

**Perspectives de planification sur la résilience urbaine aux risques liés aux eaux pluviales
dans le contexte du changement climatique : concepts clés, idées de base et cadres
génériques***
ZHAI Guofang

Résumé Au cours des dernières années, les pluies et les inondations urbaines ont été fréquentes en Chine, provoquant d'énormes pertes humaines et économiques. D'une part, le Parti et le gouvernement chinois ont attaché une grande importance à la réponse aux pluies et aux inondations urbaines et ont introduit une série de politiques et de mesures, notamment la construction de villes résilientes. D'autre part, le changement climatique et son impact sur les pluies et les inondations urbaines, et même sur le développement économique et social, ont été de plus en plus mis en avant par la communauté internationale. Cependant, il n'existe pas de directive administrative claire sur la manière de mettre en œuvre le concept de construction de villes résilientes dans le système de planification spatiale territoriale de la Chine, ni de directive administrative claire sur la pratique opérationnelle spécifique de la planification. Français Du point de vue de la planification, nous élaborons la connotation de concepts clés tels que la résilience aux catastrophes urbaines liées aux pluies et aux inondations et le risque de catastrophes urbaines liées aux pluies et aux inondations. En nous basant sur l'expérience internationale de la réponse à la résilience aux catastrophes urbaines liées aux pluies et aux inondations, combinée à l'expérience de l'auteur en matière de pratique de la planification, nous essayons de mettre en avant l'idée de base et le cadre généralisé de la réponse à la résilience aux catastrophes urbaines liées aux pluies et aux inondations dans le contexte du changement climatique du point de vue de la planification, sur la base du système à cinq dimensions du processus, de l'élément, du sujet, du niveau et du type de catastrophe de la gouvernance des risques. Le cadre.

Mots clés : risque lié aux eaux pluviales urbaines ; réponse résiliente ; changement climatique ; idées de base ; cadres génériques

Réponses de planification résilientes aux catastrophes d'inondations urbaines dans le contexte du changement climatique : concepts clés, idées fondamentales et cadre global ZHAI Guofang

Résumé : Ces dernières années, la Chine a connu une augmentation des catastrophes liées aux inondations urbaines, entraînant de lourdes pertes humaines et économiques. Le Parti et le gouvernement ont mis en œuvre une série de mesures politiques pour atténuer les risques d'inondation, notamment le développement de villes résilientes. D'autre part, le changement climatique, avec ses impacts économiques et sociaux croissants, a suscité une attention croissante à l'échelle internationale. Cependant, au sein du système national de planification spatiale territoriale, les directives administratives claires pour la mise en œuvre de stratégies de villes résilientes sont insuffisantes. Du point de vue de la planification, cet article explique succinctement des concepts clés tels que la résilience aux inondations urbaines et le risque d'inondation urbaine. S'appuyant sur les expériences internationales en matière de gestion résiliente des risques d'inondation urbaine et sur la pratique de planification de l'auteur, cet article présente un cadre de planification complet pour la gestion résiliente des risques d'inondation urbaine. - S'appuyant sur les expériences internationales en matière de gestion résiliente des risques d'inondations urbaines et sur la pratique de planification de l'auteur, cet article présente un cadre de planification complet pour répondre de manière résiliente aux catastrophes liées aux inondations urbaines à l'ère du changement climatique. Le cadre englobe cinq dimensions de la gestion des risques, notamment le processus de réponse, les éléments de risque, les autorités de gestion

des catastrophes, les niveaux de risque et les types de risque. Le cadre englobe cinq dimensions de la gestion des risques, notamment le processus de réponse, les éléments de risque, les autorités de gestion des catastrophes, les niveaux de risque et les types de risque.

Mots clés : inondations urbaines ; résilience ; changement climatique ; idées de base ; cadre général

Numéro de classification graphique chinois TU984 Code symbole littéraire A DOI
10.16361/j.upf.202401004

Numéro de charte 1000-3363 (2024) 01- 0029- 09

Grâce à la construction et à l'amélioration continues des installations de contrôle des inondations en Chine, les inondations urbaines ont été contrôlées dans une certaine mesure, la population moyenne annuelle touchée passant de 180 millions en 1990-2000 à 100 millions en 2010-2018 , et la population correspondante

Le taux de mortalité a diminué de 21,1 à 6,6 par million de personnes touchées et le nombre de décès a diminué de 3 909 par an.

Profil de l'auteur

Zhai Guofang, professeur et directeur de doctorat, École d'architecture et d'urbanisme, Université de Nanjing, directeur du Centre de recherche pour le développement de la sécurité urbaine, guofang_zhai@nju.edu.cn

* Cette étude a été financée par le Programme national de recherche et développement de la Chine dans le cadre de la technologie et des équipements clés pour le développement durable des villes et des villages (recherche et application de la technologie clé pour l'amélioration de la fonction résiliente du système urbain) (projet n° 2023YFC3805204) ; et elle a été réécrite selon la présentation de l'auteur au 20e « Forum sur le développement de la discipline de l'urbanisme en Chine ». Basé sur le discours de l'auteur au 20e « Forum sur le développement de la discipline de l'urbanisme en Chine ».

