



NATIONS
UNIES

EP

UNEP/MED WG.509/40

ONU 
programme pour
l'environnement



Plan d'action pour
la Méditerranée
**Convention de
Barcelone**

30 août 2021
Français
Original : anglais

Réunion des Point focaux du MED POL

Téléconférence, 27-28 mai et 6-7 octobre 2021

Point 14 de l'ordre du jour : Examen des évaluations pour l'élaboration de trois nouveaux plans régionaux conformément à l'article 15 du Protocole LBS pour l'exercice biennal 2022-2023

Évaluation de l'état de la gestion des eaux pluviales urbaines en Méditerranée

Note du Secrétariat

Lors de leur 21^e réunion (CdP21) (Naples, Italie, 2-5 décembre 2019), les Parties contractantes à la Convention de Barcelone ont adopté la Décision IG.24/10, dans laquelle elles ont approuvé, outre la mise à jour de l'actuel Plan régional sur la gestion des déchets marins en Méditerranée, les principaux éléments du processus d'élaboration/d'actualisation de six nouveaux Plans régionaux liés au traitement des eaux urbaines résiduaires, à la gestion des boues d'épuration, à la gestion de l'agriculture, à la gestion de l'aquaculture et à la gestion des eaux pluviales. À la CdP21, les Parties contractantes ont également approuvé la voie à suivre en définissant un calendrier pour l'élaboration, la négociation et l'adoption des six Plans régionaux. Elles sont convenues de présenter le nouveau Plan régional sur la gestion des eaux pluviales urbaines à la CdP23 (décembre 2023). Dans le cadre de la préparation de ce Plan Régional, le Programme d'évaluation et de maîtrise de la pollution marine et côtière dans la région méditerranéenne (MED POL) a été chargé, au titre de l'activité 2.4.3.1(c) de la Décision IG.24/14 intitulée « Programme de travail et budget 2020-2021 », de réaliser une évaluation de l'état de la gestion des eaux pluviales urbaines en Méditerranée.

Dans ce contexte, la présente évaluation de l'état de la gestion des eaux pluviales urbaines a visé à fournir des informations actualisées en vue de l'élaboration du Plan régional sur la gestion des eaux pluviales urbaines en Méditerranée. Elle fournit une vue d'ensemble : du secteur de la gestion des eaux pluviales urbaines en Méditerranée ; de l'état des lieux des réseaux de collecte des eaux pluviales urbaines et des polluants déversés dans la Méditerranée ; des incidences de certains aspects importants de la gestion des eaux pluviales urbaines en mettant l'accent sur les plans de gestion des eaux pluviales ; du cadre de gestion des risques ; d'éléments relatifs à la conception, l'exploitation et l'entretien ; d'éléments relatifs aux eaux de ruissellement et à la conception durable et ; de la disponibilité de normes techniques et de mesures réglementaires régissant la conception, l'exploitation et l'entretien des réseaux de collecte des eaux pluviales urbaines en Méditerranée. La présente évaluation examine également les niveaux actuel et potentiel de mise en œuvre (ou de non-application) des mesures prévues au titre du Plan régional, en recommandant un certain nombre de mesures complémentaires et en fournissant des propositions visant à améliorer les meilleures techniques disponibles et les meilleures pratiques environnementales dans le cadre de la gestion des eaux pluviales urbaines.

L'état des stratégies de gestion des eaux pluviales urbaines en Méditerranée a été examiné lors de la réunion sur les méthodes d'établissement des bilans de base nationaux, les évaluations des nouveaux Plans régionaux et l'évaluation des Plans d'action nationaux adoptés au titre du Protocole « tellurique », qui s'est tenue en avril 2021. Les parties prenantes à cette réunion ont ensuite approuvé une série de conclusions et de recommandations et demandé au Secrétariat de soumettre la présente évaluation à la réunion des points focaux du MED POL après y avoir apporté un certain nombre de modifications.

Afin que le présent projet d'évaluation soit approuvé comme document de fond orientant la poursuite de l'élaboration du nouveau Plan régional sur la gestion des eaux pluviales urbaines en Méditerranée tout au long de l'exercice biennal 2022-2023, la réunion des Points focaux du MED POL devrait l'examiner et faire part de ses observations.

.

Table des matières

1.	Aperçu des caractéristiques et des incidences des eaux pluviales urbaines.....	1
1.1	Bassins versants urbanisés	1
1.2	Effets en aval des eaux pluviales urbaines.....	2
1.3	Pollution des eaux pluviales urbaines	2
2.	Évaluation de l'état des lieux des pratiques de gestion des eaux pluviales urbaines à l'appui des principaux éléments proposés pour le Plan régional	3
2.1	Disponibilité de plans de gestion des eaux pluviales	3
2.2	Mise en place de systèmes de collecte sélective des eaux de ruissellement	4
2.3	Mesures destinées aux systèmes de collecte combinée	5
2.4	Promotion des systèmes de drainage urbain durable (SDUD).....	6
2.5	Intégration des plans de gestion des eaux pluviales dans la GIZC	7
2.6	Entretien des systèmes de collecte des eaux pluviales.....	8
3.	Recommandations de mesures supplémentaires à intégrer dans le Plan régional de gestion des eaux pluviales urbaines.....	8
3.1	Meilleures pratiques de gestion (MPG)	9
3.2	Analyse de la qualité des eaux pluviales.....	9
4.	Conclusions.....	9

Annexe I : Questionnaire d'enquête sur l'état des lieux de la gestion des eaux pluviales urbaines en
Méditerranée

Annexe II : Références

Liste des abréviations/ acronymes

CB	Convention de Barcelone
MPG	Meilleure pratique de gestion
PAC	Programme d'aménagement côtier
CE	Commission européenne
UE	Union européenne
BEE	Bon état écologique
IV	Infrastructure verte
GIZC	Gestion intégrée des zones côtières
LBS	Sources terrestres (de pollution)
DFI	Développement à faible impact
MED POL	Programme d'évaluation et de maîtrise de la pollution marine et côtière dans la région méditerranéenne
DCSMM	Directive-cadre « Stratégie pour le milieu marin »
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
é.h.	Équivalent habitant
SDUD	Systèmes de drainage urbain durable
TSS	Total des solides en suspension
PNUE/PAM	Programme des Nations Unies pour l'environnement/Plan d'action pour la Méditerranée
EPU	Eaux pluviales urbaines
GEPU	Gestion des eaux pluviales urbaines
DCE	Directive-cadre sur l'eau
STEU	Station de traitement des eaux usées

1. Aperçu des caractéristiques et des incidences des eaux pluviales urbaines

1.1 Bassins versants urbanisés

1. Alors que la population mondiale continue d'augmenter et de migrer des zones rurales vers les zones urbaines à un rythme croissant, de nombreux espaces naturels sont convertis en environnements urbains, ce qui entraîne une dégradation importante des masses d'eau en aval (Carey et al., 2013 ; Paul & Meyer 2001 ; Brabec et al., 2002). La construction et le développement des villes ont entraîné la conversion de terres « vertes », couvertes de végétation et perméables, en paysages « gris », imperméables et artificiels, qui perturbent l'hydrologie naturelle de ces zones (UACDC, 2010). En cas de pluie, le volume du ruissellement diminue dans les paysages non aménagés, car une grande partie des précipitations peut s'accumuler dans les concavités naturelles de la surface, être interceptée par la végétation ou s'infiltrer dans la colonne de sol des zones perméables, ce qui entraîne des pertes importantes de précipitations par évapotranspiration et infiltration (Paul et Meyer, 2001). Cependant, les eaux pluviales ne pénètrent pas dans les surfaces imperméables qui caractérisent les espaces urbains, telles que les routes, les trottoirs et les toits des bâtiments, ce qui réduit les pertes de précipitations (Sun et Lockaby, 2012).

