

# **Une approche configurationnelle pour l'identification des déterminants du management public des eaux pluviales en milieu urbain par des infrastructures vertes**

**Tarisai Mayah Mudiwa, Olivier Coussi, Anass Mawadia  
& Elisabetta M. Venco\***

**Laboratoire CEREGE (UR13564) Université de Poitiers (France), IAE, 22  
rue Guillaume VII Le Troubadour, 86000 Poitiers, France.**

**\*University of Pavia (Italy)**

## **RÉSUMÉ**

Compte tenu des défis pressants posés par le changement climatique, l'urbanisation et l'augmentation des surfaces imperméables, la gestion durable des eaux pluviales (GED) est devenue un enjeu majeur. En réponse, l'infrastructure verte (IV) est apparue comme une solution naturelle efficace pour cette gestion. Malgré ses avantages, la mise en œuvre de l'IV se heurte à plusieurs obstacles soulignant la nécessité d'identifier les facteurs clés qui favorisent son adoption. En outre, les facteurs qui influencent l'IV urbaine et leurs interactions n'ont pas encore fait l'objet d'études approfondies. Cette recherche met en œuvre une analyse qualitative comparative à base d'éléments flous sur 16 études de cas pour découvrir la combinaison de facteurs essentiels à un déploiement efficace de l'IV pour la GED en milieu urbain. L'analyse a permis d'identifier deux combinaisons clés de facteurs qui soulignent le rôle crucial de l'engagement des parties prenantes et des politiques et réglementations dans les projets d'IV. Cependant, la recherche souligne également le rôle important des incitations financières et des considérations techniques, qui ont été reconnues comme des obstacles dans diverses recherches précédentes. Pour garantir une mise en œuvre réussie et durable de l'IV, il est donc essentiel d'aborder ces facteurs de manière globale et simultanée.

## **Mots clés**

Infrastructure verte, gestion durable des eaux pluviales, facteurs clés, zones urbaines, fsQCA, études de cas, combinaisons

# **Une approche configurationnelle pour l'identification des déterminants du management public des eaux pluviales en milieu urbain par des infrastructures vertes**

## **INTRODUCTION**

Le monde évolue rapidement, tant en termes de proportion de personnes vivant dans les villes que de taille de ces dernières (X. Zhang, 2016). Non seulement nous assistons à une urbanisation mondiale importante, mais les événements météorologiques extrêmes sont devenus plus fréquents et plus graves en raison du changement climatique, en particulier en ce qui concerne les menaces liées aux inondations (Chen & Gaspari, 2023) générant des problèmes environnementaux majeurs. Les surfaces imperméables transforment les précipitations en eau de ruissellement, ce qui engendre une série de problèmes liés à la quantité et à la qualité de l'eau, notamment la congestion urbaine, la pénurie d'eau, la pollution, le rétrécissement des écosystèmes lacustres et fluviaux et la dégradation écologique des écosystèmes aquatiques (Y. Zhang et al., 2021). La gestion des eaux pluviales est donc confrontée à des défis à différents stades de sa mise en œuvre, à commencer par la phase de planification. Ces défis découlent de facteurs tels que l'expansion des zones urbaines, les activités de construction qui modifient les caractéristiques de perméabilité du sol, la réduction de la végétation, le changement climatique, les variations des précipitations et les changements qui en résultent dans les modèles de ruissellement (Rentachintala, Reddy, & Mohapatra, 2022). En outre, les systèmes traditionnels de drainage urbain ne peuvent plus faire face à de grandes quantités d'eaux pluviales (Chen & Gaspari, 2023).

Il convient donc de mettre en œuvre dès que possible des stratégies efficaces de management public des eaux pluviales, telles que l'infrastructure verte (IV), une approche largement populaire et prometteuse (Arya & Kumar, 2023). L'IV est une stratégie alternative de gestion des eaux pluviales qui utilise les processus naturels du sol et de la végétation pour gérer les eaux pluviales tout en restaurant les fonctions hydrologiques et écologiques du paysage (Dhakal & Chevalier, 2017). Le concept d'IV est multiforme par nature (Bruner, Palmer, Griffin, & Naeem, 2023; Y. Li & Mell, 2023; Monteiro, Ferreira, & Antunes, 2022), et plusieurs principes

fondamentaux ont été identifiés, tels que la connectivité, la multifonctionnalité, l'application, l'intégration, la diversité, la dimension multi-échelle, la gouvernance et la continuité. Bien que certaines recherches aient abordé cette nature multiforme en examinant les différents facteurs influençant la réussite de la mise en œuvre de l'IV, elles se sont concentrées sur certains aspects tels que les facteurs socio-économiques, les facteurs techniques, les facteurs environnementaux ou les facteurs politiques. Bien que ces recherches aient fourni des informations intéressantes, elles ne parviennent pas toujours à comprendre pleinement la combinaison des facteurs impliqués dans la mise en œuvre de l'IV pour la gestion durable des eaux pluviales (GED). Tayouga et Gagne (2016) l'ont noté dans leur recherche, affirmant que des travaux futures sur l'examen des facteurs et des stratégies qui favorisent l'utilisation des IV sont essentiels à conduire pour stimuler la représentation des IV dans les développements actuels et futurs, et ainsi apporter des solutions d'anticipation aux managers publics.

En outre, de nombreuses recherches existantes dans ce domaine se sont souvent concentrées uniquement sur l'analyse de la littérature. Si celle-ci fournit des informations fondées, les applications pratiques offrent des perspectives plus réalistes. Cela dit, d'autres recherches ont optées pour une approche différente en examinant des études de cas. Des chercheurs comme Alankrage et al. (2023) ont souligné que l'utilisation d'une étude de cas permet une compréhension holistique d'un phénomène dans des contextes réels, en fournissant une interprétation approfondie des procédures, des expériences, des résultats et des relations qui se produisent dans un cas spécifique. En termes plus simples, les études de cas offrent un aperçu des scénarios du monde réel, ce qui nous permet de comprendre ce qui fonctionne et ce qui n'existe pas sur le terrain.

Cependant, malgré les informations précieuses fournies par les études de cas sur la mise en œuvre de l'IV pour la GED, nombre de ces dernières ont tendance à se concentrer uniquement sur des zones géographiques, des régions urbaines ou des pays spécifiques, ce qui donne une perspective étroite. Kabisch et al. (2016) ont d'ailleurs noté dans leur analyse que la recherche sur les solutions basées sur la nature, y compris les IV, se concentrait sur des études de cas uniques et a souligné la nécessité de mener des recherches sur des études de cas multiples. En outre, Parker & de Baro (2019) ont indiqué dans leur étude que la recherche actuelle sur les IV provient principalement des États-Unis, de l'Australie et du Royaume-Uni, surtout dans les zones climatiques tempérées et enneigées. Cela limite l'applicabilité au niveau mondial et souligne la nécessité d'une plus grande diversité géographique et climatique dans la recherche

sur les IV afin de relever efficacement des défis universels. L'absence de modèles géographiques significatifs réalisés dans une variété de climats et de pays révèle une lacune dans les pays en développement. Il est alors essentiel d'étudier le concept de fonctions IV des eaux pluviales dans divers contextes culturels, socio-économiques et sociopolitiques (Prudencio & Null, 2018).

Cette recherche vise donc à combler cette lacune en menant une analyse comparative pour examiner la combinaison des facteurs clés qui influencent la mise en œuvre de l'IV pour la GED en examinant de multiples cas issus de divers contextes géographiques, climatiques, sociopolitiques et urbains. Cette recherche vise à obtenir une compréhension plus complète et d'étudier les combinaisons de facteurs clés en répondant à la question : **Quelles sont les combinaisons de facteurs nécessaires pour parvenir à une gestion durable des eaux pluviales grâce à la mise en œuvre d'IV dans les zones urbaines ?**

Outre l'introduction et la conclusion, ce document se compose de quatre parties. La première partie couvre l'état actuel des connaissances en passant en revue la littérature existante dans le domaine de la mise en œuvre des IV pour la GED en milieu urbain. La deuxième partie est consacrée à construction d'un cadre conceptuel et à présentation de la méthodologie mise en œuvre pour cette recherche. Les résultats de cette recherche sont présentés et discutés respectivement dans la troisième et quatrième partie.

## **1. REVUE DE LA LITTÉRATURE**

Après avoir défini le concept d'IV, nous identifions les facteurs clés qui influencent son adoption, sa mise en œuvre et sa gestion, et nous déterminons enfin comment ces facteurs interagissent/combinent dans l'IV pour la gestion des eaux pluviales.

### **1.1 LE CONCEPT D'INFRASTRUCTURE VERTE**

Le terme « infrastructure verte » (IV) est utilisé de différentes manières, ce qui donne lieu à un large éventail de définitions. Par conséquent, il a été catégorisé comme un terme généralisant, ce qui signifie que son interprétation dépend du contexte dans lequel il est utilisé (Seiwert & Rößler, 2020) et il a été adopté par de nombreux professionnels de la conception, de la planification et de la protection (Ying, Zhang, Zhang, & Bilan, 2021). Donner la priorité aux infrastructures vertes de gestion des eaux pluviales est devenu une approche cruciale de la priorité écologique et du développement vert dans le développement urbain durable en raison

de l'expansion rapide de la construction de la civilisation écologique (Ou, Li, Li, & Zhang, 2023) et remplit trois fonctions principales dans la gestion des eaux pluviales :

1. Détention et rétention pour stocker l'eau pendant les périodes de précipitations intenses ou modérées, puis la relâcher progressivement dans les cours d'eau en aval ou dans le réseau d'égouts ou les structures non connectées au réseau d'égouts (Pereira, David, & Galvão, 2019).
2. Utilisation à des fins de traitement pour améliorer la qualité de l'eau par des moyens physiques, chimiques et/ou biologiques.
3. L'infiltration absorbe doucement les eaux de ruissellement dans le sol, ce qui contribue à reconstituer la nappe phréatique.

Ces avantages offrent une assistance sous diverses formes, telles que le développement urbain durable, la résilience urbaine et l'adaptation au climat (Parker & Zingoni De Baro, 2019). En outre, les IV peuvent offrir de nombreux avantages, par exemple l'amélioration de l'efficacité des ressources naturelles, l'atténuation du changement climatique et l'adaptation à celui-ci, les transports et l'énergie à faible émission de carbone, la prévention des catastrophes, la gestion des sols et la résilience des terres (Henriette, Nubert, & Marrs, 2019).

