



La gestion des eaux pluviales (GEP) en milieu urbain dans les pays en développement

Problématique, pratiques et pistes de réflexions

NOTE DE CADRAGE POUR LE LANCEMENT D'UN PROGRAMME DE RECHERCHE-ACTION

Gilles Burkhardt, Denis Désille, Christophe Le Jallé, pS-Eau - Novembre 2009

Destinataires : membres du comité scientifique du pôle R&D du pS-Eau

SOMMAIRE

I.	INTRODUCTION.....	3
II.	L'EVOLUTION DE LA GESTION DES EAUX PLUVIALES DANS LES PAYS DU NORD	4
II.1.	Première étape : canaliser et stocker pour évacuer ou la gestion des flux	4
II.2.	Seconde étape : traiter les rejets et réguler les flux.....	4
II.3.	Troisième étape : valoriser les eaux pluviales	4
III.	QUELS SONT LES ENJEUX DE LA GEP DANS LES PED ?	5
III.1.	Préserver la santé publique.....	5
III.2.	Préserver le foncier et les équipements urbains.....	5
III.3.	Préserver le développement économique	6
III.4.	Préserver l'environnement.....	6
IV.	QUELS SONT LES FACTEURS CONDITIONNANT LA GEP DANS LES PED ?	7
IV.1.	Les facteurs naturels.....	7
IV.1.1.	<i>Le régime pluviométrique (fréquence et intensité des précipitations)</i>	<i>7</i>
IV.1.2.	<i>Les caractéristiques du bassin versant</i>	<i>7</i>
IV.1.3.	<i>La nature du sol.....</i>	<i>7</i>
IV.1.4.	<i>La présence de cours d'eau</i>	<i>7</i>
IV.1.5.	<i>Les changements climatiques.....</i>	<i>7</i>
IV.2.	Les facteurs liés aux activités humaines.....	7
IV.2.1.	<i>Extension et densification des zones urbaines</i>	<i>7</i>
IV.2.2.	<i>Imperméabilisation des sols.....</i>	<i>8</i>
IV.2.3.	<i>Dégradation du couvert végétal.....</i>	<i>8</i>
IV.3.	Les facteurs liés à la gestion de l'espace urbain	8
IV.3.1.	<i>Manque de planification et défaut de maîtrise foncière.....</i>	<i>8</i>
IV.3.2.	<i>Interférences entre eaux pluviales, eaux usées, déchets solides et eau potable</i>	<i>9</i>
IV.4.	Les facteurs liés directement à la gestion des eaux pluviales	9
IV.4.1.	<i>Manque de connaissances.....</i>	<i>9</i>
IV.4.2.	<i>Manque de coordination entre les acteurs du secteur</i>	<i>9</i>
IV.4.3.	<i>Des politiques de décentralisation embryonnaires pour la GEP.....</i>	<i>9</i>
IV.4.4.	<i>Le mythe du schéma directeur ou l'inadéquation entre planification et capacités locales.....</i>	<i>10</i>
IV.4.5.	<i>Absence de prise en compte des attentes des populations.....</i>	<i>10</i>
IV.4.6.	<i>Faibles capacités locales pour financer l'investissement</i>	<i>10</i>
IV.4.7.	<i>Faibles capacités pour financer le fonctionnement</i>	<i>10</i>
IV.4.8.	<i>Non respect des règles de l'art pour la réalisation des ouvrages.....</i>	<i>10</i>
V.	DES ACTIONS INNOVANTES MISES EN ŒUVRE DANS LES PED	11
V.1.	Les actions qui influent sur les facteurs naturels	11
V.1.1.	<i>Maîtrise des eaux de ruissellement en amont de la ville.....</i>	<i>11</i>
V.1.2.	<i>Limitation de l'érosion</i>	<i>11</i>
V.2.	Les actions pour améliorer la gestion de l'espace urbain	11
V.2.1.	<i>Promotion de la collaboration entre différents services de la collectivité</i>	<i>11</i>
V.2.2.	<i>Développement d'approches multiservices.....</i>	<i>11</i>
V.2.3.	<i>Gestion intégrée des eaux urbaines.....</i>	<i>12</i>
V.3.	Les actions pour améliorer la gestion des eaux pluviales.....	12
V.3.1.	<i>Renforcement des services d'entretien et de maintenance.....</i>	<i>12</i>
V.3.2.	<i>Emploi de techniques alternatives</i>	<i>12</i>
V.3.3.	<i>Modélisation informatique.....</i>	<i>13</i>
V.3.4.	<i>Implication des différentes parties prenantes.....</i>	<i>13</i>
V.4.	Les actions à destination des usagers	14
V.4.1.	<i>Stratégies de prévention et de limitation des risques liés aux inondations.....</i>	<i>14</i>
V.4.2.	<i>Implication des usagers les plus vulnérables dans la gestion et le développement du service.....</i>	<i>15</i>
V.4.3.	<i>Implication des habitants dans la réalisation et la gestion des ouvrages.....</i>	<i>15</i>
V.5.	Conclusion.....	16

I. Introduction

Le présent document présente une analyse de la problématique, des pratiques existantes et des réflexions à mener concernant la **gestion des eaux pluviales en milieu urbain dans les pays en développement**. L'objectif de travail est de préparer un programme de **recherche/capitalisation/expérimentation** pluriannuel sur cette problématique, associant chercheurs et opérateurs de terrain d'Afrique et d'Europe, tant issus du secteur de l'eau et de l'assainissement, que de celui de l'aménagement urbain.