2. Le cycle de l'eau est court-circuité dans les zones urbaines, ce qui signifie qu'un plus grand pourcentage des précipitations est converti en eaux de ruissellement, qui sont rapidement canalisées en aval au moyen de vastes systèmes de collecte des eaux pluviales (Bedient et al., 2013). En outre, ces paysages gris sont une source de polluants urbains, comme des métaux lourds, E. coli, des huiles et des graisses, des nutriments, des produits pharmaceutiques et des sédiments en suspension, qui sont captés par les flux d'eaux pluviales et acheminés en aval, sans l'effet d'atténuation qui aurait été naturellement fourni par la végétation et l'infiltration dans un paysage non aménagé (Steinman et al., 200 ; UACDC, 2010). Par conséquent, l'écoulement des eaux pluviales en provenance des bassins versants urbains se caractérise par une augmentation des volumes totaux de ruissellement, des débits de pointe plus importants, des hydrogrammes plus rapides s'accompagnant de crues et de décrues soudaines et une moins bonne qualité de l'eau (Walsh et al., 2005 ; May et al., 2006). Les changements climatiques devraient accentuer ces effets. Une comparaison indiquant la mesure dans laquelle les précipitations sont généralement converties en ruissellement ou transformées par infiltration superficielle et profonde ou par évapotranspiration dans les zones urbaines et naturelles est présentée dans la figure 1.

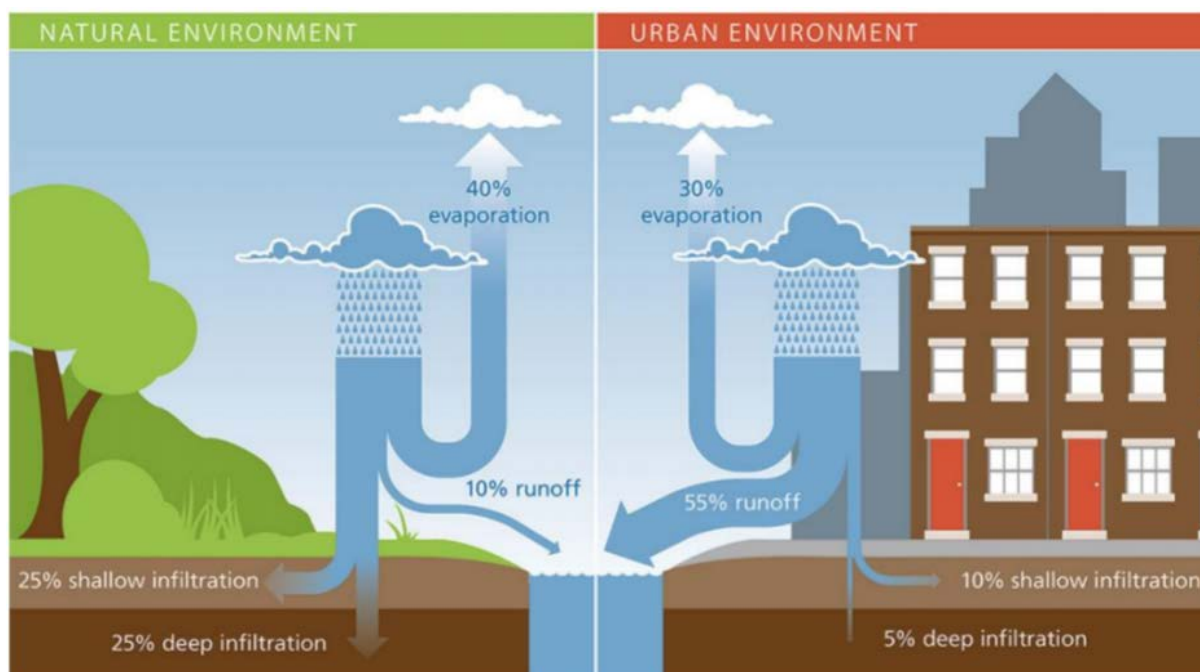


Figure 1 : comparaison des fonctions hydrologiques des bassins versants urbains et naturels
(www.phila.gov/water/wu/storm_eau)

1.2 Effets en aval des eaux pluviales urbaines

3. Les bassins versants urbanisés exercent une pression constante et souvent considérable sur les masses d'eau en aval, y compris : l'augmentation des charges de polluants urbains, de nutriments et de sédiments en suspension ; des hydrogrammes plus rapides ; la réduction de l'intégrité biotique ; et la modification de la géomorphologie des cours d'eau (Paul et Meyer, 2001 ; Walsh et al., 2005 ; UACDC, 2010). Le ruissellement incontrôlé des eaux pluviales a de nombreux effets cumulés sur les populations et l'environnement, parmi lesquels :

- a. des inondations occasionnant des dommages aux biens publics et privés ;
- b. l'érosion des rives : les sédiments obstruent les cours d'eau, remplissent les lacs et les réservoirs et tuent les poissons et les animaux aquatiques ;
- c. l'élargissement des chenaux des cours d'eau qui entraîne la perte de biens de valeur ;
- d. des désagréments de nature esthétique (eau sale, déchets et débris, odeurs nauséabondes) ;
- e. la dégradation et la destruction des habitats des poissons et de la vie aquatique ;
- f. le fait qu'il entrave les utilisations récréatives de l'eau (baignade, pêche, navigation de plaisance) ;
- g. la menace qu'il constitue pour la santé publique (contamination de l'eau potable, des poissons/crustacés et mollusques) ;
- h. la menace qu'il constitue pour la sécurité publique (des noyades se produisent dans les eaux de crue) ;
- i. des répercussions économiques : perturbation de la pêche, des habitats des crustacés et mollusques, du tourisme et des activités des entreprises du secteur des loisirs ;
- j. l'augmentation du coût du traitement de l'eau et des eaux usées : la pollution des eaux pluviales entraîne l'accroissement des dépenses liées au traitement de l'eau brute et atténue la capacité d'assimilation des masses d'eau ;
- k. le fait que les eaux pluviales en excédent entraînent des inondations et des dommages auxquels il est difficile et coûteux de remédier.

4. En général, les écoulements d'eaux pluviales urbaines sont plus chauds et présentent des niveaux de polluants nutritifs plus élevés, qui détruisent souvent les écosystèmes aquatiques en aval dans le cadre d'un processus naturel appelé eutrophisation (Carpenter et al., 1998 ; Hall et al., 1999). En raison de l'urbanisation croissante au niveau mondial et de l'évolution de l'utilisation des sols, ce phénomène s'est accentué à un rythme plus rapide que prévu, donnant lieu à ce que l'on appelle l'eutrophisation culturelle (Steinman et al., 2009 ; Anderson et al., 2002 ; Carey et al., 2013). Lorsque des quantités excessives d'azote et de phosphore sont transportées en aval, les organismes photosynthétiques simples, principalement les algues et le plancton, absorbent rapidement les nutriments et connaissent une croissance excessive, appelée efflorescence (Elser, 2012 ; Leitz, 1999).

1.3 Pollution des eaux pluviales urbaines

5. Les polluants urbains évacués dans les égouts pluviaux sont générés par un large éventail d'activités humaines et présentent un lien étroit avec l'augmentation de la couverture terrestre imperméable, conséquence de l'urbanisation (EPA, 1993 ; Brabec et al., 2002 ; Sun et Lockaby, 2012). Parmi les polluants urbains courants et leurs principales sources, il y a lieu de citer : les sédiments provenant de l'érosion et des sites de construction ; les huiles, les graisses et les produits chimiques toxiques provenant des utilisations industrielles et des véhicules à moteur ; les pesticides et les nutriments provenant des pelouses et des jardins ; les détergents provenant des laveries automatiques et des stations de lavage de voitures ; les virus, les bactéries et les nutriments provenant des déchets des animaux domestiques et des eaux usées ; les sels de voirie provenant des routes et des opérations de transport ; les métaux lourds provenant des bardeaux de toit, des véhicules à moteur et de l'industrie ; ainsi que la pollution thermique provenant des surfaces imperméables sombres telles que les rues et les toits (Carpenter et al., 1998 ; EPA, 1993). Les polluants proviennent soit de sources ponctuelles, soit de sources diffuses. Les sources ponctuelles, qui sont réglementées par l'Agence des États-Unis pour la protection de l'environnement (EPA) dans le cadre du programme NPDES (EPA, 1993), sont des zones où des déchets, tels que des eaux usées ou des eaux pluviales, sont déversés à partir d'un emplacement unique. Les sources diffuses désignent des zones indéterminées ou multiples où des polluants sont rejetés à la suite de l'écoulement en nappe sur les surfaces urbaines pendant les

orages. Il est généralement nécessaire d'adopter une série de meilleures pratiques de gestion plus solides pour atténuer la pollution provenant de sources diffuses, car celles-ci sont plus difficiles à contenir (Hoos et al., 2000 ; Davis & Masten, 2009 ; Carpenter et al., 1998).