[1] Ces dernières années, cependant, de fortes pluies et des inondations ont continué de se produire, causant de lourdes pertes. En 2021, une très forte tempête de pluie s'est produite dans la ville de Zhengzhou, province du Henan, le 20 juillet 2021, faisant 292 morts et 47 disparus. Cependant, de fortes pluies et des inondations ont continué de se produire ces dernières années, entraînant de lourdes pertes. Le 20 juillet 2021, 292 personnes ont été tuées, 47 disparues et les pertes économiques directes se sont élevées à 40,9 milliards de yuans dans la ville de Zhengzhou, province du Henan. 33 personnes ont été tuées et 18 disparues à Pékin, et 29 personnes ont été tuées et 16 disparues dans la province du Hebei, à la suite des pluies extrêmes qui se sont produites à Pékin-Tianjin-Hebei du 29 juillet au 1er août 2023. 3 Les impacts des pluies extrêmes ont été notables. Dans la province du Hebei, 29 personnes ont été tuées et 16 disparues. En outre, le ratio des pertes économiques causées par les pluies et les inondations par rapport au PIB au Japon de 2010 à 2020 est de 0,186 % [2] , ce qui représente seulement moins de la moitié de celui de la Chine, ce qui signifie qu'il y a encore beaucoup de marge de progression dans la défense contre les catastrophes liées aux pluies et aux inondations en Chine.

Les comités du Parti et les gouvernements à tous les niveaux en Chine attachent une grande importance au développement urbain.

Réponse aux catastrophes causées par les pluies et les inondations Les « Recommandations du Comité central du Parti communiste chinois sur la formulation du quatorzième plan quinquennal pour le développement économique et social national et la vision et les objectifs pour les années 2035 », publiées le 3 novembre 2020, proposent de renforcer la rénovation des vieux quartiers urbains et la construction de communautés, d'améliorer la capacité des villes à prévenir les inondations et le drainage, et de construire des villes éponges et des villes résilientes. En novembre 2021 , Pékin a publié les Avis d'orientation sur l'accélération de la construction de villes résilientes, devenant la première ville du pays à émettre officiellement des avis d'orientation sur la construction de villes résilientes.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat des Nations Unies

(Le Groupe d' experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) , qui a publié successivement différentes parties du sixième rapport d'évaluation depuis août 2021, indique clairement que les émissions humaines de gaz à effet de serre par la combustion de combustibles fossiles ont créé un problème de réchauffement climatique sans précédent et irréversible, qui entraînera des

précipitations extrêmes plus fréquentes, des typhons et des ouragans plus puissants et des vagues de chaleur mortelles inhabituelles, et qui, combinées à des événements météorologiques extrêmes, deviendront également plus fréquentes. Neuf des 15 points de basculement extrêmes du changement climatique mondial auraient été activés, et la civilisation humaine risque d'être dévastée par la pluie et les inondations, les températures élevées et d'autres catastrophes climatiques ^[3-4] Le Centre chinois sur le changement climatique de l'Administration météorologique chinoise (CMA) a publié le « Livre bleu chinois sur le changement climatique (2021) » le 4 août 2021, qui a également souligné que les précipitations annuelles moyennes de la Chine sont sur une tendance à la hausse, avec une augmentation moyenne de 5,1 mm par décennie, et que le nombre moyen de jours de précipitations par an est sur une tendance à la baisse significative, tandis que le nombre cumulé de jours de fortes pluies est sur une tendance à la hausse, ce qui indique que le risque de pluies et d'inondations augmente.

Dans le contexte des préoccupations croissantes concernant le changement climatique mondial et les villes résilientes

Dans le contexte de l'urbanisme et de la construction, comment mettre en œuvre le concept de construction de villes résilientes dans l'aménagement du territoire chinois, en termes de théorie et de technologie, bien qu'il y ait eu des résultats de recherche relativement riches, mais la compréhension de la communauté de planification n'est pas complète.