Cette réflexion répond à une préoccupation forte exprimée par de nombreux élus africains rencontrés par ou avec lesquels le pS-Eau a travaillé. Elle s'inscrit dans la complémentarité des précédents programmes de recherche-action conduits par le pS-Eau (« Eau potable » 1995-99 ; « Eaux usées, excreta et déchets » en lien avec le PDM 2000-2004) et vise à couvrir l'ensemble de la problématique du secteur « Eau et Assainissement » et faciliter une approche intégrée entre ces services.

Pour répondre aux nouveaux défis posés par la problématique des eaux pluviales, et en réponse à une forte demande des partenaires du pS-Eau, un travail préparatoire d'état des lieux des connaissances et des pratiques s'est avéré nécessaire pour la définition d'un programme de recherche-action sur le terrain. Ce travail préparatoire comprend **5 activités** successives, s'appuyant sur un comité d'experts et spécialistes.

1. Délimitation de la problématique de la gestion urbaine des eaux pluviales dans les pays en développement.
2. Analyse de la problématique, des pratiques actuelles dans les pays en développement, et des réflexions qui nécessitent d'être encore documentées et développées, avec une attention particulière sur l'Afrique.
3. Définition du cadrage tant thématique qu'en termes de natures d'activités pour un programme de recherche-action.
4. Formulation d'un programme de recherche/capitalisation/expérimentation sur la gestion urbaine des eaux pluviales.
5. Recherche de financements pour la mise en œuvre du programme

Le programme qui serait alors mis en œuvre viserait à :

- améliorer les méthodologies d'intervention dans ce domaine ;
- accroître le partage de connaissance et d'expérience entre les partenaires concernés ;
- promouvoir et diffuser des outils à l'attention des décideurs, des opérateurs et des bailleurs de fonds.

La présente note s'appuie sur une revue bibliographique et sur des entretiens avec plusieurs personnes ressources remerciées en annexe.

DEFINITION

La gestion urbaine des eaux pluviales en milieu urbain désigne l'ensemble des mesures prises par l'homme pour mieux maîtriser les volumes et les flux d'eau générés par la pluie et le ruissellement dans les zones urbanisées.

II. L'évolution de la gestion des eaux pluviales dans les pays du Nord

II.1. Première étape : canaliser et stocker pour évacuer ou la gestion des flux

Au milieu du XIX^{ème} siècle, lors du début de la mise en place des réseaux d'assainissement urbains, les eaux pluviales étaient essentiellement considérées comme une nuisance, qu'il fallait évacuer au plus vite de la ville par le biais de réseaux. Le mouvement hygiéniste met ainsi en place les équipements correspondant à une **vision sanitaire** de l'assainissement.

A partir du milieu du XX^{ème} siècle, la croissance des villes associée à l'évolution des pratiques agricoles donne aux eaux pluviales un nouveau statut, celui d'une menace susceptible d'inonder la ville de façon brutale. Les techniciens développent alors une **approche hydraulique**, consistant à optimiser l'utilisation des réseaux d'évacuation et à les compléter par la construction de grands bassins de retenue permettant l'écrêtement des pointes de débit.

II.2. Seconde étape : traiter les rejets et réguler les flux.

Dans les années 80, la montée en puissance des préoccupations environnementales amène à s'intéresser à la pollution véhiculée par les eaux de ruissellement et plus encore par les eaux des réseaux unitaires. De plus, on assiste à une prise de conscience du fait que bien souvent, les réseaux classiques d'assainissement ne suffisent plus à réguler toutes les eaux pluviales. De nouvelles techniques, dites alternatives ou compensatoires, sont alors mises en pratique, visant à compléter l'approche hydraulique par une **approche régulatrice et environnementale**.

II.3. Troisième étape : valoriser les eaux pluviales

A la fin du XX^{ème} siècle, les réflexions menées sur l'optimisation de ces techniques, associées aux craintes suscitées par le changement climatique en termes de limitation des ressources en eau vont rapidement compléter cette approche environnementale, d'abord par une réflexion urbaine visant à **réintégrer l'eau dans la ville**, puis, logiquement en redonnant aux eaux de pluie urbaines le statut de **ressource**, statut qui leur est de plus en plus reconnu aujourd'hui.

III. Quels sont les enjeux de la GEP dans les PED ?

L'urbanisation croissante de la population mondiale crée sans cesse de nouveaux défis en termes de gestion des eaux pluviales. Même si les précipitations constituent un élément vital pour l'homme et son environnement (rechargement des rivières, points d'eau et nappes souterraines, développement de la végétation...), les épisodes pluvieux génèrent des volumes et des flux d'eau parfois difficilement maîtrisables, s'accumulant dans les points bas en inondant des zones habitables et en créant des mares stagnantes.

Les impacts des ces épisodes pluvieux sont de quatre types :

- Impacts sur la santé
- Impacts sur les biens matériels
- Impacts sur le développement économique
- Impacts sur l'environnement

III.1. Préserver la santé publique

Les inondations et les mares stagnantes qui se créent en cas d'épisodes pluvieux engendrent des risques sanitaires importants pour les populations : épidémies dues à la stagnation et à la contamination de l'eau potable (bactéries, parasites), blessures et morts (noyades), inconfort (boue).

Maladies liées aux eaux pluviales

La transmission des maladies est due :

- au contact direct avec l'eau utilisée pour la boisson, la cuisine, le nettoyage et la toilette contaminée par des parasites ((ascaris, trichocéphale, ankylostomiase dont les inondations peuvent disperser leurs œufs et favoriser leur développement), polluants chimiques ou organiques (contamination des sources d'eau potable par infiltration d'eaux usées ou des cours d'eau par la décharge d'eau pluviale contaminée) ;
- aux vecteurs de maladie tels que moustiques (fièvre jaune, dengue, filariose, paludisme), rats (transmission de la leptospirose par leur urine) et escargots (schistosomiase) dont le développement est favorisé.