Plusieurs obstacles s'opposent encore à son adoption généralisée, car il s'agit encore d'une technologie relativement nouvelle (Barclay & Klotz, 2019). Par exemple, Dhakal et Chevalier (2017) ont constaté que les obstacles les plus importants à l'adoption de l'IV étaient les barrières cognitives et socio-institutionnelles. Les barrières institutionnelles et organisationnelles (répartition des responsabilités, manque de coordination entre les autorités locales, manque de capacité institutionnelle, opposition au changement et manque d'incitations du marché) empêchent également l'adoption généralisée de ces idées (Hopkins, Grimm, & York, 2018) sans parler du manque de connaissances et du risque perçu dans la mise en œuvre de ces infrastructures (Olorunkiya, Fassman, & Wilkinson, 2012).

En outre, Li et al. (2024) définissent les principaux obstacles à l'adoption des IV : manque de financement, manque de leadership politique (gouvernance, ambiguïté des rôles) et manque de compréhension, d'information et de sensibilisation des professionnels, du public et des autorités locales.

## **1.2 FACTEURS CLES INFLUENÇANT L'ADOPTION ET LA MISE EN ŒUVRE DES IV**

Comme nous l'avons déjà mentionné, l'idée de l'IV présente de nombreuses facettes. Tayougua et Gagne (2016) ont procédé à une analyse documentaire et ont trouvé certains facteurs socio-écologiques qui influent sur l'adoption des IV : incitations financières, éducation, fourniture de services écosystémiques, coordination des parties prenantes et planification. Ils soulignent que toutes les régions dans le monde n'accordent pas la même valeur aux facteurs mis en évidence. En outre, d'autres recherches ont identifié les facteurs clés influençant la mise en œuvre de l'IV comme la qualité de vie, le leadership, l'allocation des ressources, la nature, le climat, la résilience, la connectivité, la multifonctionnalité, l'intégration et une approche multi-échelle (Iswidyantara & Husin, 2023; Kabakchieva & Vasileva, 2023) ; certains de facteurs clés étant considérés comme plus importants que d'autres.

Une étude à l'échelle mondiale (Zabel & Häusler, 2024) a montré que les exigences législatives et les incitations financières, même si elles ne sont pas toujours décisives, favorisent la mise en œuvre de l'IV pour la gestion des eaux pluviales. En outre, l'IV nécessite un style de gouvernance coopératif tenant compte d'une stratégie d'engagement des parties prenantes (Frantzeskaki, 2019) incluant la participation des communautés et l'instauration de la confiance (Bo, Mesner, Drew, Durfee, & Tian, 2018; Drescher & Sinascac, 2021) permettant aux communautés d'agir en tant qu'experts pour fournir des avantages communautaires de manière plus équitable et plus complète (Mastler, Grabowski, & Elder, 2021). Néanmoins, les universitaires, les décideurs politiques et les praticiens ne s'accordent toujours pas sur l'idée, les principes directeurs et les méthodes de mise en pratique de l'IV. Bien que les principes de planification des IV aient été établis par plusieurs études, nombre de ces concepts sont trop théoriques et n'abordent pas de manière adéquate les défis de la mise en œuvre et de l'exécution de la planification et de la mise en œuvre des IV dans le monde réel (Monteiro, Ferreira, & Antunes, 2020).

## **1.3 FACTEURS CLES INFLUENÇANT LA GESTION DURABLE DES EAUX**

Divers facteurs influencent la GED, qui repose sur trois piliers (Goulden, Portman, Carmon, & Alon-Mozes, 2018). Les deux premiers piliers sont culturels-cognitifs et normatifs, et se réfèrent aux changements dans la façon dont les gens pensent, et quels comportements sont considérés comme acceptables. L'acceptation sociale est considérée comme le facteur le plus décisif pour la mise en œuvre d'une gestion durable des eaux pluviales (Dhakal & Chevalier, 2017). Le troisième pilier est constitué par les changements réglementaires, qui sont les règles

ou les lois qui régissent les actions. Dans le même temps, il est communément admis que les facteurs de gouvernance sont la principale raison de la mauvaise mise en œuvre de la GED (Qiao, Liu, Kristoffersson, & Randrup, 2019). En tant que tels, ils sont considérés comme des facteurs clés non seulement pour la mise en œuvre de la GED, mais aussi pour accroître les connaissances du public sur les avantages de la GED, les normes de la GED et le soutien législatif d'un point de vue social, économique et environnemental (Carlet, 2015; Chaffin et al., 2016).

Par ailleurs, Kordana (2018) a déterminé des facteurs clés influençant la durabilité des systèmes d'eaux pluviales. Il a également souligné que certains facteurs souvent négligés sont cruciaux pour la durabilité : la promotion des meilleures pratiques ou l'inclusion de solutions dans les plans d'aménagement du territoire.

#### **1.4 COMBINAISON DE FACTEURS DANS LES INFRASTRUCTURES VERTES DE GESTION DES EAUX PLUVIALES**

L'analyse documentaire a montré qu'il existe de nombreuses façons de mettre en œuvre l'IV plutôt qu'une solution « unique » (Zabel & Häusler, 2024). Ou et al (2023) explore ainsi les subtilités de la planification et de la conception d'infrastructures vertes de gestion des eaux pluviales urbaines à plusieurs échelles, soulignant la nécessité d'une stratégie plus sophistiquée qui combine tactiques pratiques et objectifs de conception.

L'étude de l'interaction entre les organisations formelles et informelles de gestion des eaux pluviales dans les municipalités suédoises (Bohman, Glaas, & Karlson, 2020) défend l'idée que les réglementations formelles et les pratiques informelles doivent être prises en compte pour comprendre et résoudre les difficultés associées à la transition vers la GED, et ainsi promouvoir une approche plus flexible et innovante. Ce point de vue souligne la nécessité de poursuivre les recherches sur la manière dont ces facteurs institutionnels peuvent être mieux coordonnés pour faciliter l'utilisation de techniques de gestion des eaux pluviales respectueuses de l'environnement.

En outre, une évaluation des pratiques de GED mises en œuvre dans les pays asiatiques, axée sur les chaussées poreuses, les jardins pluviaux et les toits verts, identifie les points faibles, tels que le manque de connaissances et d'expérience, et les points forts, tels que le contrôle efficace des eaux pluviales et le traitement de la pollution, tout en abordant également les risques posés

par les attitudes sociétales et l'acceptation des questions environnementales, ainsi que les possibilités d'accroître les avantages environnementaux (Seitzhan et al., 2023).

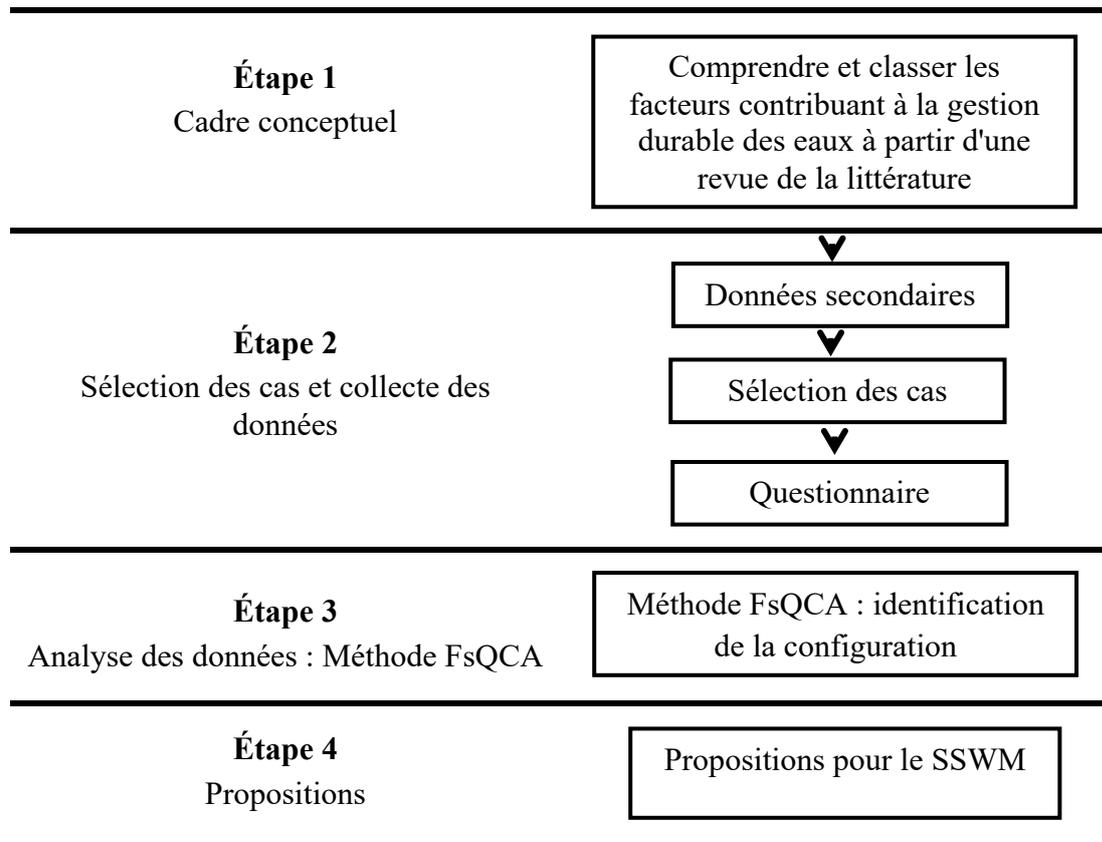
Récemment, Li et al (2024) ont étudié la manière dont les combinaisons de divers facteurs influencent le développement des IV urbaines, en examinant les interactions entre plusieurs variables conditionnelles ou facteurs clés (qualité de la construction urbaine, niveaux de développement économique, développement social et culturel et qualité écoenvironnementale, et la manière dont ces variables influencent le développement des IV en utilisant l'approche fsQCA. En examinant les interactions complexes entre plusieurs facteurs, cette méthode a permis d'obtenir une vision plus approfondie que les analyses monofactorielles conventionnelles. En outre, l'étude a révélé que le lien entre l'IV urbaine et les facteurs qui l'influencent est complexe, avec des corrélations entre de nombreux facteurs d'influence. La recherche souligne également que les études récentes sur le développement des IV urbaines ont couvert les échelles macro, méso et microscopiques.

Malgré cela, les recherches ont tendance à se concentrer sur chacun de ces facteurs séparément plutôt que d'analyser leur interaction, ce qui souligne la nécessité de mener de futures recherches sur les multiples facteurs qui influencent l'adoption et la mise en œuvre des IV urbaines.