Français Harmonisation complète [5-8]. Dans le processus de pratique de planification actuel, bien qu'il existe déjà un « Règlement de planification globale de la prévention des catastrophes pour l'espace territorial », il ne s'agit encore que d'une exigence pour le contenu des différents niveaux et types de planification [9], et il n'existe pas de guide administratif ou de directive claire sur la manière d'améliorer la résilience des eaux pluviales urbaines et l'atténuation des catastrophes liées aux eaux pluviales dans le contexte du changement climatique. Dans cet article, en élaborant la connotation fondamentale de concepts clés tels que les catastrophes liées aux eaux pluviales urbaines et la résilience aux catastrophes liées aux eaux pluviales urbaines, et en s'appuyant sur le cadre international de réponse à la résilience aux catastrophes liées aux eaux pluviales urbaines, combiné au système à cinq dimensions de gouvernance de la résilience proposé par l'auteur [10], nous menons une réflexion et une discussion préliminaires sur l'idée de base et le cadre général de la réponse à la résilience aux catastrophes liées aux eaux pluviales urbaines dans le contexte du changement climatique, et nous espérons fournir plusieurs éclairages pour la planification et la construction de villes résilientes aux catastrophes liées aux eaux pluviales urbaines en Chine. Il devrait fournir un certain nombre d'éclairages pour la planification et la construction de villes résilientes aux catastrophes liées aux pluies et aux inondations urbaines en Chine.

1 Concepts clés liés à la résilience aux risques liés aux eaux pluviales urbaines

Français L'attention de la Chine à la résilience aux pluies et aux inondations urbaines est relativement tardive, à commencer par l'article de Wang Hui et al. ^[11] en 2016. La plupart de nos définitions de la résilience aux pluies et aux inondations urbaines sont empruntées à la définition générale de la résilience urbaine et ne reflètent pas la spécificité des pluies et des inondations urbaines. Dans ce qui suit, sur la base de l'évolution de la définition de la résilience aux pluies et aux inondations urbaines dans le pays et à l'étranger, nous discutons de la connotation conceptuelle de la résilience aux pluies et aux inondations urbaines et de ses caractéristiques essentielles du point de vue de la discipline de planification, et analysons les similitudes et les différences conceptuelles avec le risque de pluies et d'inondations urbaines.

1.1 Résilience des eaux pluviales urbaines

Français La résilience aux catastrophes causées par les tempêtes urbaines est un reflet spécifique de l'application du concept de résilience urbaine pour faire face aux catastrophes causées par les tempêtes urbaines, et la résilience et la ville résiliente n'ont commencé à devenir un point chaud de discussion de recherche urbaine qu'il y a 10 ans ^[12-13]. La résilience (resilience) est à l'origine un concept mécanique, signifiant un retour à l'état initial. La résilience a été introduite en écologie par l'écologiste canadien Holling ^[14] en 1973, puis introduite dans la recherche urbaine par Wong et al. ^[15] en 2009, formant le concept de ville résiliente, qui considère qu'en tant que ville intégrant divers systèmes, elle doit être conçue pour être en mesure de mieux faire face à la menace de catastrophes et de réduire les

pertes dues aux catastrophes. De nombreuses recherches appliquent le concept de ville résiliente aux catastrophes causées par les pluies et les inondations urbaines, comme Zhou Yinan et al. ^[16] ont défini la résilience aux pluies et aux inondations urbaines à partir de trois aspects de la résilience, tels que le sujet, l'objet et la connotation de la résilience, en se basant sur le concept de résilience du GIEC, mais en se limitant essentiellement à l'équilibre du système d'égouts. ^[17] Pour cette raison, Bruijn et al. [18] ont appelé à l'intégration de la vulnérabilité sociale en réponse à la pluie et aux inondations pour se défendre contre la pluie et les inondations qui ne deviennent des catastrophes. L'Agence des Nations Unies pour la réduction des risques de catastrophe (UNISDR) [19] définit la résilience en termes d'aspects humains, écologiques et économiques.

et qu'il est nécessaire d'améliorer la résilience de chaque aspect. La plupart des discussions actuelles sur la résilience aux aléas liés aux eaux pluviales urbaines proviennent des domaines de l'écologie ou de l'hydrologie, qui sont des extensions plus extérieures de leurs domaines spécifiques, et considèrent moins souvent les eaux pluviales urbaines dans la perspective du développement dynamique de la ville dans son ensemble, c'est-à-dire du tout vers les parties.

Selon l'auteur, la ville résiliente aux pluies et aux inondations est une ville qui a la capacité de résister à l'absorption, d'apprendre à s'adapter et de se rétablir rapidement lorsqu'elle est touchée par la pluie et les inondations. L'ampleur des pertes urbaines dues aux pluies et aux inondations ne dépend pas seulement des mesures de défense avant la catastrophe, mais aussi de la réponse d'urgence après la catastrophe, du rétablissement et de la reconstruction après la catastrophe, etc. Par conséquent, la réponse aux pluies et aux inondations doit être prise en compte dans l'ensemble du processus, l'impact économique et social total causé par les pluies et les inondations urbaines étant réduit au minimum. En d'autres termes, une ville résiliente aux pluies et aux inondations n'est ni une ville sans phénomène de pluie et d'inondation, ni une ville sans pertes dues aux pluies et aux inondations, mais une ville où les victimes, les pertes économiques et les impacts sur le fonctionnement des fonctions urbaines sont non seulement faibles mais peuvent être rapidement récupérés après avoir été frappée par la pluie et les inondations. Plus la résilience aux pluies et aux inondations est forte, plus l'impact total sur l'économie et la société de la ville est faible, et vice versa. Par conséquent, la résilience des villes aux pluies et aux inondations urbaines fait référence non seulement à la capacité d'avoir une réponse rapide à la reconstruction après une catastrophe, mais comprend également la capacité de résister aux chocs externes et d'atténuer les catastrophes et de soulager les secours lorsque la catastrophe survient, avec prévoyance, robustesse, innovation, stabilité, redondance, flexibilité, adaptabilité, diversité, indépendance, dépendance à la paresse, agilité, connectivité réseau, haute efficacité et nature collaborative, équité, capacité d'auto-apprentissage, capacité d'auto-organisation et de nombreuses autres caractéristiques.

