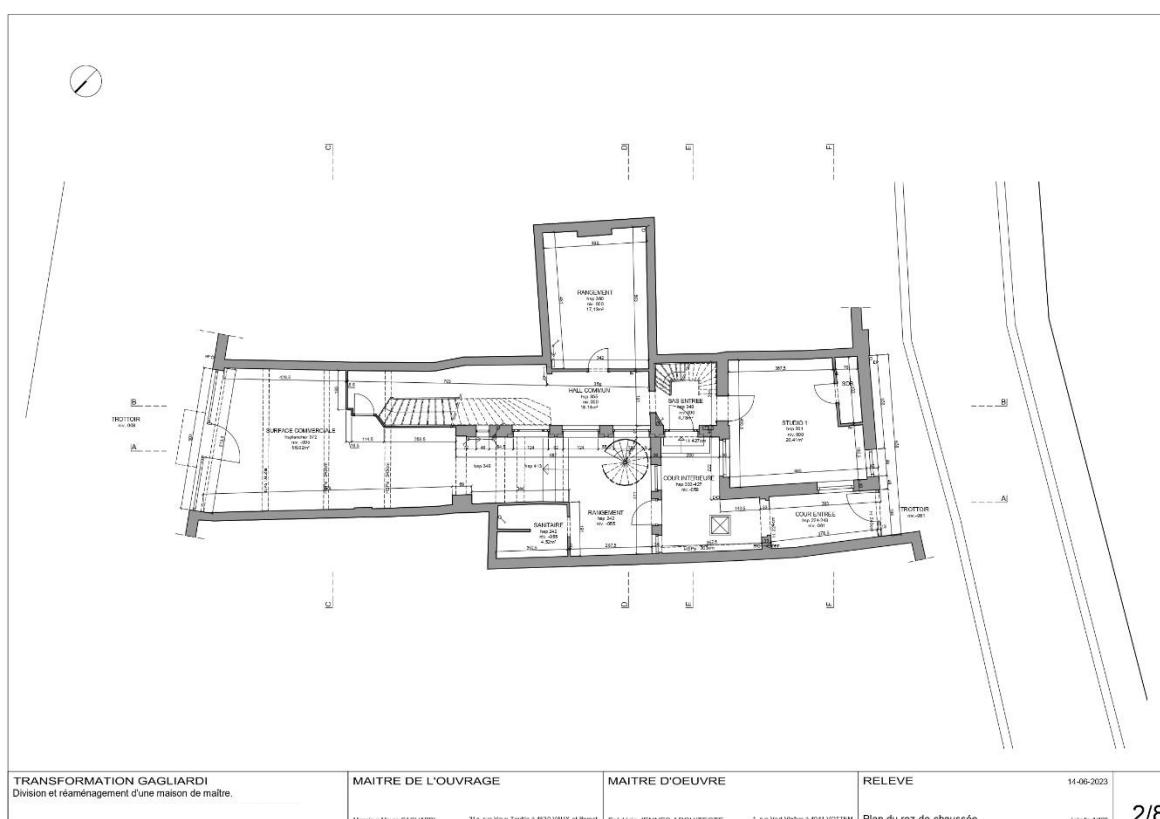
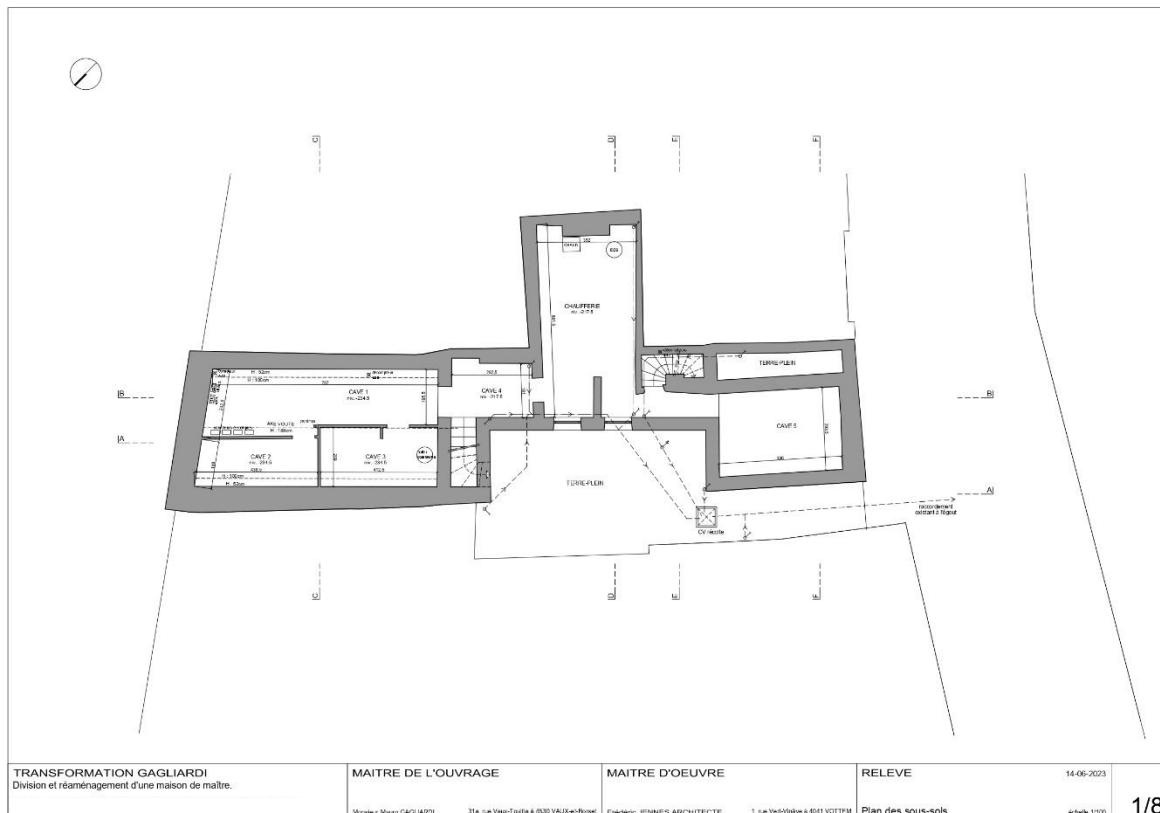