Accident et blessures corporelles

Les forts épisodes pluvieux sont causes de nombreux accidents et blessures corporelles dus aux risques d'être emporté par le courant, aux éboulements et effondrements et aux accidents de circulation.

III.2. Préserver le foncier et les équipements urbains

Les écoulements brutaux d'eaux pluviales et la stagnation de l'eau suite à un épisode pluvieux sont des facteurs majeurs de détérioration, voire de destruction du milieu urbain. Les principaux enjeux de la gestion des eaux pluviales dans ce contexte sont les suivants :

- Maintenir la stabilité des terrains urbanisés ou urbanisables face aux risques de glissements de terrain, résultats combinés des phénomènes d'**érosion** et d'inondation des sols.
- Empêcher la **dégradation** ou la **destruction** des habitations, des bâtiments et équipements publics ou fournissant les services de base (eau potable, assainissement, énergie, etc.) et des voiries (qui permettent la mobilité des biens et des personnes).

III.3. Préserver le développement économique

- Les équipements publics à caractère commercial (marchés, gares routières, etc.), ainsi que les équipements privés à caractère industriel, économique et commercial sont le support de l'activité économique des centres urbains. En préservant ces différents types d'infrastructures, la gestion des eaux pluviales a vocation à préserver le développement économique.
- Préserver la libre circulation des biens et des personnes.

III.4. Préserver l'environnement

Les eaux pluviales se chargent de polluants (au contact des eaux usées, déchets solides et lors du lessivage des routes) et sont ensuite le plus souvent rejetées sans traitement dans le milieu naturel, entraînant la contamination de ce dernier. Les principaux polluants et leurs impacts sur l'environnement sont résumés ci-dessous :

Polluant	Source	Impact Environnemental
Matériaux demandeurs d'oxygène	Végétation, excréta et autre matière organique	Diminution de l'O ₂ dissous -> destruction de la flore et de la faune, odeurs, gaz toxiques
Composants inorganiques azotés et phosphorés	Fertilisants, détergents, végétation, urine, fosses septiques, fuites et trop-plein du réseau d'assainissement	Toxicité en concentration élevées, apport de nutriments (eutrophisation) -> développement d'algues et d'herbes ; diminution de l'O ₂ dissous
Huiles, graisses et essence	Routes, parkings, stations services et industrie	Contamination de l'eau potable, des bases de loisir, diminution de l'O ₂ dissous, mutations et tumeurs de certains poissons
Métaux lourds, pesticides, herbicides et hydrocarbures	Déchets ou fuites de l'industrie et commerces	Toxicité au niveau des organismes aquatiques, accumulation dans la chaîne alimentaire (risque pour la santé humaine)
Solides en suspension, sédiments et solides dissous	Erosion provenant de sites de constructions, sols exposés, ruissellement	transport d'autres polluants en surface ; interférences avec la faune et la flore (photosynthèse, respiration, croissance et reproduction)
Température élevée de l'eau	Passage des eaux de ruissellement sur des surfaces imperméables (asphalte, béton, etc.)	Réduction de la capacité de l'eau à stocker l'O ₂ dissous ; impact sur les espèces aquatiques thermosensibles
Ordures et débris solides	Déchets solides domestiques, industriels ou commerciaux, sable, déchets de construction, végétation	Blocage et encombrement des caniveaux et tuyaux de collecte des eaux pluviales

Source : inspiré de *Urban Stormwater Management in Developing Countries, 2005*

IV. Quels sont les facteurs conditionnant la GEP dans les PED ?

Dans les pays en développement, la Gestion des Eaux Pluviales en milieu urbain est généralement considérée comme déficiente, voir absente.

Les réseaux d'assainissement pluvial, quand ils existent, ne desservent que les quartiers les plus centraux ou les plus riches. Du fait d'un manque chronique d'entretien et de maintenance, ils sont en très mauvais état. Dans les quartiers périphériques, l'eau s'écoule le long de ravines naturelles, mais ces dernières ne permettent pas d'évacuer la totalité des eaux de ruissellement en cas de forte pluie. Ces eaux se chargent en polluants (eaux usées, déchets, sédiments) et représentent un vecteur de risque important tant au niveau sanitaire, économique ou environnemental.

La gestion des eaux pluviale est un système fort complexe, qui va être soumis à de nombreux facteurs conditionnant son efficacité. Les principaux facteurs sont détaillés ci-dessous.

IV.1. Les facteurs naturels

IV.1.1. Le régime pluviométrique (fréquence et intensité des précipitations)

Dans les pays en zones sahélienne, tropicale ou équatoriale, les averses présentent des intensités 3 à 4 fois supérieures aux précipitations en zone tempérée, ce qui rend l'évacuation des eaux pluviales en milieu urbain plus difficile et plus coûteuse, nécessitant le dimensionnement d'ouvrages de drainage gigantesques (souvent deux fois plus grands que dans les pays au climat tempéré), et limitant parfois l'impact de certaines solutions de stockage ou d'infiltrations alternatives ayant des capacités limitées.

IV.1.2. Les caractéristiques du bassin versant

L'étude des caractéristiques précises du bassin ou du micro-bassin versant (relief, taille, plan d'occupation des sols, etc.) est indispensable avant d'imaginer une quelconque réponse à un problème d'eaux pluviales.

IV.1.3. La nature du sol

La nature du sol va avoir un impact direct sur la capacité d'infiltration. En particulier, les sols latéritiques sont très imperméables.

IV.1.4. La présence de cours d'eau

Les fluctuations du niveau des cours d'eau (marnage) ont un impact direct sur les risques d'inondation.

