



Received: 16-08-2026
Accepted: 26-09-2026

ISSN: 2583-049X

Approche Prescriptive de l'Indice Global de Durabilité (IGD) Pour la Gestion du Cycle de vie des Bassins Versants Urbains de Cotonou: De l'évaluation Multicritère à la Programmation de la Maintenance et au Pilotage de la Durabilité des Infrastructures de Drainage

¹ Ahonankpon Hubert Frédéric Gbaguidi, ² Tonankpon Spéro Alcide Ahokpe, ³ Yémalin Daniel Agossou

^{1, 2, 3} Unité de Recherche en Durabilité des Infrastructures et Services Urbains (UR-DISUR), Laboratoire de Géosciences, de l'Environnement et Applications (LaGEA), École Nationale Supérieure des Travaux Publics (ENSTP), Université Nationale des Sciences, Technologies, Ingénierie et Mathématiques (UNSTIM), Bénin

² Ecole Doctorale des Sciences, Technologies, Ingénierie et Mathématiques (ED-STIM), Université Nationale des Sciences, Technologies, Ingénierie et Mathématiques (UNSTIM), Bénin

DOI: <https://doi.org/10.62225/2583049X.2026.6.5.6957>

Corresponding Author: Ahonankpon Hubert Frédéric Gbaguidi

Abstract

La durabilité des systèmes de drainage urbain ne peut être appréciée exclusivement à partir de la capacité hydraulique des collecteurs ou de l'état physique des ouvrages. Dans une ville littorale basse comme Cotonou, le bassin versant constitue un système territorial dans lequel interagissent relief, précipitations, nappe phréatique, zones humides, occupation du sol, voiries, collecteurs, bassins de rétention, déchets, populations, activités économiques et institutions. Cette recherche analyse l'application d'une variante prescriptive de l'Indice Global de Durabilité (IGD) à l'ensemble du cycle de vie des bassins versants urbains de Cotonou. L'étude adopte une démarche empirique fondée sur l'exploitation croisée de données secondaires vérifiables: Plan directeur d'assainissement pluvial de Cotonou, études d'avant-projet détaillé, documents du Programme d'Assainissement Pluvial de Cotonou (PAPC), rapports environnementaux et sociaux, informations de réception et d'exploitation des ouvrages, publications du Gouvernement du Bénin, documents de la Banque mondiale et de l'Agence française de développement, travaux scientifiques sur l'hydrologie de Cotonou et textes juridiques béninois. Le système d'assainissement pluvial de Cotonou est structuré en cinquante bassins versants, dont trente-quatre ont été

retenus comme prioritaires dans le PAPC (AFD, 2020; Gouvernement de la République du Bénin, 2023; IGIP Afrique, 2019) [1, 13, 18]. Les investigations mettent en évidence des pathologies susceptibles d'apparaître à toutes les étapes du cycle de vie: suppression de zones naturelles de rétention, remblaiement des bas-fonds, imperméabilisation, discontinuité ou sous-capacité des réseaux, contraintes au niveau des exutoires, défauts d'entretien, colmatage par les déchets et la végétation, vieillissement, saturation temporaire lors d'événements pluviométriques importants et insuffisante coordination entre urbanisme, drainage, déchets et gestion environnementale.

L'analyse conduit à adapter l'IGD autour de six dimensions: Technico-hydraulique, environnementale, urbaine et fonctionnelle, sociale, économique et institutionnelle. Une grille empirique IGD-cycle de vie est développée avec des indicateurs observables, les données nécessaires, une échelle d'évaluation de 0 à 3, les principales pathologies et les prescriptions correspondantes. L'étude montre que la durabilité d'un bassin versant urbain relève autant de la protection du territoire, de l'urbanisme et de la maintenance que du dimensionnement des ouvrages.

Keywords: Indice Global de Durabilité, Bassin Versant Urbain, Cycle De Vie, Assainissement Pluvial, Maintenance, Résilience

1. Introduction

Cotonou est implantée sur un cordon littoral de faible altitude compris entre l'océan Atlantique au sud et le lac Nokoué au nord. Sa configuration topographique, l'existence de nombreux bas-fonds, la proximité de la nappe phréatique et l'importance des précipitations rendent la ville naturellement exposée aux inondations (Badou *et al.*, 2023) [3].

Le climat de Cotonou est subéquatorial et caractérisé par deux saisons pluvieuses. À partir de données pluviométriques horaires couvrant la période 1999–2018, Badou *et al.* (2023) ^[3] montrent que la conception des ouvrages d'assainissement doit tenir compte de l'évolution des événements extrêmes et concluent que la période de retour décennale historiquement utilisée pour certains ouvrages peut être insuffisante dans le contexte hydroclimatique de Cotonou.

À cette vulnérabilité naturelle se superposent des transformations anthropiques: densification urbaine, imperméabilisation des sols, occupation ou remblaiement de bas-fonds, multiplication des voiries et constructions, déchets solides et transformation des chemins naturels d'écoulement (IGIP Afrique, 2019) ^[18]. Le Plan directeur d'assainissement pluvial identifie cinquante bassins versants dans la ville; le PAPC intervient prioritairement sur trente-quatre d'entre eux (AFD, 2020; Gouvernement de la République du Bénin, 2023) ^[1, 13].

Le programme comprend à l'échelle de la ville environ 46 km de collecteurs primaires, 90 km de collecteurs secondaires et caniveaux latéraux, 49 km de voiries connexes et sept bassins de rétention (Gouvernement de la République du Bénin, 2021a) ^[11]. Les investissements ont déjà produit des transformations observables et la Banque mondiale estime qu'en 2025 les interventions du programme avaient bénéficié à plus de 168 000 habitants dans les zones concernées (World Bank, 2025) ^[25].

Pour autant, la réception d'un ouvrage ne signifie pas que sa durabilité est définitivement assurée. Une infrastructure nouvellement construite entre immédiatement dans une phase d'exploitation au cours de laquelle apparaissent de nouveaux risques: accumulation de déchets, ensablement, vieillissement, végétation, occupation des emprises, insuffisance de maintenance, modification de l'urbanisation ou événements climatiques dépassant certaines hypothèses de conception.

Les précipitations du 6 mai 2026 en donnent une illustration récente. Selon la SIRAT, leur forte intensité a temporairement saturé certains ouvrages et entraîné des stagnations d'eau dans plusieurs secteurs de Cotonou (Gouvernement de la République du Bénin, 2026) ^[17]. Ces constats invitent à déplacer la réflexion de la seule infrastructure vers son cycle de vie et, plus largement, vers le cycle de vie du bassin urbain dont elle assure le drainage.