L'évaluation de la résilience urbaine aux pluies et aux inondations est le cœur et le fondement de la planification urbaine de la résilience urbaine aux pluies et aux inondations, qui permettra d'établir une base de référence pour la construction de la résilience, de clarifier les besoins de construction de la résilience et de fixer des objectifs, de suivre les progrès de la construction de la résilience, de saisir les coûts et les avantages de la construction de la résilience et d'évaluer les performances des politiques, et est donc d'une grande importance. En raison de la riche connotation du concept de « résilience » lui-même, du processus de développement de la résilience de la recherche sur la résilience à la résilience, à la résilience écologique et à la résilience évolutive, à la résilience des facteurs affectant la résilience des infrastructures, la résilience économique, la résilience sociale et la résilience institutionnelle de la différence entre ^[20], donc la compréhension de la résilience de la résilience des différentes perspectives, par conséquent, la résilience de la ville. Par conséquent, les méthodes d'évaluation de la résilience urbaine sont également très colorées ^[21-22]. L'évaluation de la résilience existante repose principalement sur trois aspects : (1) la résilience en tant que processus ^[23] ; (2) la résilience en tant que résultat de l'état ^[24] ; (3) la résilience en tant que concept global, y compris les connotations et la caractérisation multidimensionnelles ^[25].

1.2 Risque de catastrophe lié aux eaux pluviales urbaines

Le risque de catastrophe lié aux eaux pluviales urbaines est étroitement lié au concept de résilience aux catastrophes liées aux eaux pluviales urbaines. Cet article soutient que le risque de catastrophe lié aux eaux pluviales urbaines est la possibilité d'une catastrophe liée aux eaux pluviales urbaines et ses

conséquences. Du point de vue de la théorie des probabilités, il n'existe qu'une possibilité infiniment petite, il n'existe pas de probabilité absolue nulle, par conséquent, il n'existe qu'un risque absolument faible, il n'existe pas de risque « nul ». En d'autres termes, il n'existe pas de sécurité absolue, seulement une sécurité relative. La sécurité dite des eaux pluviales urbaines est le niveau acceptable de risque individuel ou social de catastrophes liées aux eaux pluviales urbaines. Ce niveau acceptable n'est pas seulement soumis au niveau de risque d'autres catastrophes telles que les tremblements de terre, les glissements de terrain, les coulées de boue, etc., mais également affecté par l'économie locale, la société, la culture et le système politique, avec un mécanisme de formation plus complexe [26].

La classification des facteurs affectant le risque de danger lié aux eaux pluviales urbaines est généralement basée sur le danger, l'exposition et la vulnérabilité.

(Il existe une trichotomie de vulnérabilité [27] mais il existe également une tétrachotomie de facteurs causaux, exposition, vulnérabilité et réponse [28] (IPCC 2023)). Cependant, en raison des interactions entre les systèmes naturels, économiques, sociaux et politiques, le 6e rapport du GIEC conclut que le modèle linéaire traditionnel d'évaluation des risques et de gouvernance n'est plus adapté à la réponse aux catastrophes liées aux pluies et aux inondations dans le contexte du changement climatique, et qu'un modèle de développement résilient au climat basé sur le couplage des systèmes climatiques, écologiques et humains-sociaux est nécessaire [29].

Français La relation entre la résilience urbaine aux pluies et aux inondations et les facteurs influençant les risques de pluies et d'inondations, à la fois au sens strict de la vision de la vulnérabilité, mais aussi de l'exposition et de la vulnérabilité du porteur de la compréhension d'une compréhension plus large des facteurs, y compris le danger, l'exposition, la vulnérabilité, etc. Selon l'auteur, par rapport à la gouvernance des risques, qui se concentre sur l'étude des contre-mesures de réduction des risques des facteurs causant les catastrophes, la gouvernance de la résilience se concentre sur la réflexion sur la façon de faire face au risque de catastrophe du point de vue de la société humaine en tant que porteur de catastrophe, ce qui est très similaire à la différence dans les idées de traitement entre la médecine occidentale et la médecine traditionnelle chinoise.