6. Les sources urbaines de nutriments qui sous-tendent la présence d'azote et de phosphore dans les eaux de ruissellement sont notamment les engrais résidentiels, les dépôts atmosphériques, les émissions des véhicules, les rejets ponctuels de déchets municipaux et industriels, les détergents de lessive ou de nettoyage, les déchets des animaux domestiques, les déchets de jardin et les sédiments et particules en suspension (Carpenter et al., 1998, Davis et Masten, 2009 ; EPA1993).

2. Évaluation de l'état des lieux des pratiques de gestion des eaux pluviales urbaines à l'appui des principaux éléments proposés pour le Plan régional

7. Les informations sur l'état des lieux des pratiques de gestion des eaux pluviales urbaines en Méditerranée ont été recueillies en partie grâce à un questionnaire d'enquête élaboré spécifiquement aux fins de la présente évaluation¹ (qui figure à l'annexe I), à une série de réunions tenues par visioconférence avec les organismes compétents ainsi qu'à un examen approfondi des documents et rapports de pays existants (inclus dans la liste de références de l'annexe III).

8. Les informations ont été structurées de manière à évaluer le niveau actuel de mise en œuvre des aspects clés de la gestion des eaux pluviales urbaines au niveau national par rapport aux éléments principaux du Plan régional sur la gestion des eaux pluviales urbaines, y compris la disponibilité de plans de gestion des eaux pluviales, la mise en place de systèmes de collecte séparée des eaux de ruissellement, les mesures relatives aux systèmes de collecte combinée, la promotion de systèmes de drainage urbain durables, l'intégration de plans de gestion des eaux pluviales dans la gestion intégrée des zones côtières (GIZC) et l'entretien des systèmes d'évacuation des eaux pluviales. L'évaluation a porté sur certain nombre de questions spécifiquement liées à l'élaboration et à la mise en œuvre des plans de gestion des eaux pluviales urbaines, dont la gestion des risques, la mise au point et l'examen de l'efficacité des systèmes de collecte combinée ou sélective actuellement en service et de leur infrastructure et les mesures réglementaires connexes régissant leur conception, leur construction et leur entretien, y compris la disponibilité de normes techniques, de manuels/guides, d'études et d'autres données.

9. La synthèse des conclusions sur l'état des lieux actuel des principaux éléments proposés conformément aux mesures énoncées dans la décision IG.24/10 sur l'élaboration du nouveau Plan régional sur la gestion des eaux pluviales urbaines et les recommandations de mesures supplémentaires à inclure dans ledit Plan régional sont présentées ci-dessous.

2.1 Disponibilité de plans de gestion des eaux pluviales

10. Étant donné qu'il est difficile à la fois de s'assurer que les masses d'eau situées dans les agglomérations urbaines bordant la Méditerranée sont conformes aux normes de qualité environnementale et de protéger les zones avoisinantes contre les inondations, aucune approche systématique n'a été mise au point en vue de l'élaboration de plans de gestion des eaux pluviales urbaines. Ces plans définissent la manière dont il convient de gérer le débit et d'évaluer la qualité des eaux pluviales urbaines afin de préserver les caractéristiques écologiques, sociales/culturelles et économiques d'une région donnée. Les plans de gestion des eaux pluviales urbaines appuient la prise de décision en garantissant que des mesures correctives (structurelles et non structurelles) sont prises de manière rentable, intégrée et coordonnée dans les zones bâties existantes et que les décisions relatives aux zones en expansion (y compris les zones réaménagées) sont prises en tenant compte des incidences sur les eaux pluviales, de manière à atteindre les objectifs en matière de qualité des masses d'eau. Les plans de gestion des eaux pluviales urbaines encadrent les efforts de gestion des risques (ampleur des déversements d'eaux pluviales, qualité des eaux, santé/sécurité publique, incidences sur l'environnement, etc.) et fournissent des informations sur l'emplacement des activités terrestres. Ces plans sont généralement axés sur une zone d'administration ou un bassin versant local

¹ Questionnaire distributed to Countries participating in the EU-funded Water-Environments-Support in the ENI Southern Neighborhood Region (WES) Project

(occasionnellement un sous-bassin versant de haute priorité), mais ciblent parfois un territoire plus large, comme une zone d'administration régionale.

11. Des plans de gestion des eaux pluviales urbaines ont été préparés à des degrés divers en Méditerranée, les petites municipalités, qui, dans le meilleur des cas, viennent d'entamer leurs travaux dans ce domaine, accusant un retard sur les grandes villes. La plupart des plans en vigueur dans la région méditerranéenne sont consacrés à la protection contre les inondations, c'est-à-dire qu'ils n'abordent pas la prévention de la pollution et ne comprennent qu'un nombre restreint de mesures de gestion des risques et d'informations sur l'emplacement des activités terrestres.

12. Dans certains cas, on constate que certains éléments des plans de gestion des eaux pluviales urbaines, tels que le tracé des systèmes de collecte, les principes et les techniques recommandées en matière de protection contre les inondations et de prévention de la pollution et les principes relatifs à la manière d'atteindre les objectifs environnementaux en matière de qualité des masses d'eau, ne figurent que dans une mesure limitée dans les plans d'urbanisme.

13. Le long du littoral méditerranéen, la planification urbaine et la gestion des eaux pluviales relèvent généralement de la responsabilité des autorités municipales, l'organisme de service public qui supervise les systèmes d'approvisionnement en eau potable et de traitement des eaux usées étant en principe chargé de gérer la collecte des eaux pluviales. Ainsi, outre les défis pratiques liés à la conception, à la construction et à l'entretien, l'élaboration et la mise en œuvre de plans de gestion des eaux pluviales urbaines, y compris de systèmes de drainage urbain durable, suppose d'aborder la gestion des eaux pluviales non pas comme un problème technique traité uniquement par les ingénieurs des compagnies des eaux, mais plutôt comme une question de durabilité plus vaste qui soit intégrée dans les pratiques d'urbanisme, en mobilisant d'autres services municipaux, par exemple les urbanistes, les écologistes et les architectes paysagistes (Serrao-Neumann et al., 2017). En outre, il convient de favoriser la participation du public au moyen de mesures ciblant les propriétés privées qui inciteraient les citoyens à contribuer à réduire le ruissellement des eaux pluviales et la pollution connexe (Bohman et al., 2020).

2.2 Mise en place de systèmes de collecte sélective des eaux de ruissellement

14. Un réseau séparé d'égouts pluviaux est un ensemble de structures composé de bassins de rétention, de fossés, d'entrées d'eau en bordure de route et de canalisations souterraines qui est conçu pour collecter les eaux pluviales provenant des zones bâties et les déverser, qu'elles aient été traitées ou non, dans les masses d'eau locales, par exemple les ruisseaux, les rivières, les eaux côtières (National Research Council, 2009). Les systèmes de collecte sélective des eaux pluviales préviennent le débordement des réseaux d'assainissement et des stations d'épuration en cas de pluie ainsi que le mélange des eaux de ruissellement relativement peu polluées aux eaux résiduelles municipales contenant des polluants chimiques et microbiens. Ils permettent en outre de mettre en place des réseaux d'égouts et des stations d'épuration conçus pour collecter exclusivement les eaux résiduelles, tandis que les eaux de ruissellement et de pluie peuvent être réutilisées après un traitement simplifié (par exemple, dans le cadre de l'aménagement paysager ou de l'agriculture).

15. La plupart des grands centres urbains de la région méditerranéenne disposent de systèmes de collecte des eaux pluviales et des eaux usées. En général, des systèmes de collecte combinée sont utilisés dans les centres-villes et les quartiers historiques, tandis que des systèmes de collecte sélective sont installés dans les nouveaux quartiers ou les quartiers récemment réaménagés. Dans certaines villes méditerranéennes, la mise en place de systèmes de collecte sélective est obligatoire ou encouragée dans les zones nouvellement (ré)aménagées depuis le début des années 1970, tandis que, dans d'autres agglomérations, ces systèmes ont été adoptés récemment et dans une très faible mesure. Ces systèmes sont généralement installés dans des zones affectées à certaines utilisations précises, à savoir les zones urbaines, industrielles et commerciales (Chesa, 2016). Dans la plupart des systèmes de collecte sélective, les eaux pluviales sont déversées sans traitement préalable (Banque mondiale, 2011). Dans les cas où des mesures de traitement ont été adoptées, celles-ci se limitent généralement au filtrage, à l'installation de bassins de rétention et de filtres à sable, à la séparation des hydrocarbures ou à l'utilisation de dispositifs de type absorption comme les biofiltres (Sauri et al., 2017). Le cas échéant (eu égard aux caractéristiques des sols et des eaux), les eaux pluviales qui s'écoulent des toits et d'autres surfaces imperméabilisées sont généralement évacuées sur place, sans être traitées, à

condition qu'elles ne soient pas susceptibles de lessiver des substances dangereuses. En revanche, lorsqu'il est probable qu'elles contiennent des polluants, les eaux pluviales doivent être dûment traitées avant d'être déversées dans les masses d'eau ou les réseaux d'égouts publics (PTUA, 2006). Par ailleurs, elles ne peuvent être mélangées aux eaux résiduaires que si cette pratique est compatible avec les méthodes de traitement en vigueur. Lorsque les déversements issus des systèmes de collecte sélective sont utilisés pour recharger les aquifères, généralement par injection au niveau des eaux souterraines, les mesures de traitement mises en œuvre mettent l'accent sur l'élimination des sédiments.