La présente recherche pose alors la question suivante: comment mobiliser une variante prescriptive de l'Indice Global de Durabilité pour identifier les pathologies affectant les bassins versants de Cotonou au cours de leur cycle de vie et orienter les interventions permettant de préserver durablement leurs fonctions hydrauliques, urbaines, environnementales, sociales et économiques ? L'objectif général est d'analyser la durabilité des bassins versants urbains de Cotonou à travers leur cycle de vie en utilisant l'IGD comme cadre de diagnostic et de prescription.

2. État de l'art et démarche méthodologique

2.1 Du diagnostic pathologique à l'IGD prescriptif

Les travaux de Gbaguidi sur la durabilité se sont construits progressivement autour d'une logique de diagnostic, de compréhension des pathologies, de continuité des services puis d'aide à la décision. Dans l'étude consacrée à la signalisation routière d'Abomey-Calavi, Gbaguidi (2019) ^[6] montre déjà que les défaillances ne sont pas seulement

techniques: elles peuvent être sociales et institutionnelles, ce qui conduit à inscrire la conception et l'exploitation des biens communaux dans un processus cohérent de durabilité. Cette approche dépasse ensuite l'infrastructure matérielle prise isolément. L'analyse de la continuité énergétique du service administratif communal à Zagnanado considère la continuité du service public comme un indicateur de durabilité et examine les choix technologiques sur un horizon de vingt ans (Gbaguidi, 2023) ^[7]. Cette logique est importante pour les bassins versants urbains: la durabilité du système de drainage doit être appréciée à travers la continuité et la qualité du service urbain rendu, et non uniquement par l'état du béton.

La grille proposée à Nikki formalise cette évolution en articulant la durabilité des infrastructures et équipements autour de critères physiques, fonctionnels, environnementaux, économiques, sociaux et institutionnels, avec une échelle d'appréciation de 0 à 3 (Gbaguidi *et al.*, 2025) ^[10]. L'IGD appliqué au réseau routier de Porto-Novo prolonge ensuite cette démarche par une logique de priorisation multicritère des interventions (Gbaguidi, 2026). D'autres travaux associés à cette trajectoire confirment l'importance d'une lecture multidimensionnelle. Bokove *et al.* (2025) ^[4] montrent, sur le réseau routier de Porto-Novo, que les insuffisances géométriques, l'état des voies, l'accessibilité et les problèmes d'entretien doivent être analysés conjointement. Dalohoun *et al.* (2026) ^[5] attirent pour leur part l'attention sur une dimension moins visible de la durabilité: l'agressivité chimique des sols et ses effets potentiels sur les infrastructures en béton. Ces travaux renforcent l'idée qu'un diagnostic de durabilité doit intégrer des facteurs techniques, environnementaux, fonctionnels et institutionnels.

2.2 Le bassin versant urbain comme système territorial

Au sens hydrologique, un bassin versant représente une surface à l'intérieur de laquelle les eaux convergent vers un même exutoire. En milieu urbain, cette définition doit être complétée car le fonctionnement hydrologique dépend désormais de surfaces artificialisées, bâtiments, routes, caniveaux, collecteurs, bassins de stockage, zones humides résiduelles, exutoires, déchets, activités et pratiques sociales. Cette lecture est particulièrement pertinente à Cotonou. Dans le bassin XX, les études d'APD documentent des zones basses naturellement destinées à recevoir les eaux et montrent que certaines ont subi des remblaiements et occupations qui ont modifié leur fonctionnement (IGIP Afrique, 2019) ^[18]. L'AFD souligne parallèlement l'importance des zones marécageuses du bassin XX pour le drainage de la nappe, l'expansion des eaux et des fonctions écologiques complémentaires (AFD, 2020) ^[1].

2.3 Approche par cycle de vie

Le cycle de vie considéré dans cette recherche comporte plusieurs phases interdépendantes: état naturel ou pré-urbanisé, urbanisation, planification, conception, construction, exploitation, maintenance, réhabilitation et renouvellement/adaptation. Cette conception diffère du seul cycle de vie de l'ouvrage: elle correspond à un cycle de vie territorial du bassin. Une pathologie observée pendant l'exploitation peut ainsi avoir pour cause une décision d'urbanisation ancienne, un sous-dimensionnement initial, un défaut de protection foncière, une modification de l'exutoire ou une faiblesse de maintenance.

Tableau 1: Dimensions adaptées de l'IGD

Dimension adaptée	Champ d'analyse
Technico-hydraulique	Capacité, état physique, continuité des écoulements, stockage, exutoires, sécurité des ouvrages
Environnementale	Zones humides, infiltration, pollution, déchets, végétation, biodiversité, érosion, adaptation climatique
Urbaine et fonctionnelle	Occupation du sol, mobilité, accessibilité, compatibilité urbanisme-drainage, continuité des services
Sociale	Population exposée, sécurité, santé, équité, acceptabilité et usages
Économique	Coûts d'entretien et de réparation, dommages évités, financement, valeur du service rendu
Institutionnelle	Planification, responsabilités, coordination, contrôle, financement, maintenance, données et suivi

Cette variante constitue une adaptation méthodologique proposée dans la présente recherche. Trois usages sont distingués:

- l'IGD diagnostique caractérise l'état actuel;
- l'IGD-cycle de vie recherche la phase et les mécanismes d'apparition des pathologies;
- l'IGD prescriptif rattache chaque diagnostic à une réponse opérationnelle.

La chaîne d'analyse devient:

Observation → pathologie → cause → phase du cycle de vie → dimension IGD → prescription → contrôle de l'effet de l'intervention

2.4 Démarche empirique et sources

L'étude repose sur une triangulation de données secondaires vérifiables. Les données techniques proviennent principalement du rapport d'Avant-Projet Détaillé du Plan directeur d'assainissement pluvial de Cotonou et de documents du PAPC (IGIP Afrique, 2019 ^[18]; AGATUR, 2021). Elles sont complétées par les informations institutionnelles de l'AFD, de la Banque mondiale, de la

SIRAT et du Gouvernement du Bénin (AFD, 2020; Gouvernement de la République du Bénin, 2021a, 2022, 2024a, 2025a, 2026; World Bank, 2019, 2025) ^[1, 11, 12, 14, 16, 17, 24, 25], par les données hydroclimatiques de Badou *et al.* (2023) ^[3] et par les textes juridiques officiels béninois. Aucune valeur d'IGD n'est inventée lorsque les mesures nécessaires ne sont pas disponibles; la grille définit donc comment mesurer et prescrire, sans produire de score artificiel.