2 Développements internationaux en matière de résilience face aux catastrophes liées aux eaux pluviales urbaines

La réponse aux catastrophes urbaines dues aux pluies et aux inondations implique des aspects naturels, politiques, économiques, sociaux, culturels et technologiques, et constitue un projet systématique dans lequel les sciences naturelles, les sciences sociales, les sciences humaines et d'autres domaines ont accumulé des résultats de recherche relativement riches. L'Australie, le Japon, le Royaume-Uni, les États-Unis et d'autres pays développés, ainsi que les Nations Unies, la Banque mondiale et d'autres organisations internationales, ont attaché une grande importance à la gestion des catastrophes urbaines dues aux pluies et aux inondations.

Outre l'impact du changement climatique sur les pluies et les inondations urbaines, une série de documents politiques relativement systématiques et complets ont été introduits, qui méritent d'être cités comme référence pour notre pays.

2.1 Australie

Français La réponse de l'Australie aux inondations urbaines dues aux eaux pluviales dans le contexte du changement climatique, la collection australienne de manuels de résilience aux catastrophes : Manuel 7 : Gestion des plaines inondables : Guide des meilleures pratiques en matière de gestion des risques d'inondation en Australie [30], introduite en 2017, souligne la nécessité d'une approche collaborative, proactive, consultative et éclairée pour accepter les risques qui ne peuvent être éliminés, et appelle à une responsabilité correspondante des individus en matière de préparation aux catastrophes communautaires. La collection australienne de manuels de résilience aux catastrophes 2020 : Planification d'urgence des eaux pluviales orientée vers la résilience aux catastrophes [31] définit le contenu et les processus clés pour la préparation de la planification d'urgence des eaux pluviales urbaines dans une perspective de résilience aux catastrophes.

2.2 japonais

Français Considérant que le changement climatique peut avoir un impact important sur les précipitations, les niveaux de marée côtière, etc., le Japon a révisé les « Lignes directrices pour la préparation de plans complets de gestion des eaux pluviales » [32] en 2021 et publié les « Lignes directrices pour les

contre-mesures contre les inondations à l'intention du gouvernement et des citoyens : explication du système de zonage des contre-mesures contre les inondations »^[33]. En 2022, les lignes directrices de base pour la gestion des rivières ont été ajustées et les concepts de gestion des rivières, les voies technologiques et les processus de réponse ont été considérablement modifiés, l'accent étant mis sur la gestion des bassins versants et la réponse zonale^[34]. L'approche de base de la gestion des rivières a été ajustée en 2022, avec des changements majeurs dans les concepts de gestion des rivières et les processus de réponse, en mettant l'accent sur la gestion des bassins versants et la réponse zonale, et une augmentation de 1,2 fois des objectifs de planification du débit des rivières dans le contexte du changement climatique^[34].

2.3 Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord

2020 de l'Agence britannique pour l'environnement sur la publication de 2011

La stratégie nationale de gestion des risques d'inondation et d'érosion côtière du Royaume-Uni^[35] a été révisée pour définir une vision à long terme de la réponse du pays aux pluies et aux inondations, qui consiste à être préparé et résilient aux inondations et aux changements côtiers aujourd'hui, demain et en 2100. Cela s'exprime en trois objectifs : premièrement, des lieux résilients au climat ; deuxièmement, une croissance et des infrastructures d'aujourd'hui résilientes au climat de demain ; et troisièmement, un climat prêt à répondre et à atténuer les impacts des inondations et des changements côtiers. La croissance et les infrastructures d'aujourd'hui résilientes au climat de demain ; et troisièmement, une nation prête à répondre et s'adapter aux inondations et côtier La planification des bassins versants suit généralement un processus itératif de définition d'objectifs - mesures possibles - faisabilité technique et analyse coûts-avantages - et intégration des objectifs et des réponses.

2.4 les états-unis d'Amérique

Français La gestion des catastrophes liées aux eaux pluviales urbaines aux États-Unis, avant les années 1950, se concentrait principalement sur la construction de réservoirs, de dispositifs de levage des crues et d'autres installations de contrôle des crues. Après 2011, son attention s'est déplacée vers l'amélioration de la résilience, les avancées technologiques, la communication des risques et les préoccupations concernant le changement climatique aggravant les catastrophes liées aux eaux pluviales, ce qui a donné lieu à une évaluation des risques et à des informations sur les risques, à une communication des risques, à une alerte précoce, à une atténuation des risques et à une préparation aux risques, à un transfert des risques et à un financement des risques, à un système de gestion des risques de catastrophes liées aux pluies et aux inondations urbaines comprenant une réponse et une reconstruction après la catastrophe, un retour d'information sur le suivi et l'évaluation, une participation multipartite, un investissement financier accru, une formation et une éducation, et des impacts du changement climatique^[36].