16. Des systèmes de collecte sélective sont couramment installés dans les zones industrielles et commerciales. Lorsque l'espace à disposition est suffisant, des bassins de rétention et des filtres à sable sont utilisés pour procéder au premier filtrage des eaux de ruissellement, qui contiennent généralement des concentrations plus élevées de contaminants. Des séparateurs d'hydrocarbures ou des dispositifs de type absorption, tels que des filtres à charbon actif ou à feuilles de compost, sont également utilisés pour éliminer les hydrocarbures ou d'autres contaminants organiques, notamment dans les zones industrielles.

17. En outre, dans certaines villes méditerranéennes, les réseaux d'égouts sont inadaptés ou discontinus par endroits. Il existe même des raccordements transversaux illégaux par lesquels des eaux usées non traitées sont déversées dans le réseau de collecte des eaux pluviales et, par conséquent, dans les masses d'eau.

18. Bien que la mise en place de systèmes de collecte sélective soit prévue au titre des mesures proposées dans le Plan régional ou qu'elle ait d'ores et déjà été intégrée dans les instruments de planification urbaine en vigueur, il convient de l'assortir de normes techniques et de manuels/guides relatifs à la conception (qui font actuellement défaut dans la plupart des cas), afin de garantir l'application des principes suivants :

- a. l'utilisation de plusieurs événements météorologiques de référence, c'est-à-dire de « l'orage de référence » ou de tout autre orage de forte intensité dans le cadre de la lutte contre les inondations et de « l'orage de taille moyenne » ou du niveau quotidien de précipitations dans le cadre de la lutte contre la pollution, étant donné que l'utilisation généralisée du seul « orage de référence » ne permet pas de rendre précisément compte de la variabilité des précipitations et de la manière dont elles se traduisent en ruissellement ou en charges polluantes et ne constitue dès lors pas une réponse aux objectifs multiples de la gestion des eaux pluviales urbaines, qui vise à prévenir à la fois les inondations et la pollution ;
- b. l'intégration des aspects liés aux incidences des changements climatiques, y compris les modèles hydrologiques extrêmes et leurs répercussions sur le débit de l'influent ; et
- c. l'adoption généralisée du principe d'« invariance hydraulique », qui vise à rétablir le cycle naturel de l'eau en favorisant l'évacuation sur place (PTUA, 2006).

2.3 Mesures destinées aux systèmes de collecte combinée

19. Les systèmes de collecte combinée sont des réseaux d'assainissement conçus pour collecter les eaux de ruissellement, les eaux résiduaires domestiques et les eaux résiduaires industrielles dans la même canalisation. La plupart du temps, ces réseaux acheminent l'ensemble des eaux usées vers une station de traitement où elles sont traitées préalablement à leur déversement dans une masse d'eau (National Research Council, 2009). Toutefois, pendant les périodes de fortes pluies, le volume des eaux usées peut dépasser la capacité du réseau d'égouts ou des installations de traitement, raison pour laquelle les systèmes de collecte combinée sont conçus pour déborder occasionnellement et rejeter les eaux usées excédentaires directement dans les ruisseaux, rivières ou eaux côtières avoisinants. Ces débordements entraînent le déversement d'eaux pluviales, mais aussi de toutes sortes de polluants non traités, par exemple des déchets humains et industriels, des matières toxiques et des débris. Ils sont considérés comme une source importante de pollution de l'eau dans la majorité des villes côtières, lesquelles disposent essentiellement de systèmes de collecte combinée (Milieu, 2016). Dans la plupart des cas, ces débordements sont un facteur de pollution à court terme. Pour remédier aux inconvénients des systèmes de collecte combinée, des réservoirs de traitement des eaux pluviales, qui confèrent une

capacité suffisante (d'absorption du débit de pointe) aux réseaux d'égouts en cas de précipitations intenses, ou des systèmes de drainage urbain durable sont généralement mis en place, ce qui permet de réduire les risques d'inondation et de pollution associés à la collecte combinée

20. Dans les agglomérations urbaines côtières de la Méditerranée qui disposent de systèmes de collecte combinée, les mesures de traitement mises en œuvre (le cas échéant) consistent en l'installation de réservoirs de traitement des eaux pluviales assurant des fonctions de décantation et de filtrage. Dans les zones industrielles, en revanche, des mesures de prétraitement simples de même nature sont généralement appliquées dans une certaine mesure avant le raccordement à un système de collecte combinée.

21. Par ailleurs, dans toute la région méditerranéenne, les systèmes de collecte combinée sont conçus pour permettre le débordement des eaux pluviales, ce qui constitue une préoccupation majeure lors d'épisodes de précipitations intenses où la capacité du réseau est dépassée et entraîne le déversement incontrôlé d'eaux résiduelles non traitées dans les eaux de surface ou les eaux souterraines. De tels événements sont fréquents lorsque les réseaux d'égouts sont vétustes, mal entretenus et doté d'une capacité insuffisante. Outre les débordements, les systèmes de collecte combinée présentent souvent des fuites en raison de diverses formes de mauvaises pratiques, par exemple les raccordements croisés illégaux, la surcharge d'eau dans les égouts, les blocages et, parfois, l'effondrement des conduites.

22. En plus des mesures proposées dans le Plan Régional, un certain nombre de recommandations (Milieu, 2016) pourraient permettre de réduire la fréquence et les incidences des débordements d'eaux pluviales ainsi que des inondations et de la pollution qui en résultent. Il convient notamment de citer les solutions en bout de chaîne, telles que le renforcement de la capacité de stockage de l'eau, l'optimisation de l'utilisation des stations de traitement des eaux usées et des réseaux d'assainissement (par exemple, en tirant parti de la capacité de stockage des réseaux d'assainissement et en optimisant les opérations de pompage), mais aussi la réduction du volume d'eaux pluviales propres pénétrant dans un réseau d'assainissement donné (par exemple, en faisant en sorte que les eaux pluviales ne s'écoulent pas dans les systèmes de collecte combinée depuis les zones imperméables) ou encore le recours à l'infrastructure verte en vue de réduire l'écoulement des eaux pluviales de manière rentable (par exemple, bassins de rétention, tranchées d'infiltration). En outre, il serait utile de remédier au manque de connaissances en recueillant des informations comparables sur l'ampleur des débordements d'eaux pluviales provenant des systèmes de collecte combinée dans toute la région méditerranéenne, en dressant également l'inventaire des structures de débordement, en analysant leur fonctionnement et en établissant la liste des structures de stockage des eaux usées (par exemple, en commençant par les agglomérations ayant un équivalent habitant supérieur à 100 000), afin de mieux cerner les causes des débordements d'eaux pluviales et leurs incidences sur la qualité des masses d'eau réceptrices.

2.4 Promotion des systèmes de drainage urbain durable (SDUD)

23. Un consensus se fait jour quant au fait que les eaux de ruissellement urbaines devraient être gérées au moyen d'autres mesures de contrôle, généralement appelées systèmes de drainage urbain durable (SDUD), qui sont conçues pour imiter les fonctions hydrologiques assurées naturellement dans les zones non aménagées (Barbosa et al., 2012). Ces solutions de gestion durable des eaux pluviales visent à minimiser la couverture imperméable en favorisant l'infiltration, le stockage et la collecte des eaux de ruissellement. En outre, dans le cadre de cette approche de gestion décentralisée, le ruissellement des eaux pluviales et la pollution sont principalement contrôlés au moyen de mesures mises en place à proximité de la source afin de tendre vers des stratégies bien intégrées qui remplissent de multiples fonctions, y compris la protection contre les inondations, l'élimination de la pollution et la recharge des eaux souterraines, ainsi que les loisirs, la biodiversité et l'esthétique urbaine.