Les Tableaux 2 à 8 présentent la déclinaison opérationnelle de l'Indice Global de Durabilité (IGD) appliqué aux bassins versants urbains de Cotonou. Ils structurent progressivement l'évaluation des différentes composantes de la durabilité, depuis la caractérisation du bassin et des infrastructures jusqu'à l'appréciation de leur performance, de leur vulnérabilité et des conditions de leur gestion dans le temps. Cette lecture multicritère permet de dépasser l'évaluation strictement hydraulique des ouvrages pour intégrer les dimensions techniques, environnementales, fonctionnelles, socio-économiques et institutionnelles qui déterminent leur durabilité effective.

Pris conjointement, ces tableaux constituent ainsi la trame analytique permettant de passer du diagnostic à la prescription. Ils visent non seulement à identifier les déficiences et les facteurs de vulnérabilité propres à chaque bassin, mais également à établir les informations nécessaires à la hiérarchisation des interventions d'entretien, de réparation, de réhabilitation ou de renouvellement au cours du cycle de vie.

Tableau 2: Grille empirique IGD-cycle de vie

Note	Signification générale
0	Situation critique, fonction absente ou défaillance majeure; intervention urgente
1	Situation fortement dégradée; fonction partielle ou vulnérabilité importante
2	Situation acceptable avec insuffisances ou besoins d'amélioration
3	Situation satisfaisante, fonction assurée et dispositif durablement maîtrisé

Tableau 3: Dimension technico-hydraulique

Indicateur	Données/preuves	Pathologies	Critères 0-3	Prescription
Capacité hydraulique	Études hydrologiques débits de projet sections niveaux observations d'inondation	Sous-capacité surcharge débordement	0: débordements fréquents et capacité manifestement insuffisante 1: saturation récurrente 2: capacité généralement suffisante mais vulnérable aux événements forts 3: capacité compatible avec le niveau de service retenu	Recalibrage stockage nouveau collecteur réduction du ruissellement en amont
Continuité hydraulique	Plans de réseau inspections levés topographiques	Rupture amont-aval ouvrage manquant étranglement	0: discontinuité majeure; 1: plusieurs points de rupture 2: continuité avec contraintes locales 3: chaîne hydraulique continue	Suppression des étranglements raccords restructuration du réseau
État structurel	Inspections visuelles fissures déformations affouillements essais	Fissuration rupture tassement érosion instabilité	0: risque de rupture 1: dégradations importantes 2: défauts localisés; 3: bon état	Réparation confortement réhabilitation renouvellement
Bassins de rétention	Volumes utiles bathymétrie niveau d'envasement fonctionnement entrées/sorties	Perte de volume Envasement occupation mauvais fonctionnement	0: stockage fortement compromis 1: capacité fortement réduite 2: pertes modérées 3: capacité disponible conforme	Curage restauration du volume protection des emprises
Exutoires	Niveaux aval influence lac/lagune inspection	Reflux obstruction érosion	0: exutoire régulièrement neutralisé 1: très contraint 2: contraintes occasionnelles	Protection entretien recalibrage restauration écologique gestion aval

	hydraulique aval	insuffisance d'évacuation	3: fonctionnement satisfaisant	
Maintenance technique	Registres fréquence de curage délais d'intervention	Entretien tardif sédiments obstruction	0: absence d'entretien 1: entretien surtout curatif 2: programme irrégulier 3: maintenance préventive planifiée	Plan de maintenance par bassin inspections périodiques

Tableau 4: Dimension environnementale

Indicateur	Données/preuves	Pathologies	Critères 0–3	Prescription
Zones humides et bas-fonds	Images satellites documents d'urbanisme visites SIG	Remblaiement réduction artificialisation	0: fonction presque supprimée 1: forte dégradation 2: fonction partiellement conservée 3: zone protégée et fonctionnelle	Protection restauration renaturation interdiction des remblais
Infiltration et perméabilité	Occupation du sol taux d'imperméabilisation sols	Imperméabilisation excessive	0: artificialisation très forte sans compensation 1: infiltration fortement réduite 2: mesures partielles 3: infiltration intégrée	Surfaces perméables noues infiltration contrôlée espaces verts
Déchets solides	Inspections volumes retirés fréquence d'obstruction	Dépôts obstruction	0: obstruction chronique; 1: forte présence 2: dépôts ponctuels; 3: maîtrise	Articulation drainage– déchets; sensibilisation; surveillance
Qualité environnementale	Qualité des eaux odeurs rejets observation	Pollution eaux usées eutrophisation	0: pollution sévère 1: importante 2: anomalies ponctuelles 3: bonne qualité relative	Contrôle des rejets séparation des réseaux police environnementale
Végétation et biodiversité	Inventaire couverture végétale espèces envahissantes	Typha excessif perte de végétation utile	0: dysfonctionnement majeur 1: envahissement important 2: contrôle partiel 3: végétation gérée	Gestion écologique; faucardage sélectif; restauration
Adaptation climatique	Courbes IDF scénarios marges de conception	Paramètres obsolètes absence de réserve	0: conception manifestement dépassée 1: forte vulnérabilité 2: adaptation partielle 3: paramètres régulièrement révisés	Actualisation IDF marges adaptatives solutions fondées sur la nature

Tableau 5: Dimension urbaine et fonctionnelle

Indicateur	Données/preuves	Pathologies	Critères 0–3	Prescription
Occupation des corridors hydrauliques	Cadastre SIG permis visites	Constructions dans emprises obstruction	0: occupation critique 1: nombreuses occupations 2: conflits ponctuels 3: emprises protégées	Police de l'urbanisme libération/protection des emprises
Compatibilité urbanisation–drainage	Documents d'urbanisme évolution du bâti	Urbanisation supérieure aux capacités prévues	0: incompatibilité majeure; 1: forte pression; 2: maîtrise partielle; 3: cohérence planifiée	Zonage prescriptions de perméabilité contrôle des densités
Mobilité pendant les pluies	Observations coupures temps de stagnation	Voiries impraticables	0: coupures fréquentes 1: fortes perturbations 2: perturbations temporaires 3: continuité satisfaisante	Rehaussement ciblé drainage itinéraires résilients
Continuité des services urbains	Écoles, marchés, centres de santé, équipements exposés	Interruption d'accès aux services	0: interruptions majeures 1: fréquentes 2: limitées 3: continuité assurée	Protection prioritaire des équipements structurants