2.5 Banque mondiale

La Banque mondiale propose en 2021 un modèle de gouvernance innovant pour les catastrophes liées aux eaux pluviales urbaines, le Cadre de réponse EPIC [37], qui repose sur une combinaison d'habilitation, de planification et de gestion.

(planification), investissement (investissement) et contrôle (contrôle) et quatre autres aspects pour réaliser une réponse rapide aux catastrophes urbaines dues aux inondations et à la sécheresse (réponse). La réponse comprend principalement la surveillance et l'alerte précoce, le sauvetage d'urgence, le rétablissement et la reconstruction, et le financement des risques. L'innovation de ce modèle est de changer la réponse passive précédente en réponse active actuelle, par l'intégration de divers programmes gouvernementaux, pour jouer la cascade descendante d'influence, c'est pourquoi on l'appelle aussi le gouvernement conjoint menant une approche de l'ensemble de la société .

2.6 Les Nations Unies

Les Nations Unies mettent depuis longtemps l'accent sur les risques liés aux eaux pluviales urbaines et sur le renforcement de la résilience climatique, et ont publié dès 2007 la

Le Guide de réduction des pertes dues aux inondations^[38] présente un cadre d'évaluation et de gestion des risques d'inondation, comprenant les systèmes de surveillance naturelle, la construction de zones à risque d'inondation, l'évaluation de la vulnérabilité, l'évaluation des risques, les objectifs de protection/acceptabilité des risques, les mesures de planification/atténuation, la mise en œuvre et l'évaluation cyclique. Le Cadre de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe a été finalisé en

2023 .

Elle a également procédé à un examen à mi-parcours des progrès réalisés dans la mise en œuvre de l'Agenda 2015-2030 et s'est réjouie des travaux futurs, appelant tous les États membres à modifier leur approche et à renforcer la résilience aux catastrophes sur la base d'une approche systémique, avec une approche holistique, prenant en compte l'ensemble des risques, de la société, des processus, de la région et des facteurs, afin de réduire efficacement les risques de catastrophe et de réaliser pleinement les objectifs de l'Agenda 2030. ^[39] .

2.7 conclure

Qu'il s'agisse du système de gestion des catastrophes liées aux eaux pluviales urbaines mis en œuvre par les pays développés ou du système de gestion des catastrophes liées aux inondations urbaines prôné par les organisations internationales, ce n'est pas le cas.

Français Le Cadre de réponse résiliente aux catastrophes dues aux eaux pluviales met l'accent sur les neuf aspects suivants, malgré les différences de perspective, d'orientation et d'expression des préoccupations concernant les catastrophes dues aux eaux pluviales urbaines. Premièrement, les catastrophes dues aux eaux pluviales urbaines nécessitent une gestion systématique ; deuxièmement, le risque de catastrophe dues aux eaux pluviales urbaines ne peut pas être complètement éliminé, c'est-à-dire qu'il n'existe pas de risque « zéro » ; troisièmement, une réponse efficace aux catastrophes dues aux eaux pluviales urbaines au-delà des normes de défense est au centre de la future gestion des eaux pluviales ; quatrièmement, les catastrophes dues aux eaux pluviales urbaines nécessitent des mesures d'ingénierie et non techniques, mais l'accent sera différent selon les différentes étapes de développement économique et social ; cinquièmement, des cartes des plaines inondables, des cartes des inondations dues aux eaux pluviales et des cartes des inondations dues aux eaux pluviales seront utilisées pour la gestion des catastrophes dues aux inondations urbaines. Cinquièmement, les cartes des plaines inondables, les cartes des risques d'inondation, l'aménagement du territoire, l'aménagement spatial territorial, etc., jouent un rôle important dans la gestion des catastrophes dues aux pluies et aux inondations urbaines ; Sixièmement, il existe des contre-mesures avec des objectifs différents à différentes étapes de la catastrophe (avant, pendant et après) ; Français et Septièmement, les différents organismes participants, tels que le gouvernement, la société, les entreprises et les particuliers, ont tous un rôle important à jouer dans la gestion des catastrophes urbaines dues aux pluies et aux inondations. Le processus de formulation des stratégies de réponse aux catastrophes urbaines dues aux eaux pluviales comprend l'identification des risques, l'évaluation des dangers, l'évaluation de la résilience, l'évaluation des risques multi-scénarios, le ciblage de la sécurité et l'élaboration de stratégies de réponse. Le changement climatique peut aggraver les catastrophes urbaines dues aux eaux pluviales. En s'appuyant sur le cadre de réponse à la résilience aux catastrophes urbaines dues aux pluies et aux inondations existant, l'une des principales tâches de cet article est de construire un cadre généralisé qui peut couvrir tout ce qui précède et guider la préparation de la planification de la réponse à la résilience aux catastrophes urbaines dues aux pluies et aux inondations dans le contexte du système de planification spatiale territoriale.