24. Les concepteurs et planificateurs ont été moyennement à largement sensibilisés à l'installation de systèmes de drainage urbain durable (SDUD). Malgré leurs nombreux atouts, ces systèmes demeurent toutefois très rares en Méditerranée et sont adoptés la plupart du temps dans le cadre de projets publics à petite échelle, bien qu'un niveau plus élevé de mise en œuvre se constate dans certaines villes. Ils sont généralement complémentaires aux réseaux d'assainissement traditionnels (composés de canalisations). L'approche SDUD a été conçue dès les années 1970, époque à laquelle elle a été mise à l'essai dans le cadre de projets publics de faible envergure. Depuis 2000, il devient de

plus en plus pratique d'adopter des solutions SDUD décentralisées et à petite échelle aux fins du drainage des eaux pluviales.

25. Dans l'ensemble de la Méditerranée, les collectivités partagent généralement les frais liés à l'évacuation des eaux pluviales provenant de terrains privés au moyen du réseau d'assainissement, ce qui n'est pas le cas des techniques de substitution, dont les coûts doivent être assumés par le promoteur. Ainsi, même si ces techniques sont relativement peu coûteuses, elles représentent un investissement supplémentaire (installation et maintenance) et occupent souvent un espace précieux. Par conséquent, malgré l'abondance d'arguments en leur faveur, les techniques SDUD n'ont pas encore été largement adoptées par les villes, notamment parce que leur mise en œuvre nécessite généralement des ressources financières supplémentaires et une plus grande surface de terrain par rapport aux techniques traditionnelles (Patouillard et Forest, 2011). Pour surmonter la question du coût, une solution éventuelle pourrait être la création d'un crédit d'impôt relatif à l'assainissement, qui devrait permettre aux autorités locales de taxer certaines pratiques de gestion des eaux pluviales tout en exonérant les acteurs qui traitent ces eaux sur leur propre terrain.

2.5 Intégration des plans de gestion des eaux pluviales dans la GIZC

26. La gestion intégrée des zones côtières (GIZC) est un système de gestion des ressources adoptant une approche intégrée et globale ainsi qu'un processus de planification interactif visant à traiter les problèmes complexes de gestion du littoral. Afin de promouvoir cette approche de gestion intégrée, le protocole GIZC de la Convention de Barcelone a été élaboré et adopté en 2008 par dix pays du bassin méditerranéen et par l'Union européenne (UE). L'un des centres d'activités régionales du PNUE/PAM (le CAR/PAP) a été créé pour favoriser l'intégration du protocole GIZC dans les cadres législatifs nationaux et garantir l'application de ses composantes principales grâce à la mise en place du Programme d'aménagement côtier (PAC) dans tous les pays méditerranéens, mission qu'il assure depuis le début des années 1990. Le PAC devrait permettre aux pays de mieux gérer leurs zones côtières et de faire face aux nouveaux défis environnementaux, tels que les changements climatiques. La gestion des eaux pluviales est l'une des principales composantes de la GIZC et, par conséquent, les programmes qui régissent ce domaine sont généralement intégrés dans les plans de GIZC.

27. Les plans de GIZC comprennent généralement des programmes de gestion des eaux pluviales urbaines qui encouragent l'adoption de pratiques de gestion durable, telles que : le contrôle de la pollution au niveau des produits ; la séparation des flux de déchets à la source en fonction de l'utilisation des sols, à savoir dans les zones industrielles ; le recyclage interne et le prétraitement avant le raccordement aux systèmes de collecte (combinée) publics ; la réutilisation et le recyclage des eaux pluviales (par exemple des eaux qui s'écoulent des toitures) ; et la protection contre les dommages causés par le ruissellement des eaux pluviales grâce au renforcement de la lutte contre les inondations (CAR/PAP, 2007).

28. Des projets pilotes de plans de GIZC ont été élaborés à partir de 1990 sur le littoral de plusieurs pays méditerranéens avec le soutien du PNUE/PAM. Toutefois, ces plans prévoient rarement davantage qu'un certain nombre de principes de base sur la gestion des eaux pluviales urbaines.

2.6 Entretien des systèmes de collecte des eaux pluviales

29. Le bon entretien des systèmes de collecte des eaux pluviales vise à maintenir propres et en parfait état de fonctionnement les réseaux et les infrastructures assurant l'évacuation des eaux pluviales, ce qui permet de prévenir les inondations ou la pollution dues à d'éventuels dysfonctionnements ou au débordement des eaux pluviales en cas de pluie.

30. Les mesures de prévention requises sont appliquées à des degrés divers en Méditerranée, l'entretien des réseaux d'égouts pouvant être pleinement approprié lorsque les mesures sont prises régulièrement et de manière proactive et que des oublis ne se constatent que de manière occasionnelle dans certaines zones (généralement des petites municipalités), modérément approprié lorsque les mesures sont prises de manière intermittente et réactive plutôt que proactive et que certaines petites collectivités locales ne disposent pas de personnel qualifié en suffisance pour garantir l'exploitation efficace des services d'approvisionnement en eau et d'assainissement, voire inapproprié lorsque les mesures sont mises en œuvre de manière peu régulière, inadaptée et insuffisante, ce qui entraîne des dysfonctionnements fréquents des réseaux d'assainissement ainsi qu'un fonctionnement intermittent des stations de traitement des eaux usées.

31. Le nettoyage et l'entretien régulier et proactif des structures de traitement des eaux pluviales urbaines constituent une condition préalable à leur fonctionnement efficace et à la prévention des inondations et de la pollution résultant du mauvais fonctionnement des infrastructures de collecte des eaux en cas de forte pluie. Il convient par conséquent d'assurer à tout le moins l'entretien des routes, le balayage des rues, l'entretien des collecteurs d'eaux pluviales, les interventions d'urgence en cas de problème dans la collecte des eaux pluviales et l'entretien des paysages et des parcs. En outre, il serait opportun de surveiller la performance, c'est-à-dire d'appliquer, au niveau des principales structures de traitement des eaux pluviales urbaines, des méthodes d'échantillonnage continues et pondérées en fonction du débit reposant sur des données sur le débit et la qualité de l'eau (National Research Council, 2009).

3. Recommandations de mesures supplémentaires à intégrer dans le Plan régional de gestion des eaux pluviales urbaines

32. Pour concevoir et planifier efficacement l'infrastructure verte, il est nécessaire d'acquérir une bonne compréhension de l'hydrologie des bassins versants urbains et de la qualité de l'eau, y compris du volume et de l'écoulement des eaux de ruissellement, des sources de contaminants et de l'emplacement de ceux-ci et du degré de dégradation des masses d'eau en aval (Carey et al., 2013 ; Lathrop et al., 1998 ; UACDC, 2010). À cet égard, il est essentiel que les organismes gouvernementaux, les services de travaux publics des villes et les bureaux d'études géologiques s'efforcent conjointement de fournir des connaissances en menant des études de surveillance de l'hydrologie et de la qualité de l'eau sur le terrain qui modélisent et quantifient les niveaux de polluants en aval et les volumes des écoulements pluviaux pour estimer les charges globales de contaminants dans toutes les zones terrestres et régions (Leitz, 1999). Le fait d'évaluer les facteurs humains et naturels, tels que le climat et l'emplacement des villes, les taux d'urbanisation, l'utilisation des terres et la qualité de l'eau, permet de fixer des objectifs de réduction de la pollution des eaux pluviales et de créer des stratégies de gestion des eaux pluviales plus efficaces (EPA, 1993 ; NRC, 2008). Pour que l'infrastructure verte puisse apporter des solutions au problème du ruissellement urbain dans les villes, il convient d'accorder une attention particulière à la conception de stratégies de gestion spécifiques à chaque collectivité. Par exemple, dans les zones urbaines densément peuplées, l'adoption de stratégies de rétention reposant sur l'infiltration de grands volumes d'eaux ruissellement peut ne pas être économiquement viable par rapport à d'autres solutions, telles que le stockage de l'eau (Bedient et al., 2013). Une fois qu'un plan de gestion efficace a été élaboré, il y a lieu d'encourager la collaboration interdisciplinaire entre les urbanistes, les dirigeants des collectivités, les ingénieurs, les scientifiques et les ouvriers en vue de mettre en œuvre les mesures de l'infrastructure verte, étant donné la prédominance de l'infrastructure grise dans de nombreuses villes.