## **2. CADRE CONCEPTUEL ET ARCHITECTURE DE LA RECHERCHE**

Cette partie décrit la conception de la recherche et la méthode utilisée pour atteindre l'objectif de recherche. La conception de la recherche suit plusieurs étapes (Rodríguez-Segura, Ortiz-Marcos, Romero, & Tafur-Segura, 2016; Setzke, Bohm, & Krcmar, 2020) comme décrit dans la Schéma 1.

**Schéma 1 - Modèle de recherche**



*Source : auteurs adapté de (Rodríguez-Segura et al., 2016 ; Setzke et al., 2020)*

**2.1 CADRE CONCEPTUEL : MISE EN ŒUVRE DES IV POUR LA GESTION DES EAUX SOUTERRAINES : CLASSIFICATION DES FACTEURS**

En ce qui concerne la littérature précédente, nous proposons une agrégation des facteurs de mise en œuvre des IV et des facteurs de SSWM. Cette agrégation permet d'une part d'identifier quatre facteurs principaux pour la mise en œuvre des IV : l'engagement des parties prenantes, les incitations financières, les politiques réglementaires et les considérations techniques (1). D'autre part, nous identifions quatre sous-facteurs pour la gestion durable des eaux : résilience climatique, gestion de la quantité d'eau, avantages récréatifs, gestion de la qualité de l'eau (2).

**2.1.1 Facteurs globaux de mise en œuvre des IV**

Notre analyse de la littérature et notre agrégation ont permis d'identifier quatre facteurs principaux pour la mise en œuvre des IV : L'engagement des parties prenantes (A), les incitations financières (B), les politiques réglementaires (C) et les considérations techniques (D).

### *Engagement des parties prenantes*

La participation des parties prenantes aux IV urbaines, telles que les espaces verts et les forêts urbaines, n'est pas nouvelle et a progressé de manière significative ces dernières années (Albert et al., 2019). L'importance de favoriser une participation significative des différentes parties prenantes est soulignée (Montalto et al., 2013). Il est donc nécessaire d'adopter une perspective large et d'impliquer diverses parties prenantes pour la GED (Barbosa, Fernandes, & David, 2012).

Par rapport aux infrastructures pluviales traditionnelles, les infrastructures pluviales vertes encouragent la participation d'un plus grand nombre d'acteurs. La communauté est un groupe d'acteurs qui est spécifiquement affecté par l'infrastructure ou son absence, directement en termes de niveau de vie. Il vaut donc la peine d'étudier de manière plus structurée le rôle que joue l'implication de la communauté dans la conception et la mise en œuvre de l'infrastructure verte d'eaux pluviales (Barclay & Klotz, 2019). L'étude de l'engagement des parties prenantes devrait prendre en considération les sous-facteurs suivants : la participation du public, la collaboration entre agences, l'implication de la communauté et la participation du secteur privé. Chacun de ces sous-facteurs joue un rôle essentiel dans l'amélioration de l'engagement des parties prenantes et dans la réussite de la mise en œuvre de l'infrastructure verte de gestion des eaux pluviales.

### *Incitations financières*

L'un des principaux obstacles à l'adoption de l'IV est la disponibilité limitée des fonds. Pour soutenir efficacement les initiatives en matière d'IV, les autorités locales d'Oxford, au Royaume-Uni, envisagent diverses sources de financement, y compris des contributions communautaires, commerciales et publiques (Mell, 2017). Toxopeus et Polzin (2021) soulignent que les collectivités locales ont traditionnellement supervisé le financement des IV, mais qu'elles rencontrent des difficultés financières parce que les résidents sont réticents à soutenir ces initiatives par le biais des impôts locaux. Les initiatives de collecte de fonds communautaires peuvent toutefois avoir plus de succès dans les endroits où les revenus des ménages sont plus élevés.

Aux États-Unis, les municipalités et les gouvernements locaux sont les principaux responsables du financement des IV, en particulier des infrastructures d'eaux pluviales. Les redevances d'utilisation des eaux pluviales, comme les impôts, requièrent le soutien direct des résidents. Il

peut être difficile d'augmenter les redevances pour les eaux pluviales, car les gouvernements peuvent se heurter à l'opposition du public (Cousins & Hall, 2021). Certaines villes dans le monde expérimentent des modèles de cofinancement, où les principaux acteurs partagent les obligations financières (Tubridy, 2020). O'Donnell, Lamond, & Thorne (2017) et Cousins & Hall (2021) suggèrent le cofinancement et les partenariats, ainsi que l'utilisation de mécanismes financiers mixtes pour remplacer les lacunes du système de redevances par des obligations et des financements par la dette.

En outre, la littérature traite des mécanismes de financement alternatifs mis en place par diverses parties prenantes, notamment le transfert d'actifs communautaires, le jardinage de guérilla et l'écologisation informelle, ainsi que les investissements privés tels que le mécénat d'entreprise, les fonds de dotation et la gestion privée à des fins d'utilisation publique. Une vue d'ensemble des incitations financières devrait inclure les sous-facteurs suivants : subventions, prêts, obligations vertes et allègements fiscaux. Chacune de ces incitations financières joue un rôle important pour surmonter les obstacles au financement et soutenir la mise en œuvre réussie des projets d'IV.

#### *Politiques et règlements réglementaires*

Les politiques fournissent des lignes directrices, les institutions fournissent les règles à suivre et les réglementations contrôlent les actions à tous les stades, de la planification à l'exécution. Les gouvernements du monde entier s'efforcent d'inclure l'IV dans leurs programmes politiques et leurs normes de planification en raison de l'importance reconnue du concept. Les objectifs de développement durable (ODD) des Nations unies, qui visent à garantir une eau propre (ODD 6), à développer des villes et des communautés durables (ODD 11), à préserver la vie sur terre (ODD 14) et à s'adapter au changement climatique (ODD 13), ont été particulièrement utiles dans ce processus (Hanna & Comin, 2021). Afin de garantir un examen approfondi des politiques et réglementations en matière d'IV, les sous-facteurs suivants ont été sélectionnés : politique nationale, politique locale/régionale, engagement public et politiques éducatives. Chacun de ces sous-facteurs fait partie intégrante de l'élaboration et de l'application de cadres réglementaires qui favorisent l'intégration réussie des IV dans les environnements urbains.

### *Considérations techniques*

Il a été affirmé que la principale difficulté pour transformer l'industrie de la gestion des eaux pluviales, au-delà de la dépendance aux réseaux de canalisations, n'est pas tant d'augmenter la technologie que d'adopter de nouvelles méthodes de travail innovantes et des routines de planification telles que l'IV. Celles-ci devraient également inclure des collaborations élargies entre les parties prenantes pour donner la priorité à la gestion des eaux pluviales dans une communauté de planification urbaine plus variée et plus inclusive (Serrao-Neumann, Renouf, Kenway, & Low Choy, 2017). Les IV sont souvent entretenues selon une approche réactive (Bahrami, Roghani, Tscheikner-Gratl, & Rokstad, 2024). Une maintenance efficace est essentielle pour préserver les avantages environnementaux et sociaux des IV urbaines (Cannop et al., 2016). En tant que système sociotechnique dans l'environnement urbain, l'IV nécessite l'intégration de variables techniques, d'ingénierie, politiques et sociales pour établir et maintenir un système fonctionnel (Chini, Canning, Schreiber, Peschel, & Stillwell, 2017). Pour garantir un examen complet des considérations techniques, les sous-facteurs suivants ont été sélectionnés : innovation, maintenance et faisabilité de la mise en œuvre. Chacun de ces sous-facteurs est essentiel à la mise en œuvre et à l'adoption de l'IV pour la GED en milieu urbain.

#### **2.1.2 Management durable des eaux pluviales**

Barbosa et al. (2012) ont déclaré qu'une bonne stratégie de gestion des eaux pluviales devrait être adaptable, basée sur les conditions locales, et prendre en compte les aspects administratifs, temporels et spatiaux en plus des considérations légales. En outre, différents scénarios de décision sont définis par des contraintes techniques ou économiques. Ils concluent que la gestion des eaux pluviales nécessite une stratégie adaptable et multidisciplinaire qui prend en compte un large éventail de facteurs, y compris les aspects juridiques, sociaux, économiques et environnementaux.

De plus, l'IV se distingue par sa multifonctionnalité et son approche orientée vers les solutions, en répondant à la fois aux préoccupations sociales, économiques et environnementales. La multifonctionnalité de l'IV est due à ses caractéristiques naturelles, ce qui la distingue des interventions standard d'urbanisme gris (Dorst, Jagt, Raven, & Runhaar, 2019). Dans le contexte de la gestion des eaux pluviales, la multifonctionnalité fait référence au potentiel de l'IV à fournir plusieurs avantages liés à la gestion des eaux pluviales, qu'elle attribue à sa nature durable. Ces avantages peuvent être d'ordre social, économique, technique et environnemental. Le résultat choisi dans le cadre de cette recherche est la gestion durable des eaux pluviales, en

mettant l'accent sur les aspects environnementaux et sociaux, ce qui se traduit par les quatre facteurs suivante : résilience climatique, gestion de la quantité d'eau, gestion de la qualité de l'eau et avantages récréatifs.

Les quatre principaux facteurs (tableau 1) pour la mise en œuvre des IV (engagement des parties prenantes, incitations financières, politiques réglementaires et considérations techniques) jouent un rôle important dans la gestion durable des eaux.