IV.1.5. Les changements climatiques

Les spécialistes estiment que l'actuel processus de changements climatiques provoquera dans certaines zones une augmentation des phénomènes climatiques extrêmes, comme les périodes de sécheresse, ou les événements pluvieux violents : l'intensité accrue des précipitations dans certaines zones devrait donc y augmenter les risques d'inondation.

IV.2. Les facteurs liés aux activités humaines

IV.2.1. Extension et densification des zones urbaines

Même si les taux de croissance urbaine ont globalement diminué ces 20 dernières années (de 8-10% dans les années 70-80 à 3-4% actuellement), ils demeurent élevés, surtout pour les villes secondaires. On assiste donc à l'extension et à la densification constante du tissu urbain, développant des zones

dépourvues d'assainissement pluvial ; situations face auxquelles les autorités ont des difficultés à faire face.

IV.2.2. Imperméabilisation des sols

L'urbanisation croissante (développement de l'habitat, extension de la voirie, etc.) entraîne l'augmentation du taux d'imperméabilisation des sols ; l'eau n'est alors plus absorbée par le sol, mais ruisselle, augmentant les quantités d'eau à traiter, et empêchant le rechargement des nappes souterraines.

Il est estimé qu'une ville ayant une densité d'habitat peu élevée peut infiltrer jusqu'à 35% des eaux de ruissellement, tandis qu'une ville à densité élevée n'en infiltre que 10%.

IV.2.3. Dégradation du couvert végétal

La dégradation du couvert végétal en amont et au sein des villes contribue à l'augmentation du ruissellement des eaux sur l'ensemble du bassin versant urbain.

En ville, par forte pluie, cette dégradation du couvert végétal accélère la vitesse et augmente le volume des eaux de ruissellement dans les zones urbaines, ce qui provoque :

- l'érosion des sols,
- des glissements de terrain et aux coulées de boues,
- le colmatage des réseaux lié au transport de particules solides (sédiments, déchets urbains, etc.).

Brazzaville (Congo) : une érosion désastreuse.

En raison de leur nature sableuse éminemment érosive, les collines dominant le Nord Ouest de Brazzaville sont classées inconstructibles depuis le Plan d'Urbanisme de 1980. Sous la pression foncière, cette contrainte a été partiellement levée, ce qui a favorisé toutes sortes d'activités peu ou non contrôlées, notamment le défrichage sans précautions de zones pentues ainsi que des terrassements, débouchant sur des érosions souvent catastrophiques en période pluvieuse. Ces érosions se traduisent par le creusement régressif de véritables ravins qui peuvent engloutir des dizaines, voire des centaines de maisons, en coupant les voies principales. Elles génèrent des milliers de tonnes de sédiments sableux qui se déposent dans les biefs centraux des collecteurs où la pente est faible, y comblant les sections des ouvrages de traversée des voies routières, et provoquant leur submersion à chaque crue, ainsi que des inondations insupportables pour les riverains. Ce phénomène est encore aggravé par l'absence de collecte et de stockage des déchets solides qui sont systématiquement déversés dans les lits des cours d'eau, et, entraînés par les crues, viennent s'accumuler sous la forme d'embâcles. Ces déchets, outre les obstacles qu'ils constituent vis-à-vis de l'écoulement des crues, mettent en danger la santé publique par des pollutions généralisées.

Source : Etude du Schéma Directeur de Drainage des Eaux Pluviales de Brazzaville, 2009

IV.3. Les facteurs liés à la gestion de l'espace urbain

IV.3.1. Manque de planification et défaut de maîtrise foncière

Le déficit en planification entraîne un développement urbain sans aucun respect des normes et des recommandations : **de nombreux quartiers se développent anarchiquement en zone inondable** (bas-fonds) sans aucun respect des plans d'urbanisme.

On observe donc un défaut de maîtrise foncière sur les terrains non-constructibles. Ces terrains (zones marécageuses, bas-fonds, zones érodables), surtout lorsqu'ils sont à proximité de la ville, intéressent les populations à faible revenu par leurs positions géographiques (proximité des emplois, commerces, services). Ces zones deviennent paradoxalement surpeuplées et sources de problèmes, exposant les populations aux inondations et aux glissements de terrain.

IV.3.2. Interférences entre eaux pluviales, eaux usées, déchets solides et eau potable

Le manque de gestion et le mauvais état des infrastructures créent des interférences dommageables entre les différents services publics.

IV.3.2.1 Déversement d'eaux usées dans le réseau d'eaux pluviales

En saison sèche, **l'intrusion d'eaux usées stagnantes dans le système d'évacuation pluvial** crée d'importants problèmes en termes d'odeurs et de salubrité.

Durant la saison des pluies, **les eaux pluviales se mélangent à ces mêmes eaux usées** et aux ordures, créant de graves contaminations des zones inondées et du milieu naturel.

IV.3.2.2 Déversement d'ordures dans le réseau d'eaux pluviales

L'absence de système efficace de collectes des déchets entraîne le **colmatage du réseau** d'assainissement des eaux pluviales.

IV.3.2.3 Contamination de l'eau potable par les eaux pluviales

Les eaux pluviales, chargées en polluants, contaminent les ressources en eau potable souterraines (puits et forages).

IV.4. Les facteurs liés directement à la gestion des eaux pluviales

IV.4.1. Manque de connaissances

Alors qu'ils l'identifient clairement comme une problématique importante en cas d'inondations, les organismes concernés par la gestion des eaux pluviales manquent souvent de connaissance et d'outils.