3.1 Meilleures pratiques de gestion (MPG)

33. Afin de s'atteler à résoudre le problème complexe de la pollution des eaux pluviales urbaines, les dirigeants d'un certain nombre de villes élaborent et exécutent des plans de gestion des eaux pluviales adaptés au contexte local. Dans de nombreux cas, une transition systémique est opérée depuis les infrastructures urbaines actuelles vers des structures davantage axées sur les meilleures pratiques de gestion. On dénombre parmi ces pratiques la conservation des zones naturelles et de la végétation, la réduction des surfaces dures et/ou imperméables et l'intégration de caractéristiques du développement à faible impact dans les zones urbaines afin de retenir et de traiter efficacement les eaux pluviales au lieu de les acheminer en aval sans traitement (NRC, 2008). Une meilleure pratique de gestion de plus en plus répandue est l'infrastructure verte, qui imite le cycle naturel de l'eau en favorisant la collecte, l'infiltration et l'évapotranspiration des eaux pluviales et favorise la régulation du climat et le fonctionnement écologique, comme la rétention des sédiments et le renouvellement des nutriments, qui est interrompu dans les paysages urbains dits « gris » (UACDC, 2010). Ainsi, les urbanistes s'efforcent d'intégrer certaines composantes de l'infrastructure verte, telles que les toitures végétales, les installations de biorétention et les chaussées poreuses, dans les plans d'aménagement des villes en raison de leur capacité à réduire et à atténuer efficacement les écoulements d'eaux pluviales, à apporter des avantages économiques et esthétiques aux collectivités et à améliorer la qualité de vie de leurs citoyens (Tzoulas et al., 2007).

3.2 Analyse de la qualité des eaux pluviales

34. Les eaux pluviales transportent une variété de matières dissoutes et particulaires provenant à la fois de sources anthropiques et naturelles. À des fins de surveillance, les polluants sont classés en sous-groupes physiques, chimiques et biologiques (Caltrans, 2013). Les caractéristiques physiques se fondent sur les propriétés physiques des eaux pluviales en tant que telles, comme la température, la turbidité, la conductivité, le total des solides en suspension, le pH et la demande biologique en oxygène. Les caractéristiques chimiques reposent sur les composés chimiques de l'eau qui peuvent être mesurés avec précision (EPA, 1993). En général, dans les analyses de laboratoire, ils peuvent être séparés en fractions dissoutes et en suspension au moyen de méthodes de filtrage. Les métaux et les nutriments figurent parmi les polluants chimiques que l'on retrouve fréquemment dans les eaux pluviales (NRC, 2008). Les caractéristiques biologiques des eaux pluviales englobent les propriétés relatives à toute matière vivante présente dans l'eau et sa toxicité pour les organismes vivants (Caltrans, 2013). Des analyses des échantillons d'eaux pluviales sont généralement effectuées pour déterminer la présence de bactéries indicatrices, telles que les coliformes totaux, les coliformes fécaux et *E. coli*, qui sont liées au degré d'activité pathogène et aux effets toxiques des eaux pluviales (EPA, 1993). Il est recommandé aux pays méditerranéens d'approfondir leurs procédures et normes d'analyse des eaux pluviales.

4. Conclusions

35. Dans la région méditerranéenne, la gestion des eaux pluviales urbaines évolue favorablement du point de vue de la collecte sélective des eaux et de la mise en œuvre de nouvelles pratiques visant à restaurer le cycle naturel de l'eau, bien que des améliorations restent possibles. Il est impératif de mettre en place un cadre juridique solide et une structure de gouvernance établissant des responsabilités claires en vue d'appliquer strictement la législation visant à minimiser l'incidence sur l'environnement. Il convient de poursuivre les recherches et surtout d'assurer le suivi hydrologique et la surveillance de la qualité de l'eau sur le terrain afin d'évaluer l'efficacité des nouvelles pratiques de gestion mise au point dans le monde entier et de déterminer dans quelle mesure les meilleures pratiques environnementales et les meilleures pratiques de gestion existantes peuvent être reproduites dans la région méditerranéenne. Les systèmes de drainage urbain durable doivent être considérés comme le cadre conceptuel global qui sous-tend toute mise à niveau des réseaux de collecte des eaux pluviales urbaines. Il est essentiel de définir une vision méditerranéenne à long terme dans ce secteur pour s'assurer que les pratiques de gestion permettent de réduire et d'atténuer efficacement les écoulements d'eaux pluviales et d'améliorer l'environnement des villes et la qualité de vie de leurs citoyens. Le nouveau Plan régional de gestion des eaux pluviales urbaines doit tenir compte de ces éléments.

36. En ce qui concerne le Plan régional de gestion des eaux pluviales urbaines, les mesures proposées devraient mettre l'accent sur l'élaboration de plans de gestion dans le cadre desquels les acteurs concernés veillent à prévenir les inondations et la pollution en s'engageant à mettre en place des systèmes de collecte sélective et à utiliser de nouvelles pratiques de gestion qui imitent le cycle naturel de l'eau. Dans les quartiers des zones urbaines qui disposent de systèmes de collecte combinée, l'objectif consistera à réduire le risque de débordement en installant des réservoirs de traitement des eaux pluviales ainsi qu'à réduire les incidences sur l'environnement en améliorant l'efficacité des installations de traitement, tout en veillant à ce que le système soit nettoyé régulièrement et bien entretenu et en améliorant l'efficacité énergétique. Dans les quartiers des centres urbains nouvellement aménagés ou réaménagés, il convient de préconiser la collecte sélective des eaux de ruissellement ainsi que la mise en place de techniques innovantes qui retiennent et traitent efficacement les eaux pluviales au lieu de les acheminer en aval sans traitement. Au moment d'élaborer toute stratégie de gestion urbaine, il convient de mettre l'accent sur la conception durable sous la forme de mesures de l'infrastructure verte, telles que les bassins biologiques, les zones humides, les bassins de rétention, les chaussées poreuses, la recharge des aquifères, etc., tout en tenant compte, au cas par cas, du caractère nécessaire de ces dispositifs. La mise à disposition plus généralisée de données, de diverses études, de manuels/guides et de normes techniques ainsi que l'adoption de toutes les nouvelles pratiques de gestion et la collaboration efficace à tous les niveaux avec toutes les parties prenantes sont autant de facteurs qui accroîtront l'efficacité de la gestion des eaux pluviales urbaines dans la région. Il convient de poursuivre l'adoption des meilleures pratiques de gestion. Les dispositions réglementaires prévues au titre du Plan régional doivent s'accompagner d'un train de mesures juridiques et institutionnelles afin de garantir la mise en œuvre effective des plans de gestion urbaine.

Annexe I
Questionnaire d'enquête sur l'état des lieux
de la gestion des eaux pluviales urbaines en Méditerranée

Introduction

Un modèle d'évaluation a été préparé afin d'obtenir un retour d'information de la part des points focaux nationaux quant aux pratiques de gestion des tempêtes en vigueur sur leur territoire. Ce modèle reflète les principaux éléments des mesures proposées dans le cadre de la préparation du Plan régional de gestion des eaux pluviales urbaines. Le questionnaire d'enquête figure ci-dessous.