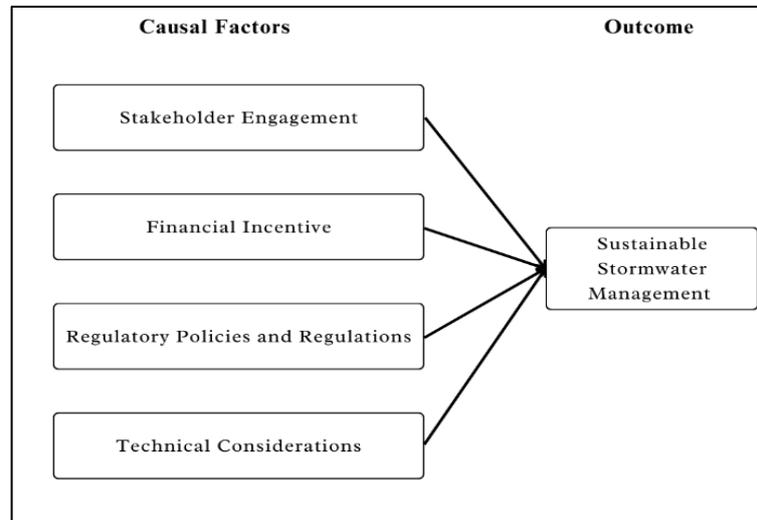
**Tableau 1 - Classification des facteurs de causalité de l'IV d'après la littérature**

Code	Nom	Définition	Auteurs
SKT_ENG	Engagement des parties prenantes	Le processus par lequel les différentes parties prenantes, y compris les membres du secteur public, du secteur privé et des communautés locales, travaillent ensemble pour planifier et réaliser des projets d'IV qui gèrent efficacement les eaux pluviales.	Albert et al., 2019 ; Montalto et al., 2019 ; Barbosa et al., 2012 ; Barclay & Klotz, 2019
FIN_INC	Incitation financière	Tactiques financières utilisées pour persuader les différentes parties prenantes d'intégrer l'IV dans leur planification et leur développement urbain, telles que les subventions, les prêts, les obligations vertes, les subventions fiscales, les remises ou les réductions.	Mell, 2017 ; Toxopeus & Polzin, 2021 ; Cousins & Hall, 2021 ; Tubdridy, 2020
REG_POL	Politiques et règlements réglementaires	Politique nationale, politique locale, engagement public et politiques d'éducation qui encouragent l'utilisation des solutions IV dans la planification urbaine pour la gestion des eaux pluviales.	Hanna & Comin, 2021 ; Nations Unies
TECH_CONS	Considérations techniques	L'intégration de solutions innovantes, l'entretien et l'évaluation de la faisabilité de la mise en œuvre des IV pour optimiser la gestion des eaux pluviales	Serrao-Neumann et al, 2017 ; Bahrami et al, 2024 ; Cannop et al, 2016 ; Chini et al, 2017

Il est important de comprendre comment les combinaisons de divers facteurs influencent le développement des IV urbaines (Li et al., 2024a). Leur recherche souligne la nécessité d'analyser les interactions entre plusieurs facteurs pour mieux comprendre le développement des IV urbaines et de poursuivre les recherches sur les multiples facteurs qui influencent l'adoption et la mise en œuvre des IV urbaines (Li et al., 2024a). Compte tenu de cette lacune, cette étude teste le cadre suivant (Schéma 2) dans le contexte des IV urbaines pour la gestion

des eaux souterraines. L'objectif étant d'identifier les combinaisons de facteurs nécessaires pour parvenir à la GED par la mise en œuvre d'IV dans les zones urbaines notre recherche postule que les solution d'IV se développe grâce à une combinaison de logiques (Schéma 2).

**Schéma 2 : Cadre conceptuel - Les facteurs de causalité et le résultat souhaité**



*Source : auteurs*

Pour ce faire, la méthode QCA (*Qualitative Comparative Analysis*) est mobilisée (C. C. Ragin, 1987; Rihoux & Ragin, 2009) et les facteurs de mise en œuvre de l'IV sont étudiés en tant que facteurs contribuant à la gestion durable des eaux. La proposition générale faite dans cette étude est que les quatre facteurs n'ont pas tous la même importance (en termes de nécessité) et que la valeur des modalités ne réside pas dans les facteurs individuels eux-mêmes, mais dans les configurations appropriées de ces facteurs (Ragin, 2008).

**2.2. SELECTION DES ETUDES DE CAS**

Une méthode d'échantillonnage par critères a été utilisée pour sélectionner les études de cas. L'échantillonnage par critères consiste à sélectionner des personnes, des groupes ou des lieux qui répondent à des critères spécifiques. La prise en compte d'une méthode d'échantillonnage dans la recherche qualitative est très importante car elle influence directement la richesse, la profondeur et la validité des données collectées, garantissant que les résultats représentent fidèlement la population ciblée ou le phénomène étudié (Omona, 2013). La sélection des études de cas a été guidée par des critères spécifiques visant à garantir une exploration complète de la mise en œuvre des IV pour la GED dans divers contextes urbains.

Un terme abstrait tel que « urbain » est défini par plusieurs facteurs interdépendants, notamment la géographie, la densité de population, l'organisation économique et sociale, l'offre et la demande de main-d'œuvre et l'administration. Néanmoins, les définitions nationales des régions urbaines dépendent souvent de normes plus simples, telles que les limites administratives ou le nombre d'habitants, à des fins statistiques. Toute définition du terme "urbain" doit, à la base, le distinguer de la partie non urbaine du système de peuplement. Trois caractéristiques peuvent être identifiées comme celles qui différencient le plus efficacement un caractère urbain d'un caractère rural. Il y a tout d'abord une composante écologique, qui prend en compte des considérations spatiales impliquant principalement la taille et la densité de la population (Paddison, 2001). Ensuite, on identifie un élément économique : les zones urbaines se distinguent des zones rurales par la priorité qu'elles accordent à la production non agricole et par la diversité de leurs activités économiques, telles que les services sociaux, l'éducation, la politique et l'administration. Enfin, l'élément social, c'est-à-dire le mode de vie unique, ou « urbanisme », qui caractérise les régions urbaines par des équipements tels que les divertissements, l'éclairage et l'eau courante, ainsi que par des problèmes tels que la circulation et la criminalité. Il peut cependant être difficile de distinguer les zones rurales des zones urbaines, car les coutumes rurales peuvent survivre dans les métropoles et les zones rurales, en particulier dans les pays développés, qui peuvent adopter des caractéristiques urbaines. Cela suggère qu'il n'y a pas de frontière distincte entre les zones urbaines et rurales ; il s'agit plutôt de parties d'un continuum (Paddison, 2001).

Néanmoins, avant de définir officiellement les critères urbains utilisés, il convient de tenir compte du fait qu'il n'existe actuellement aucune définition universelle de la notion d'« urbain », les pays ayant plutôt adopté différentes définitions des urbanisations. Au sein de ces définitions, non seulement les seuils diffèrent, mais aussi les mesures utilisées. Certains utilisent des seuils de population minimum, d'autres utilisent la densité de population, le développement des infrastructures, le type d'emploi ou simplement la population de villes prédéfinies (Ritchie, Samborska, & Roser, 2024).

Par exemple, la Suède définit une « zone urbaine » comme une zone bâtie de 200 habitants ou plus et où les maisons sont distantes de près de 200 mètres, tandis que l'Argentine définit une « zone urbaine » comme des localités de 2000 habitants ou plus, tandis qu'au Japon, les villes sont définies comme « shi » et remplissent les conditions suivantes : 50 000 habitants ou plus, 60 % ou plus des maisons situées dans les principales zones bâties, 60 % ou plus de la

population (y compris les personnes à leur charge) engagée dans la fabrication, le commerce ou d'autres types d'activités urbaines (United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2024). Compte tenu des différentes définitions du terme « urbain », les études de cas ont été choisies pour utiliser les critères urbains suivants :

- Un environnement largement bâti.
- Une population minimale de 1 000 habitants.
- L'accent est mis sur les activités économiques non agricoles telles que le commerce, l'industrie manufacturière, les services et l'administration.
- Doit refléter les caractéristiques de l'"urbanisme" telles que l'eau courante, l'éclairage et les divertissements.

Chaque étude de cas sélectionnée devait démontrer un effort délibéré pour mettre en œuvre des projets d'IV dans le cadre de leur stratégie de gestion des eaux pluviales. Ce critère a facilité l'examen des applications réelles des solutions IV en milieu urbain.

Afin d'obtenir une perspective globale, des études de cas ont été sélectionnées pour représenter diverses régions géographiques et sociopolitiques, y compris des pays en développement et des pays développés. En outre, les variations des conditions climatiques et des caractéristiques géographiques ont été prises en compte pour garantir une compréhension globale des défis et des opportunités associés à la mise en œuvre des IV. L'inclusion de pays développés et de pays en développement répond essentiellement aux critères de diversité des schémas géographiques et des conditions climatiques.

Étant donné que cette étude s'appuie sur des sources de données secondaires pour la collecte d'informations, il était impératif de s'assurer de la disponibilité de données pertinentes pour les études de cas sélectionnées. Par conséquent, les études de cas identifiées devaient fournir suffisamment d'informations pour répondre à l'objectif et à la question de la recherche. Ce critère a permis de s'assurer que les cas choisis pouvaient contribuer efficacement à l'étude en offrant des données accessibles qui s'alignent sur l'objectif de la recherche et la méthodologie reposant sur l'analyse de données secondaires.

### **2.3. COLLECTE DES DONNEES**

Les données empiriques relatives à ces études de cas ont été recueillies auprès de différentes sources afin d'assurer une représentation diversifiée des projets d'IV pour la gestion des eaux

pluviales. Les principales sources ont été Oppla<sup>1</sup>, Network Nature<sup>2</sup>, et Interlace Hub<sup>3</sup>, des sites Internet consacrés à des études de cas de solutions basées sur la nature dans le monde entier. Une quinzaine d'études de cas ont été sélectionnées sur Oppla, Network Nature et Interlace Hub. Bien que ces sites Web présentent de nombreuses études de cas du monde entier, beaucoup ne répondent pas aux critères de mise en œuvre de l'IV pour la gestion des eaux pluviales. En outre, celles qui répondaient à ces critères provenaient principalement de pays développés, notamment d'Europe et d'Amérique du Nord, où ce type de mise en œuvre est plus courant. Pour diversifier la portée géographique, la recherche s'est poursuivie en se concentrant sur l'identification d'études de cas en Afrique, en Asie, en Amérique du Sud et en Australie. Des recherches supplémentaires ont été effectuées sur Google à l'aide des mots clés « étude de cas », « IV » et « gestion des eaux pluviales » afin de trouver des études de cas sur l'IV pour la gestion des eaux pluviales dans ces régions. En outre, des efforts ont été faits pour identifier les études de cas à partir d'articles de journaux, de publications gouvernementales et de rapports. Grâce à cette recherche, le nombre d'études de cas identifiées s'est élevé à 19 et comprenait des cas d'Asie et d'Amérique du Sud. Pour assurer une représentation géographique diversifiée, la recherche a ensuite exploré les informations du Programme des Nations unies pour l'environnement<sup>4</sup>, de la Banque mondiale<sup>5</sup>, et des agences d'aide comme la Banque africaine de développement<sup>6</sup> et l'USAID<sup>7</sup> pour couvrir l'Afrique. En outre, les articles de journaux de Scopus<sup>8</sup>, Elsevier<sup>9</sup>, Springer<sup>10</sup>, Google Scholar<sup>11</sup>, Research Gate<sup>12</sup>, et ScienceDirect<sup>13</sup> ont également été examinés en utilisant les mots clés dans les champs de recherche afin de trouver des études de cas pertinentes sur les IV pour la gestion des eaux pluviales. Grâce à cette approche globale, 22 études de cas ont été compilées, offrant une vue d'ensemble des pratiques