Dans plusieurs pays africains, **les données pluviométriques sont régulièrement absentes, obsolètes ou non accessibles**. Et la qualité des données disponibles peut être sujette à controverse, en raison du manque de fiabilité associée aux équipements de mesure ou aux dispositifs de collecte des données.

Les pays en développement s'inspirent souvent des approches mises en œuvre par les pays développées durant le XX^e siècle : l'enjeu est d'évacuer l'eau le plus vite possible hors de la ville, plutôt que d'essayer de la stocker et de la valoriser. **Les mesures alternatives et complémentaires (stockage/infiltration/retardement des écoulements) sont peu connues et encore moins appliquées** dans les PED.

IV.4.2. Manque de coordination entre les acteurs du secteur

Le nombre important d'acteurs concernés par la gestion des eaux pluviales (ministères en charge de l'urbanisme, de l'environnement, municipalités, opérateurs en charge de l'assainissement, etc.) rend le pilotage du secteur et sa coordination délicats.

Actuellement, il n'y a pas de secteur propre à la GEP dans les pouvoirs publics : la gestion des eaux pluviales est rarement assurée par un service propre, mais est généralement « diluée » dans les différents services concernés par l'aménagement, la voirie ou l'assainissement, et ce tant dans sa conception, que dans sa programmation et son financement. Parce qu'elle n'est pas clairement segmentée sur les plans institutionnel et juridique, la gestion des eaux pluviales n'est pas un secteur à proprement parler.

IV.4.3. Des politiques de décentralisation embryonnaires pour la GEP

Dans le cadre des processus de décentralisation, la gestion des services est progressivement transférée vers les collectivités locales, mais les différentes responsabilités vis-à-vis de la gestion des eaux pluviales manquent de clarification et les clés de répartitions financières entre Etat et collectivités locales ne sont pas suffisamment précisées.

Au Rwanda, il n'existe aucun texte légal (loi ou décret) qui clarifie quelles sont les règles concernant la gestion des eaux pluviales, le drainage et le contrôle de l'érosion. Même si la responsabilité globale incombe au MININFRA (Ministère des Infrastructures), les responsabilités locales ne sont pas clairement établies.
Source : Etude de la gestion du drainage des eaux pluviales et contrôle de l'érosion à Kigali, 2007.

IV.4.4. Le mythe du schéma directeur ou l'inadéquation entre planification et capacités locales

De nombreuses villes se sont dotées de schémas directeurs pour la gestion des eaux pluviales. Pour la plupart, ces schémas ont été faiblement (ou pas du tout) mis en œuvre. La principale raison étant le coût prohibitif des préconisations techniques, au regard des capacités d'investissement des gouvernements locaux et nationaux.

IV.4.5. Absence de prise en compte des attentes des populations

On remarque que la gestion des eaux pluviales est une priorité pour les populations de la plupart des villes africaines, alors que cette thématique n'est pas systématiquement priorisée par les autorités publiques.

IV.4.6. Faibles capacités locales pour financer l'investissement

La plupart des solutions techniques développées pour relever le défi de la gestion des eaux pluviales relèvent d'infrastructures de génie civil coûteuses. Les coûts d'investissement nécessaires sont la plupart du temps largement supérieurs aux capacités d'investissement des collectivités locales. Cette capacité modeste d'investissement des autorités locales ne devrait pas significativement évoluer dans les prochaines années.

IV.4.7. Faibles capacités pour financer le fonctionnement

L'exploitation d'un service de drainage des eaux pluviales, même lorsqu'elle se limite à sa version la plus simple (curage des caniveaux avant la saison des pluies) est fortement consommatrice de main-d'œuvre. A ce titre, c'est une activité onéreuse que les collectivités locales ont des difficultés à financer.

IV.4.8. Non respect des règles de l'art pour la réalisation des ouvrages

Le non-respect des normes de conception et de réalisation des ouvrages entraîne une augmentation des risques d'inondations en aval (mauvaise évacuation) ainsi qu'une aggravation des dommages causés par les inondations.

V. Des actions innovantes mises en œuvre dans les PED

Pour faire face aux problèmes causés par les eaux pluviales dans les pays en développement, la principale réponse demeure la construction de caniveaux ou de réseaux d'évacuation, ce qui ne permet pas de faire face à l'ampleur des besoins en la matière. Quelques actions permettant d'influer sur différents facteurs ont cependant pu être identifiées, même si elles demeurent très disparates et localisées.

V.1. Les actions qui influent sur les facteurs naturels

V.1.1. Maîtrise des eaux de ruissellement en amont de la ville

La maîtrise des eaux de ruissellement en amont des villes permet la diminution considérable des volumes d'eau à évacuer, ainsi que la dynamisation de l'économie locale en favorisant notamment l'agriculture, l'aquaculture et le reboisement.

Gestion des eaux pluviales par la maîtrise des eaux de ruissellement, le cas de Dogondoutchi au Niger

Dogondoutchi est une ville de 60 000 habitants située à 300 km à l'est de Niamey au Niger.

L'ONG nigérienne RAIL-Niger a pu y diminuer considérablement les problèmes d'eau stagnante en construisant des systèmes de rétention et d'infiltration sur les terrains en amont de la ville, à savoir des digues filtrantes et des terrasses en demi-lunes (rétention collinaire). En plus de réduire de manière notable le ruissellement de l'eau dans la ville, ces techniques ont également permis la récupération de terres cultivables, la reforestation de zones désertiques et la réduction de l'ensablement d'un étang utilisé pour l'aquaculture et de l'irrigation.

Source : Maîtrise des eaux de ruissellement à Dogondoutchi, rail Niger 2009

V.1.2. Limitation de l'érosion

Certaines techniques, comme la réduction des pentes (Ex. Bogota, Colombie) ou la construction de murs en béton renforcé pour stabiliser les pentes (Ex. Saint Domingue, République Dominicaine) permettent de limiter les phénomènes d'érosion.