Ilot 585 : Visite

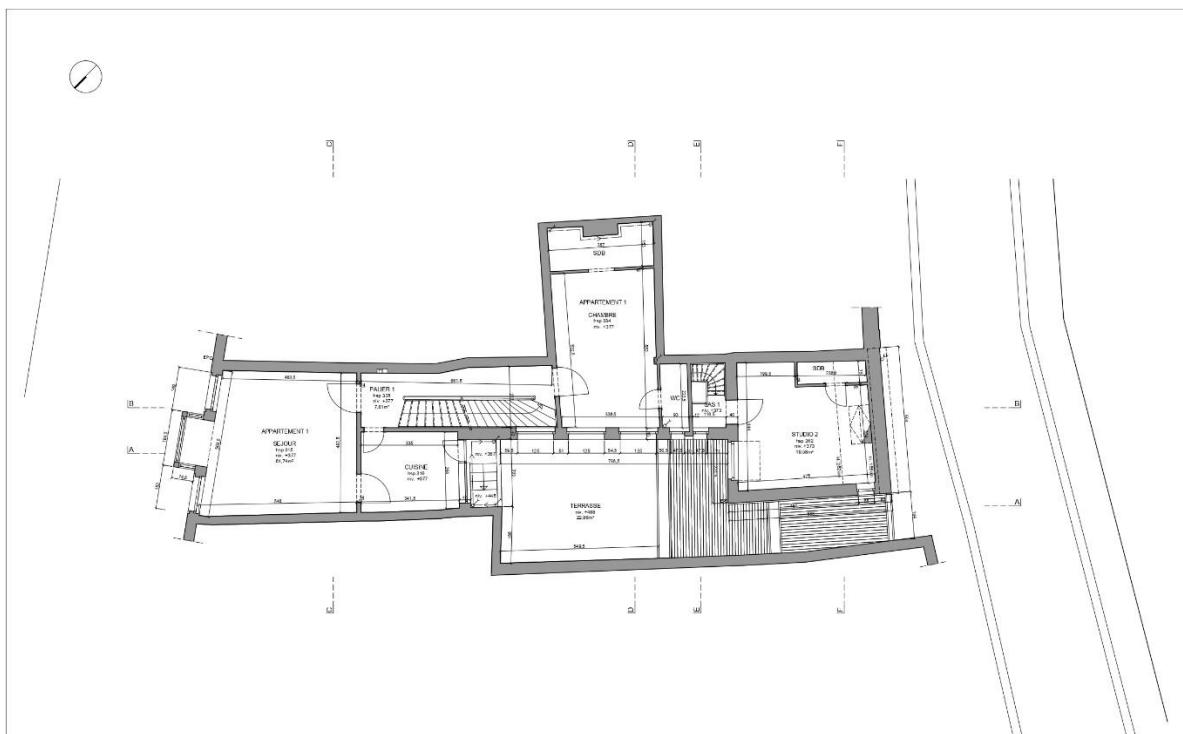


ANNEXE XLIV : Plans donnés par l'habitant

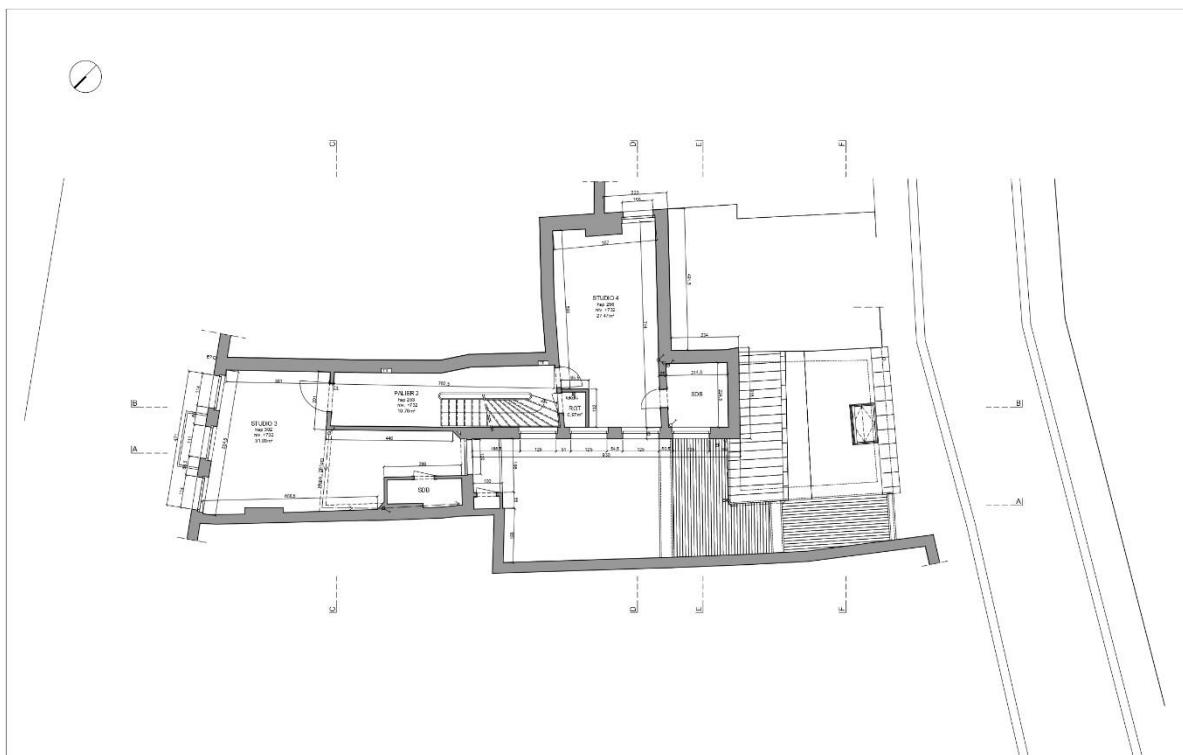
Ilot 919 : Visite 1



Annexes

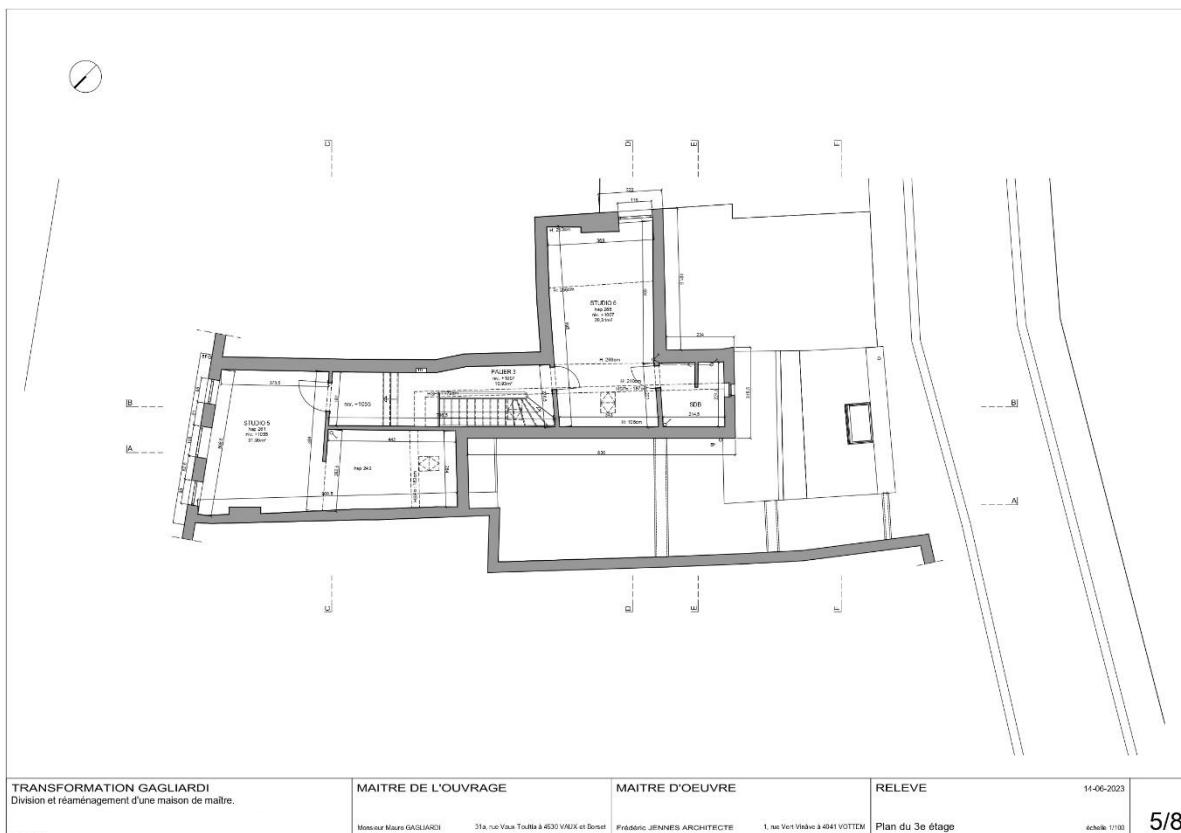


TRANSFORMATION GAGLIARDI Division et réaménagement d'une maison de maître.	