---

<sup>1</sup> Oppla, « Case Study Finder », consulté le 8 avril 2024, <https://oppla.eu/case-study-finder>

<sup>2</sup> Network Nature, « Case Study Finder » consulté le 8 avril 2024

<sup>3</sup> Interlace Hub, « Case Study Finder », consulté le 8 avril 2024, <https://interlace-hub.com/interlace-case-study-finder>

<sup>4</sup> Programme des Nations unies pour l'environnement, « Home », consulté le 15 avril 2024, <https://www.unep.org/>

<sup>5</sup> Banque mondiale, « Projects & Operations », consulté le 15 avril 2024, <https://www.worldbank.org/en/home>

<sup>6</sup> Banque africaine de développement, « Projects & Operations », consulté le 15 avril 2024, <https://mapafrica.afdb.org/en/>

<sup>7</sup> USAID, « Home », consulté le 15 avril 2024, <https://www.usaid.gov/>

<sup>8</sup> Scopus, « Sources », consulté le 22 avril 2024, <https://www.scopus.com/home.uri>

<sup>9</sup> Elsevier, « Find a Journal Article », consulté le 22 avril 2024, <https://www.elsevier.com/>

<sup>10</sup> Springer, « Find a Journal », consulté le 22 avril 2024 <https://www.springer.com/>

<sup>11</sup> Google Scholar, « Home », consulté le 22 avril 2024, <https://scholar.google.com/>

<sup>12</sup> Research Gate, « Discover Research », consulté le 22 avril 2024, <https://www.researchgate.net/>

<sup>13</sup> Science Direct, « Home », consulté le 22 avril 2024,

mondiales en matière d'IV pour la gestion des eaux pluviales. Ce nombre a ensuite été réduit à 16 cas en raison de la disponibilité des informations, garantissant ainsi des données suffisantes pour une analyse et des résultats précis. Dans l'ensemble, l'étude a recueilli des données qualitatives et quantitatives à partir de diverses sources secondaires. Le tableau 2 présente une liste des cas sélectionnés, ainsi que les informations pertinentes compilées pour cette étude.

**Tableau 2 - Études de cas**

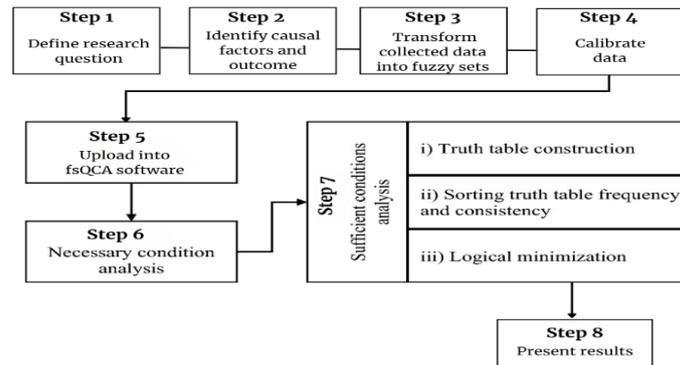
	<b>Description du cas</b>	<b>Localisation</b>
C1	Analyse décisionnelle multicritères dans un cas de planification urbaine et de gestion des eaux pluviale	Kivistö, Vantaa, Finlande
C2	ZAC (Parc de la roselière), solution de gestion des eaux pluviales	Bézannes, France
C3	Les quartiers de la ville comme terrains d'essai : solutions durables intégrées pour les eaux de ruissellement grâce à la modernisation des quartiers existants et dans le cadre des processus de transformation urbaine	Malmö, Suède
C4	Mise en œuvre d'une IV pour améliorer la gestion des eaux pluviales du <i>Metropolitan Sewer District (MSD)</i>	Louisville, États-Unis
C5	Solutions basées sur la nature : renforcer la résilience par la régénération urbaine	Lisbonne, Portugal
C6	Programme d'investissement de la ville verte et programme de jardins de pluie	Sao Paulo, Brésil
C7	Le plan d'IV : vers un système d'IV	Santiago, Chili
C8	Le programme de la ville éponge ; Une étude de cas de la nouvelle ville	Shanghai Lingang New City, Chine
C9	Mise en œuvre de Blue-GI	New Delhi, Inde
C10	Antananarivo GI Solutions	Antananarivo, Madagascar
C11	Réutilisation des zones humides et des eaux pluviales - Zone humide de <i>First Creek</i> Jardin botanique	Adélaïde, Australie.
C12	Une ville verte, des eaux propres	Philadelphie, États-Unis
C13	Mise en œuvre d'IV pour la gestion des eaux pluviales	Portland, États-Unis
C14	Programme <i>Active, Beautiful, Clean Waters</i>	Singapour
C15	Stratégie pour des quartiers résilients face au changement climatique	Copenhague, Danemark
C16	Les zones humides construites en tant qu'IV polyvalente	Gorla MaIVgiore, Italie

#### **2.4. ANALYSE DES DONNEES : ANALYSE COMPARATIVE QUALITATIVE PAR ENSEMBLES FLOUS**

L'objectif de la recherche étant d'analyser systématiquement des études de cas d'IV urbaines afin d'identifier les combinaisons de facteurs influençant la gestion durable des eaux, une analyse comparative qualitative (QCA) a été utilisée. Plus précisément, une analyse comparative qualitative à base d'ensembles flous ou fsQCA a été utilisée pour analyser les études de cas en détail. L'approche des ensembles flous fournit un cadre flexible et puissant pour traiter l'incertitude et l'imprécision dans l'analyse des données et la prise de décision, permettant des représentations plus nuancées des phénomènes du monde réel (C. Ragin, 2000). En outre, avec la fsQCA, les chercheurs peuvent déterminer si la présence ou l'absence de facteurs causaux ou de leurs combinaisons est cohérente avec la présence ou l'absence d'un résultat spécifique (Fainshmidt, Witt, Aguilera, & Verbeke, 2020). En analysant un nombre suffisant de configurations et de conditions, la fsQCA peut révéler les interrelations entre de multiples variables, offrant ainsi une vision holistique de la dynamique du système. Elle offre aux chercheurs une approche complète et robuste pour comprendre les phénomènes complexes (Raoolimanesh, Valeei, & Rezai, 2023). Dans l'ensemble, c'est précisément la raison pour laquelle la fsQCA a été choisie pour cette étude. Elle permet de mieux comprendre les interrelations entre les facteurs liés à l'IV pour la GED. En révélant comment la présence ou l'absence de facteurs spécifiques, et leurs combinaisons, contribuent à atteindre le résultat souhaité, la fsQCA offre un aperçu critique des conditions essentielles requises pour la GED. La présente étude de recherche a suivi un cheminement similaire : la question de recherche a tout d'abord été définie. Une fois celle-ci définie et articulée, les conditions d'identité (les facteurs qui influencent le résultat) et le résultat ont été identifiés. Les résultats et les facteurs de causalité de cette étude ont été déterminés à partir d'un examen de la littérature consacrée à l'IV pour la gestion des eaux pluviales, ainsi qu'à partir d'un examen de la littérature consacrée à la GED. À partir de ces analyses, les facteurs sélectionnés sont ceux qui ont été jugés essentiels pour les deux domaines. Les facteurs retenus sont l'engagement des parties prenantes, les incitations financières, les politiques réglementaires et les considérations techniques, qui contribuent aux résultats de la gestion durable des eaux pluviales (voir Schéma 2).

Pour réaliser une analyse fsQCA, trois étapes sont nécessaires. Tout d'abord, les données sont calibrées à l'aide de trois seuils d'appartenance (appartenance totale, non-appartenance et un point de croisement). Ensuite, les conditions nécessaires sont analysées et la combinaison des conditions suffisantes est identifiée à l'aide d'un algorithme de table de vérité. Ce processus est détaillé dans la Schéma 3.

### Schéma 3 - Étapes de base de la FsQCA



Source : Adopté et édité à partir de Ahamed (2024)

Dans la section suivante, nous détaillons l'analyse des résultats de l'analyse fsQCA.

## 4. ANALYSE DES RESULTATS

Pour l'analyse des résultats, nous présentons d'abord l'étalonnage des données (1), puis les conditions nécessaires (2) et enfin les conditions suffisantes pour atteindre un niveau élevé management durable des eaux pluviales (3).

### 4.1. CALIBRAGE DES DONNEES

Dans la méthode de la fsQCA, les variables sont calibrées en fonction de scores d'ensembles flous allant de 0 à 1, indiquant le degré d'appartenance d'un cas à un ensemble particulier. Un score de 0 signifie qu'un cas est totalement en dehors de l'ensemble (non-appartenance) tandis qu'un score de 1 signifie qu'il est totalement à l'intérieur de l'ensemble (pleine appartenance). Un score de 0,5 représente le point intermédiaire, où l'ambiguïté est maximale quant à l'appartenance ou la non-appartenance du cas à l'ensemble (Pappas & Woodside, 2021). L'objectif est d'obtenir les mesures dans des scores d'appartenance compris entre zéro et un afin qu'elles soient conformes aux normes connues et qu'elles puissent être interprétées (C. C. Ragin, 2008). Par conséquent, les données collectées dans le cadre de cette étude doivent être transformées en scores d'appartenance à des ensembles flous afin de respecter ces normes et de permettre une interprétation et une analyse claires de la manière dont chaque cas se rapporte aux ensembles définis.

Avant de transformer les données collectées en ensembles flous, les données qualitatives et quantitatives collectées ont d'abord été converties en données quantitatives à l'aide d'une échelle de Likert à 5 points. Chaque sous-facteur identifié des facteurs de causalité s'est vu

attribuer une valeur numérique comprise entre 1 et 5 pour chaque étude de cas. Ce processus de conversion a impliqué l'examen et l'analyse des données collectées dans chaque cas et l'attribution de valeurs numériques basées sur la description et la présence des sous-facteurs, conformément à l'échelle de Likert : par exemple, 5 pour une présence totale, 3 pour une présence modérée et 1 pour une absence de présence. Cette méthode a permis de garantir une évaluation complète et précise de la présence de chaque facteur.

Pour traiter les données brutes, qui comprenaient divers sous-facteurs, la moyenne a d'abord été calculée pour chaque facteur causal. Chaque facteur causal était composé de plusieurs sous-facteurs, généralement 3 ou 4.