V.2. Les actions pour améliorer la gestion de l'espace urbain

V.2.1. Promotion de la collaboration entre différents services de la collectivité

Certaines collectivités africaines se sont dotées d'une cellule « Maîtrise des Eaux de Ruissellement » (c'est le cas par exemple de Dogondoutchi au Niger), constituée, notamment, de personnel en charge du service environnement, du service foncier et du génie rural. Ce type de collaboration permet de faire les liens nécessaires entre les différents corps de métiers en vue d'harmoniser les interventions en matière de gestion des eaux pluviales.

V.2.2. Développement d'approches multiservices

Certaines initiatives visant la gestion des eaux pluviales incitent à ne pas se limiter au développement et l'entretien des réseaux de drainage. De telles initiatives combinent des actions eaux pluviales avec d'autres actions liées aux services de base, notamment les ordures ménagères et l'eau potable.

A Lahore, au Pakistan, un projet mis en place par le service d'assainissement de la ville et une ONG locale, a permis le nettoyage du système de drainage tout en améliorant la gestion des déchets solides de la ville.

Source : YCHR, Lahore, Pakistan(1992)

V.2.3. Gestion intégrée des eaux urbaines

Une approche couramment recommandée est la Gestion Intégrée des Eaux Urbaines (GIEU). Elle se base sur l'application des principes de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) au contexte urbain : développement durable, efficacité économique et équité sociale. Cette méthode permet d'aborder l'ensemble des problématiques liées à l'eau urbaine sous toutes ses formes, et ce de manière intégrée à l'échelle du bassin versant (cf. description détaillée en Annexe).

Bien qu'elle soit reconnue comme une méthode efficace pour gérer les eaux urbaines sans nuire ni à l'environnement ni à la santé des habitants, elle requiert une méthodologie longue et complexe. Il s'agit plus d'un cadre de recommandation général, dont la mise en application concrète dans les pays en développement s'avère souvent difficile.

Réhabilitation environnementale des bidonvilles de Santo Domingo, République Dominicaine

Un programme supporté par la Banque Mondiale a permis de construire un système de drainage des eaux pluviales dans un bidonville de Santo Domingo selon une approche intégrée (valorisation urbaine et gestion environnementale). A la suite d'une enquête environnementale et socioéconomique sur l'ensemble de la zone de projet, les priorités ont été la construction de drains, mais aussi de routes de circulation pour les véhicules au dessus des drains, de murs en béton renforcés pour stabiliser les pentes où des maisons avaient été construites en terrasse, de latrines, d'un système AEP et d'un système de collecte des déchets.

Les ONG et OCB ont réussi à impliquer volontairement la communauté à participer au projet (notamment concernant le nettoyage des déchets et le creusement des tranchées).

Source : Chavez, 2002

V.3. Les actions pour améliorer la gestion des eaux pluviales

V.3.1. Renforcement des services d'entretien et de maintenance

Les programmes d'amélioration des services de drainage accordent de l'importance à la conception et à la construction, mais s'intéressent peu aux besoins en matière d'amélioration de l'entretien et de la maintenance. Or, ces activités sont fondamentales puisqu'un entretien et une maintenance insuffisants entraînent une perte de capacité du système de drainage, voire sa détérioration.

A Hanoi, Vietnam : l'entreprise SADCO est responsable de l'exploitation de 180 km de canaux de drainage unitaires. Pour assurer le curage de son réseau, SADCO paie les travailleurs en fonction du volume de boue et de déchets collectés. Même si une taxe de 10% de la facture d'eau a été introduite pour le service des eaux usées, le budget d'opération de SADCO est en grande partie subventionné par l'état.

Source : Dr Nguyen Viet Anh, CEETIA, Hanoi, Vietnam.

V.3.2. Emploi de techniques alternatives

L'emploi de techniques alternatives dans la gestion des eaux pluviales présente de nombreuses utilités. Selon la technique utilisée, on peut notamment valoriser l'eau comme ressource, retenir puis infiltrer les eaux pluviales pour palier à l'inefficacité d'un réseau d'évacuation. Au final, ces techniques contribuent à limiter les épisodes d'inondation, la création de mares stagnantes, ainsi que le rejet d'eaux contaminées dans le milieu naturel.

Si le choix technique est relativement diversifié, (voir leur détail en annexe) le recours à ces solutions reste rare dans les PED. Et lorsqu'elles sont mises en œuvre, elles ont tendance à perdre leur utilité en raison d'un entretien et d'une maintenance déficients.

Ex.1 : le pavé poreux. Le coût principal étant la main d'œuvre locale, cette technologie peut être employée facilement dans les PED (ils permettent d'infiltrer 10 à 100 fois les quantités d'eau d'une grosse pluie).

L'installation de revêtements poreux à l'aéroport de Kinshasa a permis de maîtriser la problématique des eaux de ruissellement. A Kinshasa, l'installation de revêtements poreux à l'aéroport a permis de maîtriser la problématique des eaux de ruissellement.

Ex.2: utiliser les rues et les routes comme système de drainage

Dans le village de Ouakam (proche de Dakar) un quartier très dense a été restructuré en se servant notamment des rues comme des caniveaux.

Ex.3 : les bassins de rétention

Des bassins de rétention en amont des villes, ou intégrés au réseau d'évacuation des eaux pluviales, existent dans de nombreuses villes des pays en développement, mais en nombre insuffisant. Ils permettent de réguler les flux des eaux de ruissellement et de dynamiser l'économie locale (irrigation, pisciculture).