Tableau 6: Dimension sociale

Indicateur	Données/preuves	Pathologies	Critères 0–3	Prescription
Population exposée	Population cartes d'aléas enquêtes	Concentration de populations en zones inondables	0: exposition très forte 1: forte 2: modérée 3: faible ou maîtrisée	Protection adaptation maîtrise foncière information
Santé et salubrité	Données sanitaires eaux stagnantes nuisances	Maladies hydriques moustiques insalubrité	0: risques persistants 1: importants 2: ponctuels 3: maîtrisés	Drainage; hygiène déchets surveillance sanitaire
Sécurité des habitants	Incidents profondeur/vitesse d'eau; protections	Noyade chute circulation dangereuse	0: danger élevé 1: important 2: limité 3: sécurité maîtrisée	Barrières signalisation gestion événementielle
Équité territoriale	Localisation des investissements vulnérabilité socio- économique	Concentration des déficits dans quartiers vulnérables	0: très forte inégalité 1: forte 2: amélioration partielle 3: bonne couverture	Priorisation fondée sur vulnérabilité et criticité
Acceptabilité et appropriation	Consultations enquêtes plaintes	Rejet comportements incompatibles	0: opposition/non- appropriation majeure 1: faible 2: participation ponctuelle 3: implication durable	Comités locaux communication participation au suivi

Tableau 7: Dimension économique

Indicateur	Données/preuves	Pathologies	Critères 0–3	Prescription
Coût d'entretien	Budgets dépenses réelles marchés	Entretien différé faute de ressources	0: financement absent 1: très insuffisant 2: partiellement assuré 3: financement programmé	Programmation pluriannuelle
Dommages liés aux inondations	Pertes économiques dommages aux biens et services	Coûts élevés et récurrents	0: dommages très élevés 1: élevés 2: modérés 3: faibles	Interventions ciblées selon dommages évités
Coût du cycle de vie	Construction exploitation maintenance réhabilitation	Investissement initial sans provision future	0: coûts futurs ignorés 1: très partiellement intégrés 2: analyse partielle 3: cycle de vie intégré	Planification financière du cycle de vie
Valeur du service rendu	Bénéficiaires mobilité activités protégées	Intervention à faible utilité relative	0: faible utilité 1: limitée 2: importante 3: service stratégique	Priorisation coût–service–criticité

Tableau 8: Dimension institutionnelle

Indicateur	Données/preuves	Pathologies	Critères 0–3	Prescription
Clarté des responsabilités	Textes conventions organigrammes	Chevauchements ou vide de responsabilité	0: non définie 1: forte fragmentation 2: coordination partielle 3: responsable clairement identifié	Désigner un gestionnaire fonctionnel par bassin
Planification de la maintenance	Plans annuels/pluriannuels	Maintenance réactive	0: aucun plan 1: actions ponctuelles 2: programmation partielle 3: plan formalisé et financé	Plan patrimonial par bassin
Coordination intersectorielle	Réunions conventions flux d'information	Séparation drainage–déchets– urbanisme–voirie	0: absence 1: faible 2: occasionnelle 3: mécanisme permanent	Cellule bassin versant
Contrôle de l'urbanisation	Permis inspections infractions	Occupation des zones fonctionnelles	0: inefficace 1: faible 2: amélioration en cours 3: effectif	Application du droit de l'urbanisme
Système d'information	SIG inventaire historiques	Données dispersées ou perdues	0: absentes 1: fragmentaires 2: base partielle 3: système patrimonial dynamique	SIG bassin–ouvrages– incidents–maintenance
Retour d'expérience	Rapports après pluie incidents	Répétition des dysfonctionnements sans apprentissage	0: aucun RETEX 1: exceptionnel 2: partiel 3: systématique	Protocole post-événement et mise à jour du plan

L'analyse croisée des Tableaux 2 à 8 met en évidence le caractère systémique de la durabilité des bassins versants urbains de Cotonou. La performance du drainage ne dépend pas uniquement de l'état physique ou de la capacité hydraulique des ouvrages; elle résulte également de l'occupation du sol, de la continuité des écoulements, de la préservation des fonctions naturelles du bassin, de la maîtrise des déchets, de la maintenance et de l'efficacité des dispositifs institutionnels de gestion.

3. Résultats et Discussions

3.1 Identification et caractérisation des bassins

Le rapport APD distingue cinquante bassins versants dans la ville de Cotonou et fournit pour chacun une surface et, pour plusieurs d'entre eux, des débits de projet (IGIP Afrique, 2019) ^[18]. Les trente-quatre bassins prioritaires du PAPC représentent donc une part majeure du système de drainage urbain identifié (AFD, 2020; Gouvernement de la République du Bénin, 2023) ^[1, 13].

Tableau 9: Identification et caractérisation des bassins

Bassin	Caractéristiques documentées	Enjeux dominants	Source
Y	135 ha débit décennal documenté à 16,9 m ³ /s quartiers Enagnon et Fifadji Houto exutoire vers le chenal de Cotonou	Capacité et continuité jusqu'à l'exutoire	IGIP Afrique (2019) ^[18]
Pa3	Sous-système du bassin P bassin de rétention annoncé à 105 000 m ³	Stockage, collecte secondaire, voiries et entretien de la rétention	Gouvernement de la République du Bénin (2022) ^[12] ; IGIP Afrique (2019) ^[18]
XX	524 ha débit décennal aval documenté à 32,8 m ³ /s secteurs d'Agla et Ménontin	Bas-fonds, remblais, déchets, végétation, reflux aval	AFD (2020) ^[1] ; IGIP Afrique (2019) ^[18]
Ra	51 ha	Drainage Est; collecteurs et canaux	IGIP Afrique (2019) ^[18]
Rb	47 ha	Drainage Est continuité du réseau	IGIP Afrique (2019) ^[18]
Rc	36 ha	Drainage Est	IGIP Afrique (2019) ^[18]
Rd	13 ha	Petit bassin urbanisé	IGIP Afrique (2019) ^[18]
S	80 ha	Curage, augmentation de capacité, continuité vers l'aval	Gouvernement de la République du Bénin (2022) ^[12] ; IGIP Afrique (2019) ^[18]
Qb	Secteurs Aïdjèdo, Sainte-Cécile et Ahouansori 1 430 m de collecteurs réceptionnés	Drainage, mobilité et sécurité	Gouvernement de la République du Bénin (2024a) ^[14]

Les résultats du Tableau 9 peuvent être rapprochés des réalités observées sur le terrain. La Photo 1 illustre ainsi la présence d'un bas-fond dans le bassin XX et son inscription dans le fonctionnement du bassin versant.