Ensuite, ces valeurs moyennes ont été converties de l'échelle de Likert à 5 points en une échelle floue allant de 0,05 à 0,95. En particulier, les valeurs d'une variable d'échelle d'intervalle qui correspondent à trois points de rupture qualitatifs qui structurent un ensemble flou : le seuil d'appartenance totale (score flou = 0,95), le seuil de non-appartenance totale (score flou = 0,05) et le point de croisement (score flou = 0,5). Par conséquent, pour créer des scores d'appartenance flous à partir des données originales de ratio ou d'échelle d'intervalle, ces trois repères doivent être utilisés . Cette conversion était nécessaire pour aligner l'échelle de Likert sur l'échelle fsQCA. Plus précisément, sur cette échelle à ensembles flous :

- Une valeur de Likert de 5 a été mise en correspondance avec 0,95 (indiquant une présence totale),
- Une valeur de Likert de 3 a été mise en correspondance avec 0,5 (indiquant une présence modérée),
- Une valeur de Likert de 1 a été mise en correspondance avec 0,05 (indiquant une présence minimale).

Ce processus d'étalonnage a permis de garantir que les valeurs de l'échelle de Likert étaient correctement transformées en échelle d'ensembles flous, facilitant ainsi une analyse fsQCA précise ; ces valeurs sont présentées dans le tableau 3.

### **Tableau 3 : Étalonage des données**

Variable	Mesure	Classification (algorithme de Ward)	Point de passage	Calibrage
Engagement des parties prenantes STK_ENG	Mesuré par une échelle de Likert de 1 à 5	Classe 1 : de 1 à 3 Classe 2 : de 3 à 5 ans	3	Adhésion complète (0,95) : 5 Point de croisement (0,5) : 3 Non-adhésion (0,05) : 1
Incitation financière FIN_INC	Mesuré par une échelle de Likert de 1 à 5	Classe 1 : de 1 à 3 Classe 2 : de 3 à 5 ans	3	Adhésion complète (0,95) : 5 Point de croisement (0,5) : 3 Non-adhésion (0,05) : 1
Politiques et règlements réglementaires REG_POL	Mesuré par une échelle de Likert de 1 à 5	Classe 1 : de 1 à 3 Classe 2 : de 3 à 5 ans	3	Adhésion complète (0,95) : 5 Point de croisement (0,5) : 3 Non-adhésion (0,05) : 1
Considérations techniques TECH_CONS	Mesuré par une échelle de Likert de 1 à 5	Classe 1 : de 1 à 3 Classe 2 : de 3 à 5 ans	3	Adhésion complète (0,95) : 5 Point de croisement (0,5) : 3 Non-adhésion (0,05) : 1
SSWM SUS_WAT	Mesuré par une échelle de Likert de 1 à 5	Classe 1 : de 1 à 3 Classe 2 : de 3 à 5 ans	3	Adhésion complète (0,95) : 5 Point de croisement (0,5) : 3 Non-adhésion (0,05) : 1

Les résultats calibrés et les facteurs de causalité ont été évalués à l'aide du modèle d'analyse comparative qualitative par ensembles flous (fsQCA) :

$$\text{SSWM} = \text{Engagement des parties prenantes} + \text{Incitations financières} + \text{Politiques et réglementations} + \text{Considérations techniques}$$

#### 4.2. ANALYSE STATISTIQUE DESCRIPTIVE ET ANALYSE NECESSAIRE

Les résultats du logiciel Fs-QCA sont présentés dans le tableau 4. Il illustre l'analyse statistique descriptive qui comprend le nombre de cas, le minimum, le maximum, la moyenne et les écarts types pour les variables qui sont en corrélation avec les facteurs de causalité et les résultats de la recherche. D'après le tableau, il n'y a de valeurs manquantes dans aucune des variables. Le tableau 4 illustre également les conditions nécessaires. Les conditions nécessaires sont déterminées par un test de nécessité univarié sur les valeurs de cohérence et de couverture de chaque condition afin de déterminer les conditions causales (C. C. Ragin, 2008).

L'analyse des conditions nécessaires présentée dans le tableau 4 indique que la gestion des parties prenantes et les politiques réglementaires sont deux conditions nécessaires, car elles ont un score de cohérence supérieur à 0,9. Leurs notes de cohérence respectives de 0,99 et 0,97 signifient qu'une grande majorité des projets soumis à ces deux conditions parviennent à la gestion durable des eaux.

**Tableau 4 : Analyse statistique descriptive et analyse nécessaire des 16 cas de SSWM**

Variable	Analyse statistique descriptive				Conditions nécessaires		
	Moyenne	Écart-type	Minimum	Maximum	Nombre de cas	Cohérence	Couverture
Engagement des parties prenantes	0.87	0.08	0.72	0.95	16	Variable de résultat	
Incitation financière	0.80	0.09	0.56	0.95	16	0.91	0.99
Politiques et règlements réglementaires	0.53	0.15	0.35	0.8	16	0.61	1
Considérations techniques	0.82	0.11	0.5	0.95	16	0.92	0.97
	0.73	0.20	0.2	0.95	16	0.83	0.99

*Notes : la moyenne est la valeur moyenne ; l'écart-type est la mesure de l'étendue ou de la dispersion autour de la moyenne ; le minimum est la plus petite valeur de l'ensemble de données ; le maximum est la plus grande valeur de l'ensemble de données ; la cohérence est une mesure de la mesure dans laquelle chaque solution (ou l'ensemble de la solution) est un sous-ensemble de l'ensemble des résultats ; la couverture indique la mesure dans laquelle chaque solution (ou l'ensemble de la solution) couvre (ou explique) les résultats .*

### 4.3. CONDITIONS SUFFISANTES

En comparant qualitativement les ensembles flous, il est possible d'obtenir trois types de solutions différentes : les solutions complexes, les solutions parcimonieuses et les solutions intermédiaires. **La solution complexe n'utilise que des conditions directes et ignore les restes et les contrefactuels. Une solution parcimonieuse inclut des restes qui simplifient la solution, quelle que soit sa complexité. La solution intermédiaire n'intègre que des contrefactuels faciles basés sur des liens définis par l'utilisateur avec le résultat** (C. Ragin, 2000) . Cette étude s'est concentrée sur la solution intermédiaire car les résultats seront plus logiques et cohérents avec la réalité (M. Li et al., 2024). Les résultats sont présentés dans le tableau 5, qui révèle deux combinaisons de facteurs de causalité conduisant à la GED :

- 1 Engagement des parties prenantes \* Incitation financière \* Politiques et règlements réglementaires
- 2 Engagement des parties prenantes \* Politiques et réglementations \* Considérations techniques

La cohérence globale de la solution dépasse 0,8, ce qui indique que ces configurations sont suffisantes pour un GED efficace. Les configurations combinées (la couverture globale de la solution) sont de 0,8483, ce qui représente 84,8 % des cas où le GED est efficace.

**Tableau 5 - Configurations intermédiaires conduisant à un SSWM élevé**

	Configurations	
	1	2
SKT_ENG (Engagement des parties prenantes)	●	●
FIN_INC (Incitation financière)	●	
REG_POL (Politiques réglementaires)	●	●
TECH_CONS (Considérations techniques)		●
Cohérence	1	1
Couverture brute	0.60	0.81
Une couverture unique	0.04	0.24
Cohérence globale de la solution	1	
Couverture globale de la solution	0.85	

*Notes : ● indique la présence de la condition (facteur causal) ; ○ indique l'absence de la condition (facteur causal) ; le blanc indique que la condition (facteur causal) peut être présente ou absente.*

Comme présenté précédemment, l'analyse des études de cas révèle deux combinaisons clés de facteurs qui sont essentielles pour réaliser la GED par le biais de l'IV en milieu urbain. La première configuration, composée de l'engagement des parties prenantes, des incitations financières et des politiques et réglementations réglementaires, affiche un score de cohérence parfait de 1, ce qui indique que cette combinaison aboutit systématiquement à des résultats positifs. Cette configuration couvre environ 60,47 % des cas étudiés, ce qui souligne l'importance de l'intégration de diverses parties prenantes, d'incitations financières adéquates et de cadres réglementaires favorables. La cohérence parfaite suggère que lorsque ces trois facteurs s'alignent, la probabilité d'une gestion durable des eaux est élevée.

La deuxième configuration, qui inclut l'engagement des parties prenantes, les politiques et réglementations réglementaires et les considérations techniques, présente une cohérence légèrement inférieure mais toujours très élevée de 0,998321, couvrant environ 80,51 % des cas. Cette configuration souligne le rôle crucial de l'engagement des parties prenantes et des politiques réglementaires, complété par l'accès aux considérations techniques, dans la réalisation de la gestion durable des eaux. La couverture plus large de cette configuration indique que la considération technique peut souvent se substituer aux incitations financières, en fournissant l'expertise et les conseils nécessaires à la mise en œuvre des solutions IV.

## 5. DISCUSSION

Dans l'ensemble, les résultats suggèrent qu'une combinaison d'engagement des parties prenantes, de politiques et de réglementations, et d'incitations financières ou de considérations

techniques est essentielle pour la gestion durable des eaux en milieu urbain, la seconde configuration offrant une approche plus complète et plus couramment utilisée. Ces résultats soulignent la nature multidimensionnelle de la gestion durable des eaux, où les dimensions financières et techniques, ainsi que le soutien des politiques et des parties prenantes, jouent un rôle essentiel. Ces résultats sont conformes à la littérature existante sur la gestion durable des eaux et l'IV.

Montalto et al. (2013) soulignent l'importance d'une approche globale impliquant de multiples parties prenantes, ce à quoi font écho Barbosa, Fernandes et David (2012), qui soulignent la nécessité d'un engagement diversifié des parties prenantes.

En outre, les recherches menées par Li et al. (2018) identifient les contraintes financières comme un obstacle important, ayant un impact sur les aspects techniques tels que l'innovation, la maintenance et la faisabilité. Pour y remédier, Zabel et Hausler (2024) suggèrent que les incitations financières, telles que les subventions et les abattements fiscaux, sont des outils efficaces. Toutefois, même avec des instruments politiques bien choisis, une mise en œuvre réussie peut être entravée par une communication et une coordination médiocre entre les services administratifs et les parties prenantes. Il est donc essentiel d'élaborer des plans de gouvernance solides qui impliquent toutes les parties prenantes, en veillant à ce que la mise en œuvre efficace de la politique soit aussi cruciale que le choix politique lui-même (Zabel & Hausler, 2024).

L'engagement des parties prenantes est essentiel à la mise en œuvre de l'IV pour la gestion des eaux pluviales, car différents types d'acteurs influencent son adoption. Les autorités locales et régionales jouent un rôle central dans la conduite de ces initiatives (Frantzeskaki, 2019). En outre, d'autres acteurs tels que les entreprises, les organisations non gouvernementales, les communautés locales et les organismes d'aide collaborent souvent avec les autorités locales, ce qui met en évidence le rôle important de la coopération interinstitutionnelle, comme le montrent diverses études de cas.