MAITRE DE L'OUVRAGE Monsieur Mauro GAGLIARDI	MAITRE D'OEUVRE Frédéric JENNES ARCHITECTE	RELEVE 1, rue Van Vlae 34041 VOTTEM	14-06-2023 échelle 1/100	3/8
---	---	---	--	-----------------------------	-----



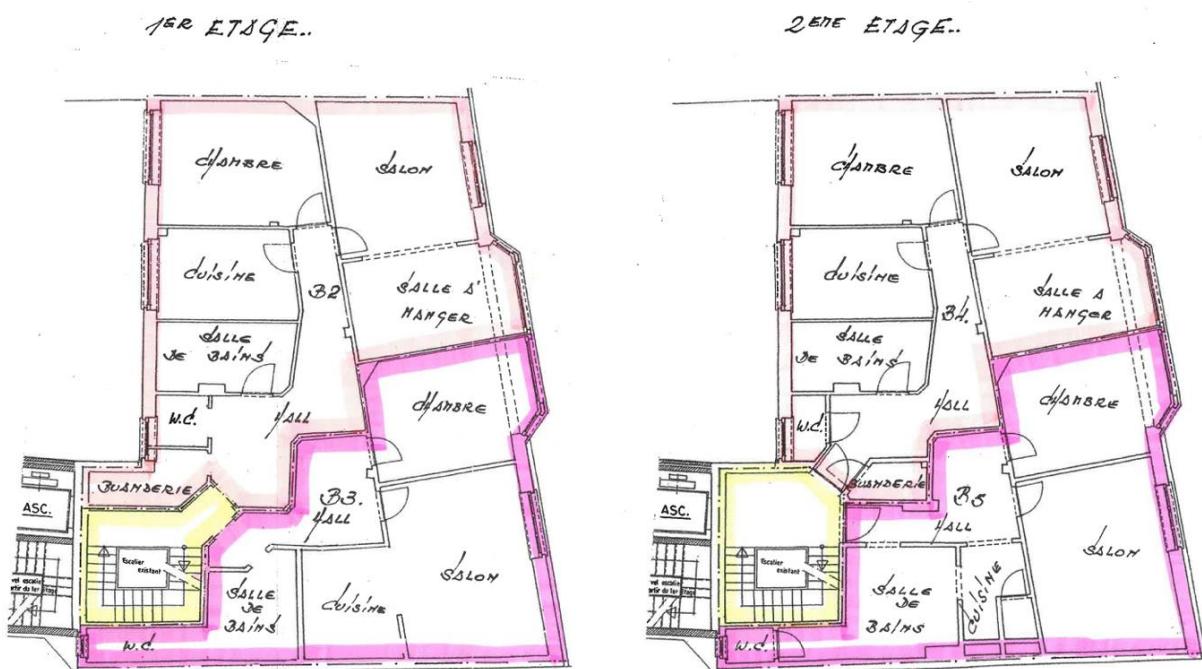
TRANSFORMATION GAGLIARDI Division et réaménagement d'une maison de maître.	MAITRE DE L'OUVRAGE Monsieur Mauro GAGLIARDI	MAITRE D'OEUVRE Frédéric JENNES ARCHITECTE	RELEVE 1, rue Van Vlae 34041 VOTTEM	14-06-2023 échelle 1/100	4/8
---	---	---	--	-----------------------------	-----