Photo 1: Bas-fond dans le bassin XX

La Photo 1 met en évidence un bas-fond du bassin XX, espace naturellement favorable à l'accumulation temporaire et à l'écoulement des eaux pluviales. Sa préservation et la maîtrise de son occupation constituent ainsi des enjeux importants pour le maintien des fonctions hydrologiques du bassin et la prévention des inondations.

3.2 Pathologies héritées de l'urbanisation

Dans le bassin XX, le rapport APD décrit des dépressions naturelles, des zones basses, des remblais et des dépôts de déchets susceptibles de modifier les conditions naturelles d'écoulement et de stockage (IGIP Afrique, 2019) ^[18]. Ces pathologies concernent simultanément les dimensions technico-hydraulique, environnementale, urbaine et sociale. L'AFD (2020) ^[1] insiste par ailleurs sur la fonction des

zones humides du bassin XX pour le drainage de la nappe, l'expansion des eaux et la biodiversité. L'IGD prescriptif conduit donc à considérer la protection foncière et urbanistique des fonctions hydrauliques naturelles comme une intervention de durabilité à part entière. La continuité des écoulements peut également être affectée par l'occupation et l'encombrement des corridors hydrauliques. La Photo 2 illustre la présence de déchets sur un corridor d'écoulement, susceptible d'en réduire la fonctionnalité.



Photo 2: Dépôt de déchets sur un corridor d'écoulement

3.3 Pathologies de planification, conception et capacité

L'étude hydroclimatique de Badou *et al.* (2023) ^[3] apporte un résultat déterminant pour le cycle de vie: la période de retour décennale couramment utilisée dans la conception de réseaux peut être insuffisante face à certains événements extrêmes. Cette conclusion ne signifie pas que tous les ouvrages conçus pour une période de retour de dix ans sont inadéquats; elle implique plutôt que les paramètres hydrologiques doivent être actualisés périodiquement afin d'intégrer l'évolution des extrêmes et des conditions d'urbanisation.

Le bassin Y fournit un cas empirique de difficulté de capacité et de continuité. Le rapport APD lui attribue une superficie de 135 ha et un débit décennal de 16,9 m³/s, et décrit un collecteur existant dont la capacité était inférieure au débit de projet ainsi que des difficultés de continuité du tracé lors des investigations (IGIP Afrique, 2019) ^[18]. Dans le bassin S, les travaux du PAPC ont notamment porté sur le curage d'ouvrages existants et l'augmentation de leur capacité hydraulique (Gouvernement de la République du Bénin, 2022) ^[12].



Photo 3: Collecteur en construction dans le Bassin Y

3.4 Pathologies d'exploitation et de maintenance

Après réception, les principales menaces deviennent le colmatage, l'ensablement, l'obstruction des entrées, la végétation, la dégradation des talus, les occupations nouvelles, la détérioration des équipements de sécurité et les contraintes au niveau des exutoires. Dans le bassin XX, les documents techniques mentionnent des problèmes d'entretien et une colonisation végétale, notamment par *Typha australis*, dans certaines zones aval (IGIP Afrique, 2019) ^[18]. Les déchets solides constituent également un enjeu transversal; leur présence dans les réseaux réduit la capacité hydraulique et relie directement la performance du drainage à celle du service de propreté urbaine.

Les conditions d'exploitation influencent directement le maintien des performances des ouvrages. La Photo 4 illustre un cas d'envasement d'un ouvrage de drainage, révélateur des effets d'une exploitation et d'un entretien insuffisants.



Photo 4: Envasement d'ouvrage de drainage lié à une mauvaise exploitation

3.5 Événements extrêmes et résilience

Les fortes pluies du 6 mai 2026 ont provoqué des stagnations temporaires dans plusieurs secteurs de Cotonou. La SIRAT a expliqué que l'intensité de la pluie avait temporairement saturé certains ouvrages (Gouvernement de la République du Bénin, 2026) ^[17]. Cet événement constitue un retour d'expérience précieux: l'IGD-cycle de vie devrait enregistrer l'intensité de pluie, la hauteur d'eau, la durée de stagnation, le temps de ressuyage, les dommages, les interruptions de mobilité, le comportement des bassins de rétention et des exutoires. Une infrastructure durable n'est pas nécessairement une infrastructure qui interdit toute présence d'eau. Elle doit conserver un niveau de service compatible avec les objectifs de résilience et retrouver rapidement ses fonctions. La Photo 5 illustre l'état de la voirie après un épisode de pluie.



Photo 5: Stagnation d'eau après un épisode pluvieux intense

3.6 Bénéfices observables des investissements

Les opérations déjà réceptionnées fournissent des éléments positifs pour l'analyse de durabilité. En janvier 2025, la réception provisoire du lot concernant Ra, Rb, Rc, Rd et S portait sur 6 614 m de collecteurs et canaux trapézoïdaux ainsi que 3 376 m de voiries (Gouvernement de la République du Bénin, 2025a) ^[16]. Dans le bassin Qb, 1 430 m de collecteurs ont été réalisés dans les secteurs d'Aïdjèdo, Sainte-Cécile et Ahouansori avec des aménagements routiers et de sécurité (Gouvernement de la République du Bénin, 2024a) ^[14]. À l'échelle du programme, la Banque mondiale (2025) rapporte des bénéfices pour plus de 168 000 habitants dans les quartiers concernés. La Photo 6 ci-après montre un bassin de rétention en chantier.



Photo 6: Bassin de rétention en cours de réalisation

3.7 Analyse du cadre juridique et Analyse du cadre institutionnel

La loi n° 2010-44 du 24 novembre 2010 portant gestion de

l'eau organise la gestion intégrée des ressources en eau et encadre les installations, ouvrages, travaux et activités susceptibles de modifier les écoulements ou d'affecter le domaine public de l'eau (République du Bénin, 2010) ^[20]. Le décret n° 12-227 relatif aux Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux renforce cette logique de planification à l'échelle des bassins et sous-bassins (République du Bénin, 2012) ^[21].