En ce qui concerne les incitations financières, les résultats montrent que si elles sont importantes, elles ne sont pas aussi cruciales que l'engagement des parties prenantes ou les politiques et réglementations. Les initiatives IV se heurtent souvent à des obstacles financiers (Zabel & Hausler, 2024), de nombreux projets dépendant encore des subventions des institutions publiques. Peu d'entre eux ont accès à des prêts ou à des obligations vertes, et

l'utilisation d'incitations ou d'allègements fiscaux n'en est qu'à ses débuts. Dans les pays développés, les subventions sont plus facilement disponibles et sont souvent intégrées dans les budgets municipaux. Ce n'est toutefois pas le cas dans les pays en développement, où les incitations financières sont plus importantes car elles peuvent avoir un impact direct sur l'adoption dans diverses circonstances.

Les instruments politiques et les réglementations sont un facteur clé parallèlement à l'engagement des parties prenantes, en particulier dans les pays développés. Les lois, les réglementations et les directives de planification sont essentielles pour intégrer les IV dans les cadres politiques et administratifs bien établis en Amérique du Nord et en Europe. Dans les pays en développement, ces politiques gagnent également du terrain dans le cadre du mouvement vers un avenir plus vert, ce qui favorise la mise en œuvre de l'IV. Les gouvernements du monde entier déploient des efforts considérables pour intégrer l'IV dans leurs programmes politiques et leurs normes de planification (Wei, Qian, Tao, Hu, & Ou, 2018). Les considérations techniques, bien que cruciales, sont souvent considérées comme moins importantes que l'engagement des parties prenantes et les cadres réglementaires. Cependant, comme le notent Li et al. (2018), les contraintes financières ont un impact significatif sur les aspects techniques tels que l'innovation, la maintenance et la faisabilité.

Si l'on se réfère à l'objectif et à la question de la recherche, les résultats ont mis en évidence deux combinaisons de facteurs qui sont essentiels à la réalisation de la GED par le biais de l'IV en milieu urbain. En résumé, les principaux moteurs de la mise en œuvre de l'IV pour la gestion des eaux pluviales, d'après cette étude, sont l'engagement des parties prenantes et les cadres réglementaires. Cependant, les incitations financières et les considérations techniques sont également importantes et nécessitent une attention particulière pour assurer la durabilité des IV. La résolution de ces problèmes complexes, en particulier l'engagement des parties prenantes et les contraintes financières, favorisera la création d'environnements urbains plus durables et plus résistants aux défis posés par les eaux de ruissellement.

## **CONCLUSION**

Avec les conséquences imminentes du changement climatique, l'urbanisation croissante et la prolifération des surfaces imperméables, la nécessité d'une gestion durable des eaux pluviales est plus critique que jamais. Cette urgence a conduit à l'adoption de solutions basées sur la nature, telles que l'IV, qui s'est avérée à la fois efficace et efficiente pour gérer durablement les

eaux pluviales. Cependant, la mise en œuvre de l'IV se heurte à plusieurs obstacles, ce qui nécessite un examen plus approfondi des facteurs clés qui favorisent son adoption. Cette étude a pour but d'identifier la combinaison de facteurs essentiels à la gestion durable des eaux pluviales par le biais des IV en milieu urbain. Pour ce faire, une fsQCA a été réalisée à partir de 16 études de cas afin de mieux comprendre les applications dans le monde réel. L'analyse a révélé deux combinaisons principales, mettant en évidence l'engagement des parties prenantes et les politiques et réglementations réglementaires comme étant les principaux moteurs actuels de l'adoption des IV.

Si l'engagement des parties prenantes et les politiques et réglementations sont essentiels, la recherche souligne également l'importance des incitations financières et des considérations techniques. Ces facteurs ont été identifiés comme des obstacles importants dans de nombreuses études et doivent être pris en compte pour surmonter les difficultés liées à la mise en œuvre des IV. Dans l'ensemble, pour une mise en œuvre réussie et durable de l'IV, il est impératif d'aborder tous les facteurs clés - engagement des parties prenantes, politiques et réglementations, incitations financières et considérations techniques - afin de garantir une approche globale de la gestion durable des eaux.

Deux limitations ont été constatées dans cette étude de recherche. Tout d'abord, la recherche a été limitée à 16 cas au lieu des 22 initialement prévus en raison de la disponibilité restreinte des données secondaires. Cette limitation a notamment eu un impact sur l'éventail des points de vue sur les cas des nations en développement, qui auraient pu enrichir les conclusions de l'étude. Les contraintes de temps ont également eu un impact. En raison du délai limité, une enquête préparée n'a pas été distribuée aux points de contact des études de cas. Par conséquent, l'étude a manqué l'occasion de recueillir des informations de première main, qui auraient pu fournir des informations plus récentes et un aperçu plus approfondi des études de cas.

Bien que cette étude ait révélé les combinaisons de facteurs qui conduisent au résultat de la GED, elle n'a pas permis d'identifier les facteurs les plus importants pour la mise en œuvre de la GED. Pour aller de l'avant et combler les lacunes identifiées dans cette étude, il est nécessaire de poursuivre les recherches sur d'autres facteurs d'influence jugés nécessaires à la mise en œuvre de l'IV dans le cadre de la GED. Il pourrait s'agir de techniques d'évaluation, de coordination institutionnelle, de sensibilisation du public et d'acceptation des solutions IV. Cette approche globale est essentielle pour optimiser la conception, la mise en œuvre et

l'efficacité à long terme des IV dans la gestion des eaux usées urbaines. En abordant systématiquement ces facteurs, les initiatives futures pourront mieux s'y adapter.

## REFERENCES

- Ahamed, A. (2024). The Pursuit of Subjective Well-Being Through Financial Well-Being, Relationship Quality, and Spiritual Well-Being: A Configuration Approach with Fuzzy-Set Qualitative Comparative Analysis (fsQCA). *Journal of Family and Economic Issues*. <https://doi.org/10.1007/s10834-024-09968-6>
- Alankarage, S., Chileshe, N., Samaraweera, A., Rameezdeen, R., & Edwards, D. (2023). Guidelines for Using a Case Study Approach in Construction Culture Research: Application to BIM-Enabled Organizations. *Journal of Construction Engineering and Management*, 149(9). <https://doi.org/10.1061/JCEMD4.COENG-13569>
- Albert, C., Schroter, B., Haase, D., Brillinger, M., Henze, J., Herrmann, S., & Matzdorf, B. (2019). Addressing societal challenges through nature-based solutions: How can landscape planning and governance research contribute? *Landscape and Urban Planning*, 182, 12–21. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.10.003>
- Arya, S., & Kumar, A. (2023). Evaluation of stormwater management approaches and challenges in urban flood control. *Urban Climate*, 51. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2023.101643>
- Bahrani, M., Roghani, B., Tscheikner-Gratl, F., & Rokstad, M. (2024). A deep dive into green infrastructure failures using fault tree analysis. *Water Research*, 257. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2024.121676>
- Barbosa, A., Fernandes, N., & David, L. (2012). Key issues for sustainable urban stormwater management. *Water*, 46(20), 6787–6798. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2012.05.029>
- Barclay, N., & Klotz, L. (2019). Role of Community participation for green stormwater infrastructure development. *Journal of Environmental Management*, 251. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109620>
- Bo, Y., Mesner, N., Drew, M., Durfee, D., & Tian, T. (2018). Integrated Teaching and practice: Green Infrastructure Planning and Green Roof Performance in a Semi-arid Campus Environment, USA. *Landscape and Architecture*, 6(5).
- Bohman, A., Glaas, E., & Karlson, M. (2020). Integrating Sustainable Stormwater Management in Urban Planning: Ways Forward towards Institutional Change and Collaborative Action. *Water*, 12(1), 203. <https://doi.org/10.3390/w12010203>
- Bruner, S., Palmer, M., Griffin, K., & Naem. (2023). Planting design influences green infrastructure performance: Plant species identity and complementarity in rain gardens. *Ecological Applications*, 33(7). <https://doi.org/10.1002/eap.2902>
- Cannop, S., Vandergert, P., Eisenberg, B., Collier, M., Nash, C., Clough, J., & Newport, D. (2016). Renaturing cities using a regionally-focused biodiversity-led multifunctional benefits approach to urban green infrastructure. *Environmental Science & Policy*, 62, 99–111. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.01.013>

- Carlet, F. (2015). Understanding attitudes toward adoption of green infrastructure: A case study of US municipal officials. *Environmental Science & Policy*, 51, 65–76. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.03.007>
- Chaffin, B. C., Shuster, W. D., Garmestani, A. S., Furio, B., Albro, S. L., Gardiner, M., ... Green, O. O. (2016). A tale of two rain gardens: Barriers and bridges to adaptive management of urban stormwater in Cleveland, Ohio. *Journal of Environmental Management*, 183, 431–441. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.06.025>
- Chen, Y., & Gaspari, J. (2023). Exploring an Integrated System for Urban Stormwater Management: A Systematic Literature Review of Solutions at Building and District Scales. *Sustainability*, 15(13). <https://doi.org/10.3390/su15139984>
- Chini, C., Canning, J., Schreiber, K., Peschel, J., & Stillwell, A. (2017). The Green Experiment: Cities, Green Stormwater Infrastructure, and Sustainability. *Sustainability*, 9(1).
- Cousins, J., & Hall, D. (2021). Green Infrastructure, Stormwater, and the Financialization of Municipal Environmental Governance. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 23(5), 581–598. <https://doi.org/10.1080/1523908X.2021.1893164>
- Dhakal, K., & Chevalier, L. (2017). Managing urban stormwater for urban sustainability: Barriers and policy solutions for green infrastructure application. *Journal of Environmental Management*, 203(1), 171–181. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.07.065>
- Dorst, H., Jagt, A., Raven, R., & Runhaar, H. (2019). Urban greening through nature-based solutions – Key characteristics of an emerging concept. *Sustainable Cities and Society*, 49, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101620>
- Drescher, M., & Sinascac, S. (2021). Social-psychological Determinants of the Implementation of Green Infrastructure for Residential Stormwater Management. *International Environmental Management*, 67(2), 308–322. <https://doi.org/10.1007/s00267-020-01393-3>
- Fainshmidt, S., Witt, M. A., Aguilera, R. V., & Verbeke, A. (2020). The contributions of qualitative comparative analysis (QCA) to international business research. *Journal of International Business Studies*, 51(4), 455–466. <https://doi.org/10.1057/s41267-020-00313-1>
- Frantzeskaki, N. (2019). Seven lessons for planning nature-based solutions in cities. *Environmental Science & Policy*, 93, 101–111. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.12.033>
- Goulden, S., Portman, M., Carmon, N., & Alon-Mozes, T. (2018). From conventional drainage to sustainable stormwater management: Beyond the technical challenges. *Journal of Environmental Management*, 219, 37–45. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.04.066>
- Hanna, E., & Comin, F. (2021). Urban Green Infrastructure and Sustainable Development: A Review. *Sustainability*, 13(20). <https://doi.org/10.3390/su132011498>
- Henriette, J., Nubert, M., & Marrs, C. (2019). Conceptual and theoretical background, terms and definition. In J. Henriette, M. Nubert, & C. Marrs (Eds.), *Green Infrastructure Handbook. Interreg*.
- Hopkins, K., Grimm, N., & York, A. (2018). Influence of governance structure on green stormwater infrastructure investment. *Environmental Science & Policy*, 84, 124–133. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.03.008>