Questionnaire d'enquête

Principaux éléments du Plan régional sur la gestion des eaux pluviales urbaines mesures proposées - mesures supplémentaires	Points à évaluer - niveau actuel de mise en œuvre (ou de non-application) des mesures proposées - incidences sur la Méditerranée	État des lieux de la gestion des eaux pluviales urbaines (réseau et infrastructure)
a) élaborer des plans de gestion des eaux pluviales, y compris : - la gestion des risques - des informations sur l'emplacement des activités terrestres À ajouter : - catégorisation des masses d'eau réceptrices	- Dans quelle mesure les plans de gestion des eaux pluviales urbaines sont-ils élaborés et mis en œuvre dans les villes côtières ? - Les plans de gestion des eaux pluviales urbaines incluent-ils des mesures de gestion des risques ? - Les plans de gestion des eaux pluviales urbaines fournissent-ils des informations sur l'emplacement des activités terrestres, c'est-à-dire sur les sources de pollution ? - Les plans de gestion des eaux pluviales urbaines contiennent-ils un classement des masses d'eau réceptrices, c'est-à-dire une qualité d'eau visée ?	
b) établir des systèmes de collecte sélective des eaux de ruissellement dans des conditions particulières	- Dans quelle mesure des systèmes de collecte sélective sont-ils mis en place dans les villes côtières ? - Dans quelle mesure des systèmes de collecte sélective sont mis en place dans des zones affectées à certaines utilisations précises, c'est-à-dire dans les zones urbaines, industrielles et commerciales ? - Dans quelle mesure des mesures adéquates de traitement des eaux pluviales sont-elles appliquées dans les systèmes de collecte sélective ?	
c) dans le cas d'un système de collecte combinée, installer des réservoirs de traitement des eaux pluviales - qui comprennent la décantation et le filtrage	- Dans quelle mesure des mesures de traitement des eaux pluviales sont-elles appliquées dans les systèmes de collecte combinée ?	
d) promouvoir une conception durable - tels que l'infrastructure verte - dans les petites et moyennes villes	- Dans quelle mesure la conception durable a-t-elle été reconnue et mise en œuvre par les parties prenantes concernées (concepteurs, planificateurs) ?	
e) intégrer des systèmes de gestion de l'écoulement des eaux de ruissellement dans les plans de gestion intégrée des zones côtières (GIZC)	- Un plan de GIZC intégrant des plans de gestion des eaux de ruissellement a-t-il été élaboré ?	

f) assurer un bon entretien - les réseaux de collecte des eaux pluviales urbaines sont maintenus propres pour prévenir les inondations en cas de pluie À ajouter : - entretenir les installations de traitement des eaux pluviales pour préserver leur efficacité et prévenir les dysfonctionnements	- Dans quelle mesure i) le système de collecte et ii) les installations de traitement des eaux pluviales sont-ils bien entretenus ?	
Élaboration de manuels/guides	Points à évaluer	État des lieux
a) intégrer la gestion des eaux pluviales	- Des manuels/guides sur l'intégration de la gestion des eaux pluviales sont-ils disponibles dans la langue maternelle des acteurs concernés ?	
b) plans de gestion des eaux pluviales	- Des manuels/guides sur les plans de gestion des eaux pluviales sont-ils disponibles dans la langue maternelle des acteurs concernés ?	
c) contrôles structurels - stockage - utilisation - infiltration	- Des manuels/guides relatifs aux contrôles structurels sont-ils disponibles dans la langue maternelle des acteurs concernés ?	
d) meilleures pratiques de gestion non structurelles : - maintenance - sensibilisation	- Des manuels/guides sur les meilleures pratiques de gestion non structurelles sont-ils disponibles dans la langue maternelle des acteurs concernés ?	
Études susceptibles d'être entreprises	Points à évaluer	État des lieux
a) évaluer l'emplacement des points de rejet de l'effluent des égouts pluviaux urbains	- Des rapports d'évaluation sur l'emplacement des points de rejet de l'effluent des égouts pluviaux urbains sont-ils disponibles ?	
b) préparer des plans d'éléments de drainage pour illustrer la répartition géographique des composantes du système de drainage	- Des plans d'éléments de drainage illustrant la répartition géographique des composantes du système de drainage sont-ils disponibles ?	
Autres questions à aborder	Points à évaluer	État des lieux
e) mesures relatives à la réduction et à la prévention de la pollution causée par les eaux de ruissellement provenant de sites contaminés (par exemple, zones industrielles ou commerciales) et d'infrastructures construites (par exemple, parkings, trottoirs)	- Dans quelle mesure les sites contaminés et les infrastructures construites sont-ils raccordés au réseau et aux installations de traitement des eaux pluviales urbaines ?	

h) disponibilité de données qualitatives et quantitatives sur le ruissellement (dans plusieurs zones caractérisées par des charges polluantes différentes)	- Dans quelle mesure un programme de surveillance des réseaux de collecte des eaux pluviales urbaines a-t-il été mis en œuvre ? - Des données relatives à la gestion des eaux pluviales urbaines sont-elles disponibles pour les masses d'eau réceptrices ? - Des données relatives à la gestion des eaux pluviales urbaines sont-elles disponibles pour le réseau et les installations de traitement des eaux pluviales urbaines ; plus précisément, le débit d'écoulement et la qualité de l'eau sont-ils contrôlés ? - Existe-t-il des données relatives à la gestion des eaux pluviales urbaines qui évaluent l'incidence des eaux pluviales réglementées au-delà de leur teneur en polluants traditionnels, c'est-à-dire l'évolution du débit des cours d'eau, l'érosion des berges et les modifications de l'habitat entraînées par le ruissellement des eaux pluviales ? - Les données météorologiques nécessaires au processus de conception du réseau et des installations de traitement des eaux pluviales urbaines sont-elles disponibles ?	
---	--	--

Annexe II

Références

- Anderson, D. M., Glibert, P. M., and Burkholder, J. M. 2002. Harmful algal blooms and eutrophication: Nutrient sources, composition, and consequences. *Estuaries*, 25(4): 704-726.
- Assessment of Restrictions on Palestinian Water Sector Development, West Bank and Gaza (World Bank, 2009. - Report No. 47657-GZ)
- Barbosa, A.E.; Fernandes, J.N.; David, L.M. Key issues for sustainable urban storm water management. *Water Res.* 2012, 46, 6787–6798.
- Bedient, P. B., Huber, W. C., and Vieux, B. E. 2013. *Hydrology and Floodplain Analysis*. 5 th ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, Inc.
- Bertrand-Krajewski 2020. “Integrated urban storm water management: Evolution and multidisciplinary perspective”. *Journal of Hydro-environment Research* (in press)
<https://it.wikipedia.org/wiki/Fognatura>
- Bohman et al. 2020. “Integrating Sustainable Storm water Management in Urban Planning: Ways Forward towards Institutional Change and Collaborative Action”. *Water* 2020, 12, 203
- Bou Kheir et al. (2008) “Designing erosion management plans in Lebanon using remote sensing, GIS and decision-tree modeling”. *Landscape and Urban Planning*. 88 2–4, pp 54-63
- Brabec, E., Schulte, S., and Richards, P. L. 2002. Impervious surfaces and water quality: A review of current literature and its implications for watershed planning. *Journal of Planning Literature*, 16(4): 499-514.
- California Dept. of Transportation (Caltrans) 2013. *Caltrans Storm water Monitoring Guidance Manual*. Report CTSW-OT-13-999.43.01.
- Carey, R. O., Hochmuth, G. J., Martinez, C. J., Boyer, T. H., Dukes, M. D., Toor, G. S., Cisar, J. L. 2013. Evaluating nutrient impacts in urban watersheds: Challenges and research opportunities. *Environmental Pollution*, 173: 138-149.
- Carpenter, S. R., Caraco, N. F., Correll, D. L., Howarth, R. W., Sharpley, A. N., and Smith, V. H. 1998. Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecological Application*, 8(3): 559-568.
- CMAP Slovenia (PAPRAC, 2008.)
- Davis, M. L. and Masten, S. J. 2009. *Principles of Environmental Engineering & Science*. 2 nd ed. New York, NY: McGraw-Hill.
- Elser, J. J. 2012. Phosphorus: a limiting nutrient for humanity? *Current Opinion in Biotechnology*, 23: 833-838.
- Environmental Management Plan Denizli Municipality Water Supply, Sewer and Storm water Systems Rehabilitation Project (2010)
- Environmental Performance Reviews: Albania (UNECE, 2018)
- Environmental Protection Agency, U.S. (EPA) 1993. *Handbook: urban runoff pollution prevention and control planning*. EPA-625-R-93-004.
- European Commission, EU policy document on Natural Water Retention Measures. Technical Report - 2014 – 082. Directorate-General for the Environment (2014)
- European Commission, Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities - Final Report of the Horizon 2020 Expert Group on ‘Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities’. Publications Office of the European Union (2015)
- European Union, Development of green infrastructure in EU regions. Nature-based solutions delivering multiple benefits- A policy Brief. Interreg Europe (2017)
- Flood prevention in Southern Beirut (NGO ACTED, 2019)
- Gambaro et al. 2012. The design in the sustainable management of storm water: the case study of the province of Varese (Italy). *International Conference on Urban Sustainability and Resilience*
- Green Infrastructure Master Plan (Nahr Al-Ghadir) Beirut (University JP in Beirut, 2019 – student case study)
- Guidelines for mapping and measurement of rainfall-induced erosion process in the Mediterranean coastal areas. (PAPRAC, 1997)
- Guidelines for Municipal Water Reuse in the Mediterranean Region. (UNEP/MAP, 2005.)
- Guidelines for sustainable urban storm water management in regions and municipalities in Italy, e.g. region Emilia-Romagna, municipalities Bolzano and Rimini: Linee guida per la

gestione delle acque meteoriche – Comune di Reggio Emilia (2014); Linee guida per la gestione delle acque meteoriche _Provincia Autonoma di Bolzano – Alto Adige (2008); Piano di indirizzo per la gestione delle acque di prima pioggia_ Linee Guida_ Provincia di Rimini_ Servizio Ambiente