La loi n° 98-030 portant loi-cadre sur l'environnement constitue le fondement général de prévention et de gestion des impacts environnementaux (République du Bénin, 1999) ^[19]. La loi n° 2024-27 sur l'urbanisme renforce l'articulation entre planification urbaine, zones à protéger, risques, réseaux et développement durable (République du Bénin, 2024) ^[23]. Enfin, la loi n° 2021-14 portant Code de l'administration territoriale organise le cadre général de

l'action locale et de la continuité du service public (République du Bénin, 2021) ^[22]. La durabilité du bassin versant se situe donc à l'intersection du droit de l'eau, du droit de l'environnement, du droit de l'urbanisme et du droit de l'administration territoriale.

Le PAPC mobilise l'État béninois, la SIRAT, la Ville de Cotonou et plusieurs partenaires techniques et financiers, notamment la Banque mondiale, l'AFD, la BEI, la BAD, la BOAD et la BID selon les composantes du programme (Gouvernement de la République du Bénin, 2024b) ^[15]. Cette pluralité a permis de financer plusieurs lots mais pose, après réception, la question de la responsabilité fonctionnelle permanente du bassin. La durabilité suppose une coordination continue entre drainage, voirie, déchets, contrôle de l'urbanisation, environnement, gestion des risques, suivi hydrologique et participation des quartiers.

Tableau 10: Synthèse des pathologies selon le cycle de vie

Phase	Pathologies ou besoins	Source	Dimensions IGD
Pré-urbanisation / urbanisation	Remblaiement de bas-fonds; disparition de fonctions naturelles	IGIP Afrique (2019) ^[18] ; AFD (2020) ^[1]	Environnementale; urbaine; technico-hydraulique
Planification	Discontinuités et insuffisances historiques de réseaux	IGIP Afrique (2019) ^[18]	Technico-hydraulique; institutionnelle
Conception	Paramètres hydrologiques à actualiser face aux extrêmes	Badou <i>et al.</i> (2023) ^[3]	Technico-hydraulique; environnementale
Construction	Nécessité de contrôle des ouvrages et interfaces	AGETUR (2021)	Technico-hydraulique; institutionnelle
Exploitation	Déchets, végétation, obstruction, contraintes aval	IGIP Afrique (2019) ^[18]	Technico-hydraulique; environnementale
Maintenance	Curage et restauration de capacité	Gouvernement de la République du Bénin (2022) ^[12]	Technico-hydraulique; économique; institutionnelle
Événement extrême	Saturation temporaire et stagnations	Gouvernement de la République du Bénin (2026) ^[17]	Technico-hydraulique; urbaine; sociale
Réhabilitation / adaptation	Recalibrage, rétention, protection de zones humides	AFD (2020) ^[1] ; Gouvernement de la République du Bénin (2025a) ^[16]	Toutes dimensions

Le résultat central est qu'une pathologie hydraulique n'a pas nécessairement une cause hydraulique. Elle peut être urbanistique, environnementale, institutionnelle, économique ou comportementale. C'est précisément cette pluralité que l'IGD prescriptif cherche à organiser.

4. Recommandations et perspectives

Les résultats de l'analyse montrent que la durabilité des infrastructures de drainage ne saurait être appréciée à la seule échelle de l'ouvrage. Elle dépend du fonctionnement global du bassin versant, des transformations de l'occupation du sol, de la préservation des zones naturelles de stockage et d'infiltration, de la maîtrise des déchets, de la continuité hydraulique, mais également de la qualité de la maintenance et des capacités institutionnelles de suivi. Dans cette perspective, l'application de l'Indice Global de Durabilité (IGD) doit être inscrite dans une démarche de gestion patrimoniale intégrée, dynamique et territorialisée. Les recommandations suivantes sont formulées afin d'assurer la pérennisation des investissements réalisés dans le cadre du PAPC et d'améliorer, à plus long terme, la résilience du système d'assainissement pluvial de Cotonou.

4.1 Instituer le bassin versant comme unité permanente de gestion patrimoniale

Il convient de dépasser une gestion fragmentée, centrée sur les seuls ouvrages, pour considérer chaque bassin versant comme une unité fonctionnelle de planification,

d'exploitation, de maintenance et d'évaluation de la durabilité. Chaque bassin devrait ainsi disposer d'un dossier patrimonial numérique unique, régulièrement actualisé, regroupant notamment ses limites géographiques, l'évolution de l'occupation du sol, les ouvrages hydrauliques et leurs caractéristiques, les exutoires, les zones humides et espaces d'expansion des eaux, les incidents recensés, les campagnes d'entretien et de réparation, leurs coûts, les principaux événements pluviométriques ainsi que l'historique des évaluations IGD. Cette organisation permettrait d'assurer la traçabilité des interventions et de construire progressivement une véritable mémoire technique du bassin.

4.2 Établir un IGD de référence à la réception définitive des infrastructures du PAPC

La réception définitive des ouvrages devrait être accompagnée d'une première évaluation exhaustive de leur durabilité afin de constituer un état zéro de référence. Cet IGD initial servirait de situation de départ pour le suivi du cycle d'exploitation et permettrait de distinguer les déficiences héritées de la conception ou de la réalisation de celles apparues pendant l'exploitation. Les évaluations devraient ensuite être renouvelées selon une périodicité définie (par exemple annuellement) et complétées par des évaluations exceptionnelles après les épisodes pluviométriques significatifs. L'IGD deviendrait ainsi un indicateur dynamique de surveillance de la trajectoire de

durabilité de chaque bassin.

4.3 Élaborer et financer un plan d'entretien spécifique à chaque bassin versant

Chaque bassin devrait faire l'objet d'un plan d'entretien fondé sur son niveau de criticité, les caractéristiques de ses ouvrages et les résultats successifs de l'IGD. Ce plan distinguerait explicitement l'entretien courant, l'entretien préventif, l'entretien périodique, les réparations ponctuelles, les opérations de réhabilitation et, à terme, le renouvellement des composants arrivés en fin de vie. Cette programmation technique devrait être accompagnée d'une programmation financière pluriannuelle, permettant d'anticiper les dépenses et de réduire le recours à des interventions d'urgence généralement plus coûteuses. L'objectif est de faire évoluer la gestion des infrastructures d'une logique essentiellement corrective vers une véritable politique de maintenance patrimoniale fondée sur le cycle de vie.