Ex.4 : le reboisement et la rétention collinaire (Voir l'exemple de Dogondoutchi en V.2.1)

V.3.3. Modélisation informatique

Pratique courante dans les pays développés, la modélisation informatique du système de drainage est un outil performant pour concevoir, dimensionner et renforcer les réseaux de drainage des eaux pluviales. Le recours à la modélisation informatique se développe progressivement dans les pays en développement, en particulier pour les cas les plus complexes.

A Addis Abeba, des travaux de modélisation des écoulements ont été entrepris à partir de 1998. Les modélisations hydrauliques ont permis de sélectionner avec précision les mesures correctives optimales à appliquer, en particulier au reboisement, ainsi qu'à la construction de bassins de stockage. Elles ont aussi démontré que la capacité d'autoépuration de la rivière ne permet pas le déversement direct des eaux de ruissellement après un épisode pluvieux.

A Dhaka, Bangladesh, le fonctionnement du système de drainage ainsi que ses interactions avec les eaux de surfaces ont été modélisés. Le modèle a permis de valider la réhabilitation de certains canaux de drainage naturel comme moyen de limiter les inondations, mais a également souligné la nécessité de changer de stratégie concernant le pompage des eaux dans certaines zones. Il a aussi prouvé que certaines mesures alternatives telles que l'infiltration des eaux souterraines dans le système de drainage, ne permettent pas de réduire de manière tangible les inondations.

A Vientiane, Laos, un programme de recherche a permis de développer un modèle informatique visant à évaluer les effets de différentes options de contrôle des inondations et de protection de la qualité des eaux réceptrices. L'enjeu était de revégétaliser les canaux de drainage afin d'augmenter le piégeage des polluants et d'améliorer les capacités de purification naturelles, tout en atténuant les pics d'inondation.

V.3.4. Implication des différentes parties prenantes

Une stratégie de gestion des eaux pluviales visant à impliquer et prendre en compte les attentes et besoins de différents groupes d'acteurs a été testée au Népal. Le tableau suivant présente les différents groupes d'acteurs identifiés, ainsi que leurs priorités en matière de planification de drainage urbain :

Acteurs	Intérêts et priorités
Représentant de communautés	Accroissement du nombre de résidents et meilleur service usagers/bénéficiaires
Habitants des bidonvilles	Communautés pauvres qui habitent des zones à risque d'inondation
Promoteurs fonciers	Construction de nouvelles zones de développement pour l'habitat ou l'industrie
Agriculteurs	Communauté périurbaine avec intérêt pour l'irrigation
Environnementalistes	Protection de la qualité des ressources en eau, conservation de l'habitat naturel
Politiciens locaux	Enjeux prioritaires répondant à la demande des habitants
Conseillers et fonctionnaires municipaux	Compromis entre coût/bénéfice par rapport aux dépenses municipales
Architectes et urbanistes	Planification et conception de l'espace urbain
Secteur privé, communauté des affaires	Protection des intérêts industriels et commerciaux

Source : Bhattarai and Neupane, 2001.

Consultation et analyse des acteurs à Biratnagar, Népal

En réponse aux nombreux problèmes de drainage des eaux pluviales, et du manque de ressources nécessaires à la mise en application du plan de drainage proposé en 1989, une nouvelle approche a été imaginée en 2001 dans la municipalité de Biratnagar : 3 options différentes d'amélioration du réseau de drainage ont été initialement imaginées puis discutées et évaluées dans le cadre d'un consensus entre les différents acteurs impliqués : autorités publiques, habitants des bidonvilles, commerces, agriculteurs ; etc.

Chaque acteur impliqué donnait sa préférence en fonction de différents facteurs pris en compte : socio-économiques, techniques, environnementaux, financiers et managériaux.

Un programme informatique a été employé dans le but d'évaluer le mérite des différentes options, en fonction des facteurs utilisés et des acteurs interrogés.

L'analyse prouve que la solution retenue diffère si la décision provient uniquement de la municipalité, ou de l'ensemble des acteurs concernés

Source : (Source : Bhattarai et Neupane, 2001)

V.4. Les actions à destination des usagers

V.4.1. Stratégies de prévention et de limitation des risques liés aux inondations

Parce que tout système de drainage urbain est amené à atteindre la limite de ses capacités hydrauliques lors d'un épisode pluvieux particulièrement violent, certaines villes, en complément de l'amélioration des capacités hydrauliques du système de drainage, adoptent des mesures non structurelles, c'est à dire sans intervention physique. On distingue 3 catégories :

- Les actions préventives qui visent à éviter les inondations,
- Les mesures de réduction des risques destinées à atténuer l'étendue et la durée des inondations,
- Les mesures de réduction des dommages : en cas d'inondation, il s'agit d'aider les personnes atteintes à se remettre des dommages causés, et à réparer tout impact négatif causé par les inondations.

V.4.1.1 Plans de préventions des risques

Au Sénégal, un programme national de prévention des inondations et de protection des localités exposées a été initié en 2004. Il comportait la construction de digues de protection des localités exposées aux risques de crue ; la construction de canaux et de stations de pompage ; l'aménagement de bassins de retenue collinaires ainsi que le transfert de quartiers ou villages implantés sur des zones inondables sur des sites à viabiliser.