Annexes

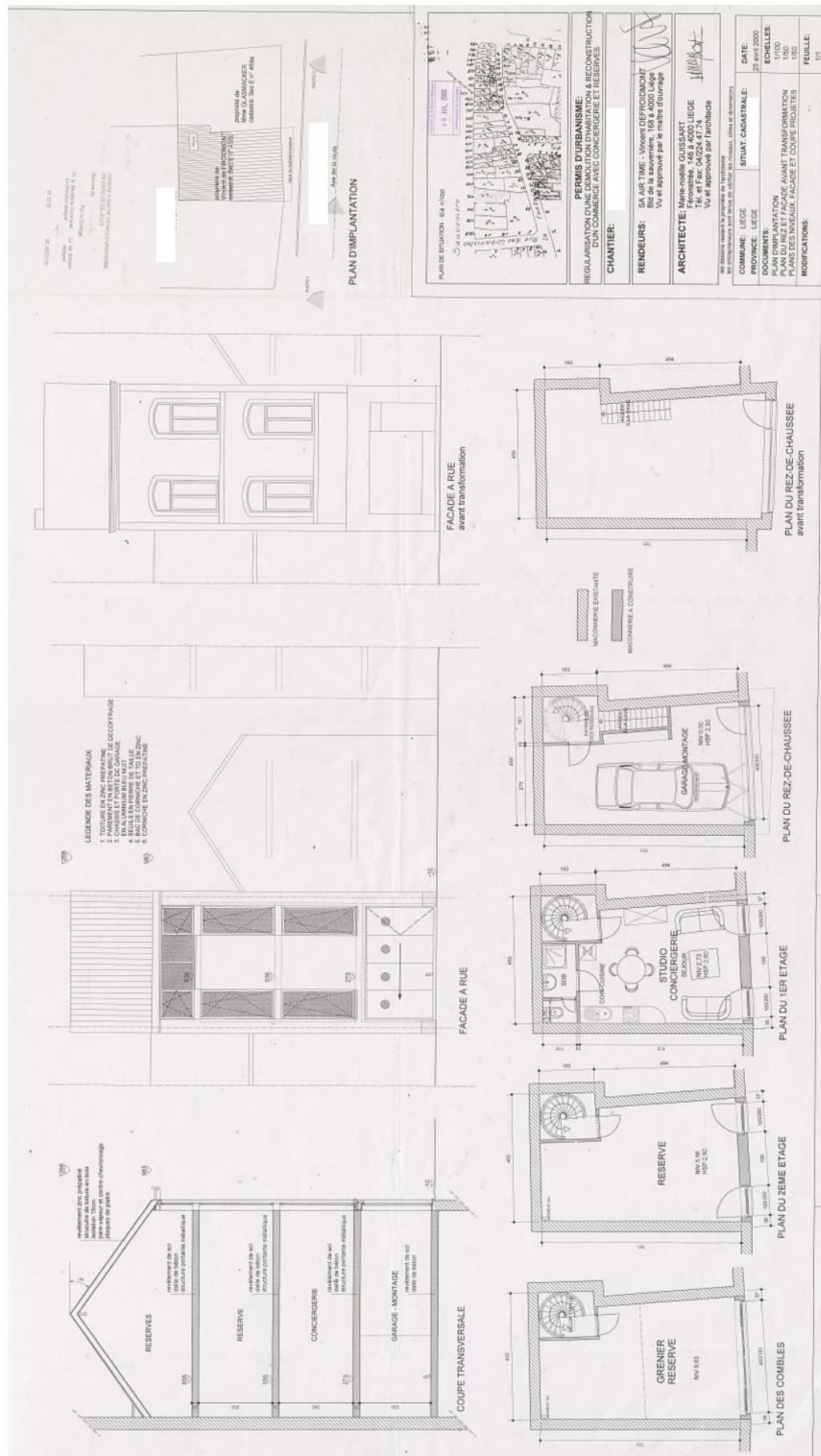




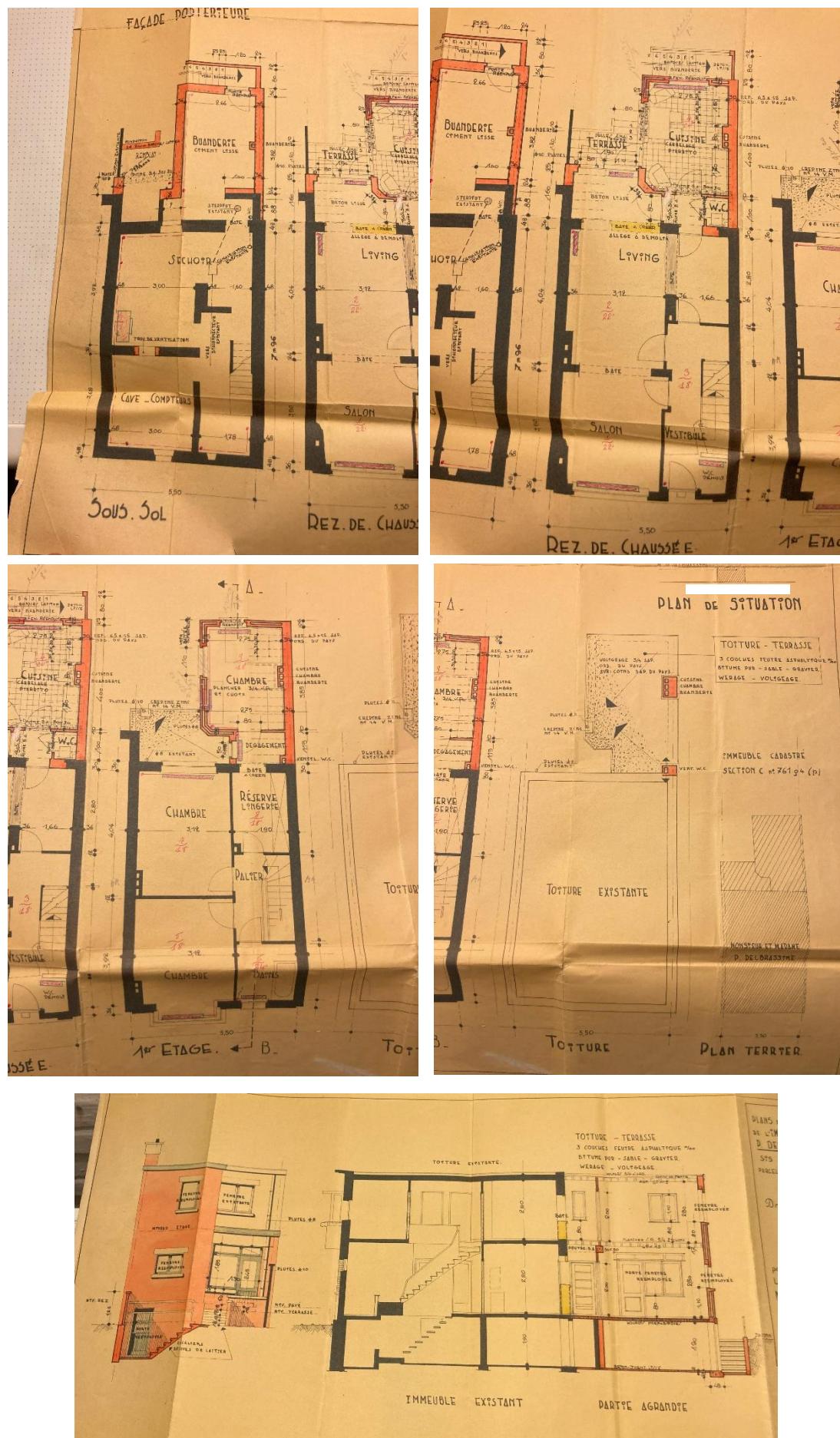
Ilot 919 : Visite 2 a



Ilot 919 : Visite 2 b



Ilot 511



Ilot 585 :