4.4 Sanctuariser les fonctions hydrologiques et écologiques indispensables au fonctionnement des bassins

La performance des ouvrages artificiels de drainage dépend également du maintien des fonctions naturelles de stockage, de ralentissement, d'infiltration et d'évacuation des eaux. Les zones humides, dépressions naturelles, corridors hydrauliques et autres espaces participant à la régulation des écoulements devraient par conséquent être identifiés, cartographiés et durablement protégés dans les documents de planification urbaine et d'occupation des sols. Cette orientation permettrait de mieux articuler politiques d'urbanisme, gestion intégrée des ressources en eau et prévention des inondations, en cohérence avec le cadre béninois de gestion de l'eau et les évolutions récentes du droit de l'urbanisme (République du Bénin, 2010, 2024) ^[20, 23].

4.5 Intégrer davantage la gestion des déchets solides à celle du drainage pluvial

La présence de déchets dans les collecteurs, caniveaux, bassins et exutoires réduit leur section hydraulique utile, entrave les écoulements et augmente les risques de débordement. La gestion des déchets doit donc être considérée comme une composante à part entière de la conservation des performances hydrauliques. Il conviendrait d'organiser une coordination permanente entre les dispositifs de collecte des déchets et les services chargés de l'assainissement pluvial, notamment dans les secteurs présentant des obstructions récurrentes. Cette articulation devrait être accompagnée d'actions de prévention, de contrôle, de sensibilisation des populations et de surveillance des points critiques.

4.6 Institutionnaliser le retour d'expérience après les événements pluviométriques significatifs

Chaque épisode pluvieux important devrait être considéré comme une occasion d'évaluer en conditions réelles le comportement du système de drainage. Un protocole standardisé de retour d'expérience post-pluie devrait documenter les hauteurs et intensités de précipitation disponibles, les zones de débordement, les temps de ressuyage, les dysfonctionnements observés, les obstructions, les dommages et les interventions réalisées.

Ces informations permettraient de confronter régulièrement les hypothèses de dimensionnement au fonctionnement réel des infrastructures et d'actualiser, lorsque cela s'avère nécessaire, les paramètres hydrologiques et pluviométriques utilisés. Cette démarche est particulièrement importante au regard de l'évolution des extrêmes pluviométriques documentée pour le contexte béninois et régional, notamment par Badou *et al.* (2023) ^[3].

4.7 Mettre en place un SIG patrimonial et évolutif des bassins versants de Cotonou

La gestion durable nécessite de disposer d'une information spatialisée, actualisée et accessible aux différents acteurs institutionnels. Il est ainsi recommandé de développer un Système d'Information Géographique patrimonial couvrant l'ensemble des bassins versants de Cotonou. Celui-ci intégrerait la localisation et les caractéristiques des ouvrages, les pathologies constatées, les interventions de maintenance, l'évolution de l'urbanisation et de l'imperméabilisation, les données environnementales, les zones de vulnérabilité, les événements pluvieux significatifs et les scores IGD successifs. À terme, ce système pourrait constituer le socle d'un observatoire de la durabilité des infrastructures d'assainissement pluvial et d'un véritable tableau de bord d'aide à la décision.

4.8 Engager une validation comparative de la grille IGD sur des bassins présentant des configurations contrastées

La consolidation méthodologique de l'IGD nécessite enfin de tester sa capacité à rendre compte de configurations hydrologiques, urbaines et infrastructurelles différentes. Une expérimentation comparative devrait être conduite sur plusieurs bassins présentant des problématiques complémentaires: le bassin XX, pour analyser les interactions entre zones humides, urbanisation, déchets et fonctionnement des exutoires; le bassin Y, pour examiner la capacité des ouvrages et la continuité hydraulique; le bassin Pa3, pour apprécier spécifiquement la durabilité des fonctions de rétention; et les bassins Ra, Rb, Rc, Rd et S, pour organiser un suivi longitudinal des performances après réception des infrastructures. Cette expérimentation permettrait de tester la sensibilité de la grille, de recalibrer certains indicateurs et seuils, puis d'envisager sa généralisation à l'ensemble des bassins de Cotonou et, ultérieurement, à d'autres systèmes urbains béninois.

Ces recommandations conduisent à envisager un changement substantiel de paradigme dans la gestion de l'assainissement pluvial à Cotonou. La pérennité des investissements réalisés dans le cadre du PAPC ne dépendra pas seulement de la qualité technique des ouvrages construits, mais de la capacité des institutions à connaître, surveiller, entretenir, adapter et renouveler le patrimoine constitué. Le bassin versant devient, dans cette perspective, l'échelle fonctionnelle de référence; l'IGD, l'instrument de mesure de sa trajectoire de durabilité; le plan d'entretien, le mécanisme de programmation des interventions; et le SIG patrimonial, le support de capitalisation de la connaissance et d'aide à la décision.

Une telle organisation permettrait surtout de faire évoluer l'action publique d'une gestion essentiellement réactive des dysfonctionnements vers une gestion patrimoniale préventive, territorialisée et fondée sur le cycle de vie. À terme, l'enjeu est de préserver simultanément la capacité hydraulique des ouvrages, les fonctions naturelles des

bassins, la valeur des investissements publics et la continuité du service d'assainissement pluvial. L'IGD pourrait ainsi devenir non seulement un instrument d'évaluation ponctuelle, mais le support d'un dispositif permanent de pilotage de la durabilité et de la résilience des bassins versants de Cotonou.

5. Conclusion et Perspectives

L'analyse des bassins versants urbains de Cotonou confirme que la durabilité de l'assainissement pluvial ne peut être réduite à la construction de collecteurs. Cotonou dispose d'un système de cinquante bassins versants, dont trente-quatre ont été classés prioritaires dans le PAPC (AFD, 2020; Gouvernement de la République du Bénin, 2023; IGIP Afrique, 2019) [1, 13, 18]. Les investissements réalisés ont fortement renforcé les capacités de drainage, les voiries et les ouvrages de rétention et ont déjà amélioré les conditions de vie et de mobilité dans plusieurs quartiers (Gouvernement de la République du Bénin, 2024a, 2025a; World Bank, 2025) [14, 16, 25].

Cependant, les déterminants de la durabilité interviennent à toutes les étapes du cycle de vie. Le remblaiement d'une zone humide est une pathologie d'urbanisation; la sous-capacité d'un collecteur peut relever de la conception ou de l'évolution du bassin; le colmatage relève de l'exploitation et de la maintenance; l'occupation d'une servitude relève du contrôle urbain; l'incapacité à programmer le curage relève de l'organisation institutionnelle et financière; la saturation lors d'une pluie exceptionnelle relève du niveau de service, de la résilience et de l'adaptation.