- Hall, R. I., Leavitt, P. R., Quinlan, R., Dixit, A. S., and Smol, J. P. 1999. Effects of agriculture, urbanization, and climate on water quality in the northern Great Plains. *Limnol. Oceanogr.*, 44(3.2): 739-756.
- Hoos, A. B., Robinson, J. A., Aycok, R. A., Knight, R. R., and Woodside, M. D. 2000. Sources, instream transport, and trends of nitrogen, phosphorus, and sediment in the lower Tennessee River Basin, 1980-96. *Water-Resources Investigations Report* 99-4139.
- Hreiche et al. (2007) "Hydrological impact simulations of climate change on Lebanese coastal rivers". *Hydrological Sciences Journal*. 52. pp 1119-1133.)
- ICZM plan for Awali River and coastal area Lebanon (UNEP MAP, 2004)
- Integrated Coastal Urban Water System Planning in Mediterranean (PAPRAC, 2007)
- Integrated Management Study for The Area of Izmir (UNEP MAP, 1994)
- Kabbara et al.; JPRS 2008; "Monitoring water quality in the coastal area of Tripoli (Lebanon) using high-resolution satellite data"
- Lathrop, R. C., Carpenter, S. R., Stow, C. A., Soranno, P. A., and Panuska, J. C. 1998. Phosphorus loading reductions needed to control blue-green algal blooms in Lake Mendota. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 55: 1169-1178.
- Leitz, A. C. 1999. Methodology for estimating nutrient loads discharged from the East Coast Canals to Biscayne Bay, Miami-Dade County, Florida. *U.S. Geological Survey, Water-Resources Investigations Report* 99-4094.
- Loutfy, N.M., 2010. Reuse of Wastewater in Mediterranean Region, Egyptian Experience. In: Barceló D., Petrovic M. (eds) *Wastewater Treatment and Reuse in the Mediterranean Region. The Handbook of Environmental Chemistry*, vol 14. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Managing Urban Water Scarcity in Morocco (World Bank Group, 2017)
- Milieu Ltd., Assessment of impact of storm water overflows from combined wastewater collecting systems on water bodies (including the marine environment) in the 28 EU Member States. *European Commission* (2016)
- N. Angelakis Urban waste- and storm water management in Greece: past, present and future. *Water Supply* (2017) 17 (5): 1386–1399
- Nasr, Mahmoud & Nagah, Ahmed. (2020). Gray-to-Green Infrastructure for Storm water Management: An Applicable Approach in Alexandria City, Egypt. In: Negm A. (eds) *Flash Floods in Egypt. Advances in Science, Technology & Innovation (IEREK Interdisciplinary Series for Sustainable Development)*. Springer
- National Research Council. 2009. *Urban Storm water Management in the United States*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/12465>.
- OECD Environmental Performance Reviews: France 2016
- OECD Environmental Performance Reviews: Italy 2013
- OECD Environmental Performance Reviews: Spain 2015
- OECD Environmental Performance Reviews: Turkey 2019
- Patouillard and Forest. 2011. "The spread of sustainable urban drainage systems for managing urban storm water: A multi-level perspective analysis". *Journal of Innovation Economics & Management* 2011/2 (n°8), pp 141-161
- Paul, M. J. and Meyer, J. L. 2001. Streams in the urban landscape. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 32: 333-65.
- phila.gov/water/wu/storm water 2015 Natural vs. urban runoff
- Pistocchi. "A preliminary pan-European assessment of pollution loads from urban runoff". *Environmental Research*, 182, (2020), 109129
- Plan upravljanja komunalnim otpadnim vodama Crne Gore 2020-2035, Vlada Crne Gore, 2019.
- PTUA 2006 - Programma di Tutela e Uso delle Acque in Lombardia – L.R. 12 dicembre 2003 n.26, art.45, comma 3 e D.lg. 11 maggio 1999, n.152, art.44, Titolo IV, Capo I

- Recanatesi et al. Assessment of storm water runoff management practices and BMPs under soil sealing: A study case in a peri-urban watershed of the metropolitan area of Rome (Italy). *Journal of Environmental Management* 201:6-18
- Republic of Lebanon Country Environmental Analysis (World Bank, 2011)
- Roy, A. H., Wenger, S. J., Fletcher, T. D., Walsh, C. J., Ladson, A. R., Shuster, W. D., Thurston, H. W., Brown, R. R. 2008. Impediments and solutions to sustainable, watershed-scale urban storm water management: Lessons from Australia and the United States. *Environmental Management*, 42:344–359.
- S. Zgeib, R. Moilleron, G. Chebbo, “Priority pollutants in urban storm water: Part 1 - Case of separate storm sewers”, *J. Wat. Res.* 46 6683-6692
- Sansalone, J. J. and Cristina, C. M. 2004. First flush concepts for suspended and dissolved solids in small impervious watersheds. *Journal of Environmental Engineering*, 30: 1301-1314.
- Sauri et al. (2017) Urban Drainage in Barcelona. *Water Alternatives* 10(2): 475-492
- Shehata, S. (2018). The impact of green infrastructure rainwater harvesting on sustainable Urbanism: Case study in Alexandria, Egypt. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 217, 797–805.
- State of Environment and Development Report (UNEP/MAP-Plan Blue, 2019/2020)
- Steinman, A., Chu, X., and Ogdahl, M. 2009. Spatial and temporal variability of internal and external phosphorus loads in Mona Lake, Michigan. *Aquatic Ecology*, 43(1): 1-18.
- Sun, G. and Lockaby, B. G. 2012. Water quantity and quality at the urban–rural interface. In *Urban-Rural Interfaces: Linking People and Nature*. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 29-48.
- Survey obtained via interview with the representatives of UNEP MED POL Focal Point Israel
- Survey obtained via interview with the representatives of UNEP MED POL Focal Point Palestine
- Survey on maintenance of sewer networks in Italy (ANEA, 2015)
- Serrao-Neumann, S.; Renouf, M.; Kenway, S.J.; Low Choy, D. Connecting land-use and water planning: Prospects for an urban water metabolism approach. *Cities* 2017, 60, 13–27
- Tsihrintzis, V. A., Hamid, R. 1997. Modeling and management of urban storm water runoff quality: A review. *Water Resources Management*, 11: 137-164.
- Tunisia Northern Tunis Wastewater Project (World Bank, 2019 – Report No. RES35587)
- Tzanakakis V. Angelakis A. N. Paranychianakis N. Dialynas Y. Tchobanoglous G. 2020 Challenges and opportunities for sustainable management of water resources in the island of Crete, Greece. *Water* 2020 (12)
- Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kazmierczak, A., Niemala, J., James, P. 2007. Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. *Landscape and Urban Planning*, 81: 167-178.
- University of Arkansas Community Design Center (UACDC). 2010. Low Impact Development: A Design Manual for Urban Areas. Univ. of Arkansas Press, Fayetteville, AR.
- Urban Water Management Plan (NGO ACTED, 2019)
- Van Leeuwen et al. (2016) “Istanbul: the challenges of integrated water resources management in Europa’s megacity”. *Environment, Development and Sustainability* volume 18, pages1–17
- Walsh, C. J., Roy, A. H., Feminella, J. W., Cottingham, P. D., Groffman, P. M. and Morgan, II, R. P. 2005. The urban stream syndrome: current knowledge and the search for a cure. *Journal of the North American Benthological Society*, 24(3):706-723.
- WWAP (United Nations World Water Assessment Programme)/UN-Water, The United Nations World Water Development Report 2018: Nature-Based Solutions for Water. UNESCO, Paris (2018)
- YTDDS, 2017, Regulation on Storm water Collection, Storage and Discharge Systems, Ministry of Environment and Urbanization, Ankara, Turkey, 67