3 Idées de base pour une réponse résiliente aux catastrophes urbaines causées par la pluie et les inondations

Outre les cas pratiques des pays développés et des organisations internationales présentés ci-dessus, de nombreux chercheurs ont prêté attention à la réponse de résilience aux catastrophes urbaines causées par les pluies et les inondations. Par exemple, Ma Kun et al. [40] ont étudié le modèle de gestion des inondations par les eaux de pluie du granite vallonné du point de vue du système naturel basé sur la théorie de la résilience ; Yang Fan et al. ^[41] Français ont exploré le chemin de transformation et de réalisation du système de gouvernance de la résilience aux inondations urbaines du point de vue de l'intelligence ; Ye et al. ^[42] ont construit un cadre de planification et de conception de la résilience aux catastrophes dues aux inondations dues aux eaux de pluie à plusieurs échelles du point de vue de l'IA basé sur le modèle conceptuel de la forme de ville résiliente de Sharifi et al. ^[43] ; Wang Peak et al. ^[44] ont discuté du cadre théorique de la réponse à la résilience aux catastrophes dues aux inondations du point de vue de l'environnement bâti en se concentrant sur la ville. Wang et al. ont exploré le cadre théorique de la résilience à la pluie et aux inondations du point de vue de l'environnement bâti. D'une manière générale, la recherche sur la résilience à la pluie et aux inondations se concentre principalement sur un

aspect qui affecte la résilience à la pluie et aux inondations urbaines, soit l'environnement bâti, le mécanisme de la pluie et des inondations, ou l'application de nouvelles technologies, mais la recherche sur la résilience à la pluie et aux inondations urbaines du point de vue du système dans son ensemble est encore relativement petite. Par conséquent, cet article, basé sur les cas pratiques des pays développés et les recommandations politiques des principales organisations internationales sur la réponse aux catastrophes dues aux pluies et aux inondations urbaines.

Tente d'explorer la construction d'un nouveau cadre de réponse à la résilience aux catastrophes urbaines de pluie et d'inondation dans le contexte du changement climatique du point de vue de la planification, en particulier, tout d'abord, sur la base de l'établissement d'une pensée systémique et d'une pensée de résilience, à partir de l'ensemble du processus de gouvernance, de l'ensemble des facteurs d'entrée, de la participation de l'ensemble de la société, selon les conditions locales, selon la catastrophe appropriée et cinq autres dimensions (c'est-à-dire le processus, les éléments, le corps principal, l'échelle/le niveau, le type de catastrophe), pour coordonner la réponse à la résilience urbaine aux pluies et aux inondations avec la planification et la mise en œuvre. Ce qui suit est un résumé des cinq dimensions

3.1 Deux façons de penser fondamentales

3.1.1 pensée systémique

Qu'il s'agisse d'un bassin versant ou d'une ville, il s'agit d'un système auto-organisé qui évolue et se développe grâce à la combinaison de divers sous-systèmes, tels que les systèmes naturels, économiques, sociaux, politiques, culturels et d'infrastructures, qui se forment chacun à des moments et à des rythmes différents, et qui échangent en même temps des matériaux et de l'énergie avec l'extérieur du système en permanence pour maintenir le fonctionnement du système. Les catastrophes telles que la pluie et les inondations peuvent être considérées comme des ajustements dans les relations au sein ou entre les sous-systèmes, ou entre l'extérieur du système et le système, qui sont intégrés dans le processus évolutif du système territorial. Ce n'est que grâce à la coordination mutuelle entre les sous-systèmes d'un territoire tel qu'un bassin versant ou une ville que l'ensemble du système peut réaliser un développement durable. D'un autre côté, un bassin versant ou une ville, d'un point de vue spatial, existe non seulement son système spatial interne, mais aussi son système spatial externe, qui forment ensemble un système territorial complet.

3.1.2 Pensée résiliente

Comme il n'existe pas de sécurité absolue, il est nécessaire de déterminer le niveau acceptable de risque de catastrophe pluviale, c'est-à-dire le résultat final. Dans quelle mesure la sécurité est-elle suffisante ? C'est l'une des questions les plus fondamentales de l'analyse risques-avantages, non seulement en fonction du risque perçu, des avantages perçus, des attributs de risque et du niveau de risque acceptable et d'autres facteurs, tels que ^[45], mais aussi en fonction de l'ampleur relative du risque pluviométrique parmi tous les risques, ainsi que des influences économiques, technologiques, institutionnelles et autres. L'ampleur relative du risque lié aux eaux pluviales parmi tous les risques, ainsi que des influences économiques, sociales, technologiques et institutionnelles. Ce niveau acceptable est souvent la base de l'élaboration de normes de fortification urbaine. Pour les pluies extrêmes qui dépassent les normes de fortification, bien que la probabilité soit faible, si elles se produisent, les dégâts sont énormes, il est donc important d'être prêt à y faire face en conséquence. Par conséquent, la réflexion sur la résilience ne consiste pas seulement à avoir une certaine norme de réponse de fortification, c'est-à-dire « + norme de fortification », mais aussi à avoir une réponse raisonnable aux événements de pluie et d'inondation au-delà de la norme de fortification, c'est-à-dire « norme de fortification + », unifiée et en bref « + norme de fortification + ».