Source : Conférence Mondiale sur la prévention des catastrophes, l'exemple du Senegal, 2005

Systemes d'alarme dynamiques : une approche intégrée de la limitation des désastres au Bangladesh

Dans le district de Sundarganj (Thana), au Nord-Est du Bangladesh, un plan de gestion intégrée des inondations a été adopté, constitué des éléments suivants :

- Identification des zones à risque d'inondation
- Avertissement d'inondations en temps réel (à l'aide d'un modèle hydrodynamique et d'un SIG)
- Identification des routes d'évacuation en cas d'inondation (à l'aide du logiciel ArcView Network Analyst)

Source : Aziz et al (2002)

V.4.1.2 Relogement des familles vivant dans des zones à risque

Dans les zones particulièrement exposées (risques de glissements de terrain et d'inondations notamment), certaines municipalités prennent en charge la relocalisation des familles les plus vulnérables.

A Bogota, Colombie, la municipalité a pris l'initiative de protéger la vulnérabilité des 6000 familles les plus exposées. La première étape a été d'identifier les zones en les cartographiant, pour développer ensuite une stratégie de réduction des risques, en se basant sur la restructuration des terres concernées. Lorsque les interventions structurelles s'avéraient impossibles (réduction des pentes, renforcement des maisons), c'est l'option de la relocalisation qui a été retenue. Afin de s'assurer de la durabilité de la relocation, et du fait que les zones à risques ne soient pas recolonisées par de nouvelles familles, le marché légal du développement des

terrains devait être plus compétitif que le marché illégal. Pour cela, les offres de logements ont été restructurées en faveur de l'accès au logement des familles de grande vulnérabilité sociale, dont les revenus étaient en dessous du salaire minimum. Un point clef de la réussite de l'opération a été le rôle de la municipalité dans la formalisation d'une politique adaptée, d'une planification officielle, et des procédures d'intervention à adopter.
Source : fondation Together et UNCHS

V.4.1.3 Mise en place de systèmes d'alarme

En raison du caractère répétitif des inondations, les populations de certains quartiers inondables ont développé une stratégie de réponse basée sur la création d'un système d'alerte pour évacuer leurs maisons et ainsi échapper au désastre.

A Indore (Madhya Pradesh, India), les habitants ont développé spontanément un système de prédiction des inondations, basé sur l'intensité et la durée des pluies. En cas d'alerte, la population est préparée à une évacuation rapide. Les projets d'infrastructures visant à mieux gérer l'eau pluviale perturbent leurs prédictions, et ne sont en conséquence pas toujours bien tolérés. Source : Stephens et al, 1996

V.4.1.4 Protections individuelles spontanées

Les usagers développent spontanément des solutions individuelles pour se protéger des événements pluvieux, et faire ainsi face aux lacunes des services d'évacuation des eaux pluviales. Quelques exemples ci-dessous :

Amélioration du terrain ou de la maison proprement dite :

- constructions sur pilotis, élévation des fondations des maisons,
- scellement des portes, rehaussement des installations électriques,
- usage de matériaux plus résistants,
- recours à des toits en tôle amovible (les toits sont fixés non par des clous mais par des pierres, faciles à retirer s'il y a un risque que le toit soit emporté par une inondation).

Protection de quartier :

- construction de murs protecteurs (à l'échelle d'une maison ou d'un quartier),
- colmatage volontaire d'infrastructures de drainage afin de se protéger des débordements.

Ces initiatives, non coordonnées entre les différents quartiers, présentent une forte hausse des risques d'inondations en aval.

V.4.2. Implication des usagers les plus vulnérables dans la gestion et le développement du service

Le dialogue entre usagers et pouvoirs publics locaux est essentiel dans une démarche d'amélioration du service. Il devient particulièrement pertinent s'il parvient à associer les communautés les plus pauvres, qui sont les plus touchées par une mauvaise gestion des eaux pluviales, et sont trop souvent insuffisamment consultées, voire totalement ignorées.

L'évaluation des performances du service public urbain par les populations locales : l'exemple des « scorecards » à Bangalore, Inde.

Le concept des « scorecards », développé à Bangalore depuis 1993, est un moyen efficace d'obtenir un retour des citoyens sur les performances du service public : elles ont permis d'assister les décisions des pouvoirs publics sur les priorités des populations en matière de demandes d'infrastructures urbaines. Elles favorisent ainsi la participation des populations à bas-revenus et marginalisées aux décisions municipales, leur permettant d'adopter une attitude proactive face aux fournisseurs de service public.

Source : Paul, 1998

V.4.3. Implication des habitants dans la réalisation et la gestion des ouvrages

La gestion des eaux pluviales nécessite de réellement associer les habitants lors de la prise de décision et la planification, mais également tous les acteurs ayant un intérêt à un meilleur drainage des eaux pluviales.

Emploi de la communauté pour la construction d'un canal de drainage à Dar es Salaam, Tanzanie

A Hanna Nassif, Dar es Salaam, un projet supporté par l'Organisation Internationale du Travail a permis la construction d'un système de drainage basé sur des contrats communautaires employant des hommes et des femmes. Un Comité de Développement Communal (CDC) a été créé dans le but de servir d'intermédiaire entre la communauté, le Conseil Municipal et les bailleurs de fonds, mais également de mobiliser la communauté afin de participer au financement du projet, de négocier les termes de référence des contrats communautaires, ainsi que la gestion de l'exploitation, l'entretien et la maintenance du système. L'expérience souligne le fait que la participation de la population augmente si cette dernière est mobilisée et sensibilisée dès les premières étapes du projet.

Source : Kyessi (1997) et Mulengeki (2000).

V.5. Conclusion

En conclusion, il ressort de cette revue sommaire des pratiques GEP dans les PED que :

- les actions sont majoritairement ciblées sur la réalisation d'ouvrages d'évacuation,
- le volet gestion des ouvrages est souvent insuffisamment pris en compte,
- les actions en amont de la ville sont très rares,
- la faible prise en compte de l'urbanité dans sa globalité est très récurrente,
- l'innovation est rare, voire nulle.