- Iswidyantara, A. M., & Husin, A. E. (2023). Key success factors analysis for improving cost performance of green retrofit infrastructure on the jetty project. *SINERGI*, 27(1), 89. <https://doi.org/10.22441/sinergi.2023.1.011>
- Kabakchieva, D., & Vasileva, V. (2023). Green infrastructure—The smart interpreting of natural capital. *Acta Scientifica Naturalis*, 10(1), 57–68. <https://doi.org/10.2478/asn-2023-0006>
- Kabisch, N., Frantzeskaki, N., Pauleit, S., Naumann, S., Davis, M., Artmann, M., ... Bonn, A. (2016). Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: Perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action. *Ecology and Society*, 21(2), art39. <https://doi.org/10.5751/ES-08373-210239>
- Kordana, S. (2018). The identification of key factors determining the sustainability of stormwater systems. *E3S Web of Conferences*, 1–8. EDP Sciences.
- Li, L., Collins, A., Cheshmehzangi, A., & Chan, F. (2024). Identifying enablers and barriers to the implementation of the Green Infrastructure for urban flood management: A comparative analysis of the UK and China. *Urban Forestry & Urban Greening*, 54, 1–42. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126770>
- Li, M., Wang, J., Dong, Y., Zeng, Y., Shen, N., Liu, W., & Chen, H. (2024). What combinations drive the urban green infrastructure development in China's Yangtze River Economic Belt? – An empirical study based on fs/QCA methodology. *Ecological Indicators*, 166. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112190>
- Li, Y., & Mell, I. (2023). Green Infrastructure as Urban Melody: The Integration of Landscape Principles into Green Infrastructure Planning and Design in China and the UK. In C. Sant'Anna, I. Mell, & L. Schenk (Eds.), *Planning with Landscape: Green Infrastructure to Build Climate-Adapted Cities* (pp. 117–132). Cham: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-18332-4\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-031-18332-4_7)
- Mastler, A., Grabowski, Z., & Elder, A. (2021). The multifaceted geographies of green infrastructure policy and planning: Socio-environmental dreams, nightmares, and amnesia. *Journal of Environmental Policy & Planning*, 23, 559–564. <https://doi.org/10.1080/1523908X.2021.1976565>
- Mell, I. (2017). Financing the Future of Green Infrastructure Planning: Alternatives and Opportunities in the UK. *Landscape Research*, 43(6), 751–768.
- Montalto, F., Bartrand, T., Waldman, A., Travaline, K., Loomis, C., McAfee, C., & Boles, L. (2013). Decentralised green infrastructure: The importance of stakeholder behaviour in determining spatial and temporal outcomes. *Structure and Infrastructure Engineering*, 9(12), 1187–1205. <https://doi.org/10.1080/15732479.2012.671834>
- Monteiro, R., Ferreira, J., & Antunes, P. (2020). Green Infrastructure Planning Principles: An Integrated Literature Review. *Land*, 9(12). <https://doi.org/10.3390/land9120525>
- Monteiro, R., Ferreira, J., & Antunes, P. (2022). Green Infrastructure Planning Principles: Identification of Priorities Using Analytic Hierarchy Process. *Sustainability*, 14(9).
- O'Donnell, E. C., Lamond, J. E., & Thorne, C. R. (2017). Recognising barriers to implementation of Blue-Green Infrastructure: A Newcastle case study. *Urban Water Journal*, 14(9), 964–971. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2017.1279190>
- Olorunkiya, J., Fassman, E., & Wilkinson, S. (2012). Risk: An Influence of governance structure on green stormwater infrastructure investment. *Journal of Sustainable Development*, 5(9), 27–41.

- Omona, J. (2013). Sampling in Qualitative Research: Improving the Quality of Research Outcomes in Higher Education. *Makerere Journal of Higher Education*, 4(2), 169–185. <https://doi.org/10.4314/majohe.v4i2.4>
- Ou, J., Li, J., Li, X., & Zhang, J. (2023). Planning and Design Strategies for Green Stormwater Infrastructure from an Urban Design Perspective. *Water*, 16(1), 29. <https://doi.org/10.3390/w16010029>
- Paddison, R. (2001). *Handbook of Urban Studies*. London: SAGE Publications.
- Pappas, I., & Woodside, A. (2021). Fuzzy-set Qualitative Comparative Analysis (fsQCA): Guidelines for research practice in Information Systems and marketing. *International Journal of Information Management*, 58. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2021.102310>
- Parker, J., & Zingoni De Baro, M. E. (2019). Green Infrastructure in the Urban Environment: A Systematic Quantitative Review. *Sustainability*, 11(11), 3182. <https://doi.org/10.3390/su11113182>
- Pereira, B., David, L. M., & Galvão, A. (2019). Green Infrastructures in Stormwater Control and Treatment Strategies. *The 4th International Electronic Conference on Water Sciences*, 7. MDPI. <https://doi.org/10.3390/ECWS-4-06526>
- Prudencio, L., & Null, S. (2018). Stormwater management and ecosystem services: A review. *Environmental Research Letters*, 13(3). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaa81a>
- Qiao, X.-J., Liu, L., Kristoffersson, A., & Randrup, T. B. (2019). Governance factors of sustainable stormwater management: A study of case cities in China and Sweden. *Journal of Environmental Management*, 248, 109249. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.07.020>
- Ragin, C. (2000). *Fuzzy-set social science*. University of Chicago Press.
- Ragin, C. C. (1987). *The Comparative Method*. Berkeley (CA), USA: University of California Press.
- Ragin, C. C. (2008). *Redesigning social inquiry: Fuzzy sets and beyond*. Chicago: University of Chicago Press.
- Raoolimanesh, S., Valeei, N., & Rezaei, S. (2023). Guideline for Application of fuzzy-set Qualitative Comparative Analysis (fsQCA) in Tourism and Hospitality Studies. In F. Okumus, S. Rasoolimanesh, & S. Jahani (Eds.), *Cutting Edge Research Methods in Hospitality and Tourism* (pp. 137–156). Leeds: Emerald Publishing Limited.
- Rentachintala, L., Reddy, M., & Mohapatra, P. (2022). Urban stormwater management for sustainable and resilient measures and practices: A review. *Water Science & Technology*, 85(4), 1120–1140. <https://doi.org/10.2166/wst.2022.017>
- Rihoux, B., & Ragin, C. C. (Eds.). (2009). *Configurational comparative methods: Qualitative comparative analysis (QCA) and related techniques*. Thousand Oaks: Sage.
- Ritchie, H., Samborska, V., & Roser, M. (2024). *Urbanization: Our World in Data*. Retrieved from <https://ourworldindata.org/urbanization>
- Rodríguez-Segura, E., Ortiz-Marcos, I., Romero, J. J., & Tafur-Segura, J. (2016). Critical success factors in large projects in the aerospace and defense sectors. *Journal of Business Research*, 69(11), 5419–5425. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.04.148>

- Seitzhan, O., Khadir, F., Bakyt, S., Ng, C., Takaijudin, H., Zawawi, N., & Musarat, M. (2023). Assessment of the Implementation of Sustainable Stormwater Management Practices in Asian Countries. *Sustainability*, *15*(21). <https://doi.org/10.3390/su152115547>
- Seiwert, A., & Röbber, S. (2020). Understanding the term green infrastructure: Origins, rationales, semantic content and purposes as well as its relevance for application in spatial planning. *Land Use Policy*, *97*. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104785>
- Serrao-Neumann, S., Renouf, M., Kenway, S. J., & Low Choy, D. (2017). Connecting land-use and water planning: Prospects for an urban water metabolism approach. *Cities*, *60*, 13–27. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.07.003>
- Setzke, D., Bohm, M., & Krcmar, H. (2020). Combining the Case Survey Method and Qualitative Comparative Analysis for Information Systems Research. *AMCIS 2020 Proceedings 1*, 1–10. AMCIS.
- Tayouga, S., & Gagné, S. (2016). The Socio-Ecological Factors that Influence the Adoption of Green Infrastructure. *Sustainability*, *1*–17. <https://doi.org/10.3390/su8121277>
- Toxopeus, H., & Polzin, F. (2021). Reviewing financing barriers and strategies for urban nature-based solutions. *Journal of Environmental Management*, *289*, 112371. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112371>
- Tubridy, F. (2020). Co-Financing Green Resilient Infrastructures in Copenhagen: Integrated or Superficial Design? *Landscape Research*, *46*(2), 261–272.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs. (2024, December 3). 68% of the world population projected to live in urban areas by 2050, says UN. Retrieved December 3, 2024, from United Nations website: <https://www.un.org/uk/desa/68-world-population-projected-live-urban-areas-2050-says-un>
- Wei, J., Qian, J., Tao, Y., Hu, F., & Ou, W. (2018). Evaluating Spatial Priority of Urban Green Infrastructure for Urban Sustainability in Areas of Rapid Urbanization: A Case Study of Pukou in China. *Sustainability*, *10*(2). <https://doi.org/10.3390/su10020327>
- Ying, J., Zhang, X., Zhang, Y., & Bilan, S. (2021). Green infrastructure: Systematic literature review. *Economic Research*, *35*, 342–366. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2021.1893202>
- Zabel, A., & Häusler, M.-M. (2024). Policy instruments for green infrastructure. *Landscape and Urban Planning*, *242*. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2023.104929>
- Zhang, X. (2016). The trends, promises and challenges of urbanisation in the world. *Habitat International*, *54*, 241–252. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.11.018>
- Zhang, Y., Zhao, W., Chen, X., Jun, C., Hao, J., Tang, X., & Zhai, J. (2021). Settings Order Article Reprints Open Access Article Assessment on the Effectiveness of Urban Stormwater Management. *Water*, *13*(1). <https://doi.org/10.3390/w13010004>