L'adaptation de l'IGD autour des dimensions technico-hydraulique, environnementale, urbaine et fonctionnelle, sociale, économique et institutionnelle fournit une structure commune permettant de relier ces problématiques. L'apport de l'IGD prescriptif ne réside donc pas uniquement dans un score global mais dans une chaîne décisionnelle:

identifier → diagnostiquer → rechercher la cause → localiser la pathologie dans le cycle de vie → prescrire → intervenir → contrôler → réévaluer.

La prochaine phase de recherche devra appliquer la grille sur le terrain à plusieurs bassins contrastés, construire des scores réels à partir de mesures standardisées et vérifier dans quelle mesure ces scores expliquent les performances effectivement observées lors des pluies. Cette démarche pourrait conduire à un observatoire de la durabilité des bassins versants de Cotonou et, à terme, à un système d'aide à la décision transférable à d'autres villes béninoises et ouest-africaines.

6. Références

1. Agence Française de Développement. PAPC: En finir avec les inondations à Cotonou. AFD, 2020.
2. Agence d'Exécution des Travaux Urbains. Programme d'assainissement pluvial de Cotonou: Documents techniques, dossiers d'appel d'offres et documents environnementaux des bassins Pa3, Y, XX et AAc. AGATUR, 2021.
3. Badou DF, Hounkanrin J, Hounkpè J, Sintondji LO, Lawin AE. Assessing the return periods and hydroclimatic parameters for rainwater drainage in the coastal city of Cotonou in Benin under climate variability. *Advances in Meteorology*, 2023, Article 1752805. Doi: <https://doi.org/10.1155/2023/1752805>
4. Bokove SS, Agossou YD, Gbaguidi AHF, Koto Tamou C. Typology and geometric characterization of urban roads in Porto-Novo: Morphological analysis and implications for development. *Engineering and Technology Journal*. 2025; 10(5):5295-5299. Doi: <https://doi.org/10.47191/etj/v10i05.58>
5. Dalohoun J, Togbe FCA, Ndao TZ, Ahlonsou ED, Gbaguidi HF, Kole Y, *et al.* Underestimated chemical risks in West African soils: The role of Baumann-Gully acidity in concrete durability. *Journal of Civil, Construction and Environmental Engineering*. 2026; 11(3):53-60. Doi: <https://doi.org/10.11648/j.jccee.20261103.11>
6. Gbaguidi AHF. Pathological diagnosis and therapy for the sustainability of road signs in the urban centers of Abomey Calavi. *International Journal of Innovation and Applied Studies*. 2019; 27(2):529-536.
7. Gbaguidi AHF. Comparative study of solar and conventional energies for the continuity of public administrative service at the town hall of Zagnanado in central Benin. *International Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2023; 10(12):1-6. Doi: <https://doi.org/10.31873/IJEAS.10.12.03>
8. Gbaguidi AHF. An integrated methodological framework for sustainable urban road infrastructure management: The Global Durability Index (IGD) and prioritization matrix applied to Porto-Novo (Benin). *Engineering and Technology Journal*. 2026a; 11(3):9216-9219. Doi: <https://doi.org/10.47191/etj/v11i03.12>
9. Gbaguidi AHF. Towards A Sustainable Engineering of Community Infrastructure (SEI): Theoretical Foundations, Conceptual Framework and Applications to the Beninese Context. *Engineering and Technology Journal*. 2026b; 11(9):11576-11582. Doi: <https://doi.org/10.47191/etj/v11i09.22>
10. Gbaguidi AHF, Ahanhanzo LS, Daouda L, Arouna O. Proposition d'une grille d'analyse pour l'évaluation de la durabilité des infrastructures et équipements dans la commune de Nikki (Bénin). *International Journal of Advanced Multidisciplinary Research and Studies*. 2025; 5(4):55-58. Doi: <https://doi.org/10.62225/2583049X.2025.5.4.4545>
11. Gouvernement de la République du Bénin. Programme d'Assainissement pluvial de Cotonou: Une étape importante dans la construction et le développement de la ville actée. Présidence de la République, Octobre 1, 2021a.
12. Gouvernement de la République du Bénin. Programme d'Assainissement Pluvial de Cotonou: Le Gouvernement satisfait de l'évolution des travaux. Présidence de la République, 2022.
13. Gouvernement de la République du Bénin. Avancement des travaux des chantiers du PAPC: Cotonou bientôt délivrée des griffes de l'inondation. Présidence de la République, 2023.
14. Gouvernement de la République du Bénin. PAPC: Cotonou se dote d'infrastructures modernes pour combattre les éternelles inondations. Présidence de la République, Décembre 28, 2024a.
15. Gouvernement de la République du Bénin. Programme d'Assainissement Pluvial de Cotonou: Le plan anti-inondation de Cotonou à un taux d'exécution global de

- 66,18 %. Présidence de la République, Avril 26, 2024b.
16. Gouvernement de la République du Bénin. PAPC: Réception provisoire du lot 2 des travaux financés par la Banque Européenne d'Investissement. Présidence de la République, Janvier 25, 2025a.
 17. Gouvernement de la République du Bénin. Fortes précipitations à Cotonou et environs: La SIRAT explique les causes des stagnations d'eau. Présidence de la République, Mai 7, 2026.
 18. IGIP Afrique. Études APD des collecteurs d'assainissement pluvial de Cotonou: Volume 1, rapport APD, version révisée définitive et annexes. Programme d'Assainissement Pluvial de Cotonou, 2019.
 19. République du Bénin. Loi n° 98-030 du 12 février 1999 portant loi-cadre sur l'environnement en République du Bénin. Secrétariat général du Gouvernement, 1999.
 20. République du Bénin. Loi n° 2010-44 du 24 novembre 2010 portant gestion de l'eau en République du Bénin. Secrétariat général du Gouvernement, 2010.
 21. République du Bénin. Décret n° 2012-227 du 13 août 2012 portant instauration du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux. Secrétariat général du Gouvernement, 2012.
 22. République du Bénin. Loi n° 2021-14 du 20 décembre 2021 portant Code de l'administration territoriale en République du Bénin. Secrétariat général du Gouvernement, 2021.
 23. République du Bénin. Loi n° 2024-27 du 28 juin 2024 sur l'urbanisme en République du Bénin. Secrétariat général du Gouvernement, 2024.
 24. World Bank. Benin Stormwater Management and Urban Resilience Project. World Bank, 2019.
 25. World Bank. Benin: How stormwater drainage helps residents in vulnerable Cotonou neighborhoods. World Bank, May 15, 2025.