3.2 Cinq dimensions clés sous-jacentes

3.2.1 élaboration de politiques globales

Les catastrophes surviennent et parfois, elles semblent soudaines. En fait, le processus de gestion des risques de pluie et d'inondation urbaine est souvent plus long. Le processus de gestion des risques de pluie et d'inondation urbaine comprend trois phases, à savoir la gestion des risques de pluie et d'inondation avant la catastrophe, l'évacuation d'urgence et le sauvetage en cas de catastrophe, et le rétablissement et la reconstruction après la catastrophe, qui sont étroitement liées. Dans les différentes phases avant, après et après la catastrophe, à travers toute la catastrophe, toute la région, tout l'élément, tout le sujet de la gestion globale, peut globalement améliorer la prévention et la résilience des pluies et

des inondations urbaines, pour minimiser les pertes dues aux pluies et aux inondations urbaines, reflétée spécifiquement dans le concept national de prévention, d'atténuation et de secours en cas de catastrophe dans la nouvelle ère de prévention et d'atténuation des catastrophes, le concept de « deux adhésions, trois transformations » mis en avant : insister sur la combinaison axée sur la prévention, la prévention, la résistance et le sauvetage ; adhérer à l'unité de la réduction des catastrophes normales et des secours en cas de catastrophes non normales ; de se concentrer sur les secours après la catastrophe à se concentrer sur le changement de prévention avant la catastrophe ; de répondre à un seul type de catastrophe à un changement global de réduction des catastrophes ; de la réduction des pertes en cas de catastrophe à un changement de réduction des risques de catastrophe. Du point de vue de la planification, chaque étape peut préparer une planification de réponse correspondante, telle que l'évacuation d'urgence et la planification du sauvetage en cas de catastrophe ^[46].

3.2.2 Participation sociale totale

Français Les principaux organismes de gestion des risques de catastrophes urbaines comprennent tous les niveaux de gouvernement, la société et les individus. La société est la somme des êtres humains et de leurs relations, et les familles, les quartiers, les écoles, les associations, les entreprises, les communautés, etc. sont les unités de base de la société, mais ils jouent des rôles différents dans le processus de gestion des catastrophes urbaines liées aux pluies et aux inondations. Les cas de catastrophes au Japon montrent que le sauvetage des personnes après la catastrophe par l'armée et d'autres équipes de secours gouvernementales ne représente qu'une faible proportion (1,7 %) , mais repose principalement sur l'entraide individuelle et les organisations communautaires locales pour s'entraider ^[47] . Par conséquent, le Japon attache une grande importance à donner toute sa place aux services gouvernementaux de « l'assistance publique », aux entreprises - C'est pourquoi le Japon attache une grande importance à donner toute sa place à « l'assistance publique » des services gouvernementaux, à « l'assistance commune » des entreprises, des groupes sociaux et d'autres organisations, ainsi qu'au rôle « d'entraide » des résidents individuels. À la lumière de nos conditions nationales, nous pouvons suivre le principe de « l'organisation gouvernementale, du leadership expert, de la coopération sectorielle, de la participation du public et de la prise de décision scientifique » pour donner libre cours à l'enthousiasme de tous les organes de gouvernance et de toutes les parties prenantes.

3.2.3 facteur total d'entrée

L'amélioration de la résilience aux catastrophes urbaines causées par les pluies et les inondations est non seulement indissociable de l'apport de ressources humaines, financières, matérielles, technologiques et autres, mais aussi indissociable des fondements des mesures de réponse aux catastrophes urbaines causées par les pluies et les inondations. Les mesures de réponse aux catastrophes urbaines causées par les pluies et les inondations, y compris la lutte contre les inondations, les réservoirs, le réseau d'égouts et d'autres mesures d'ingénierie, mais aussi la sensibilisation aux catastrophes, les compétences en matière de prévention des catastrophes, l'assurance contre les catastrophes et d'autres mesures non techniques, ainsi que les lois et règlements, les normes techniques, les organisations, les mécanismes de gouvernance et le soutien à l'information pour la mise en œuvre de mesures techniques et non techniques pour assurer la protection. En raison de l'investissement ponctuel important dans la construction d'installations de prévention des catastrophes liées aux eaux pluviales urbaines, associé au mécanisme de mandat unique de nos fonctionnaires, dans les ressources financières limitées, Il est généralement difficile d'établir des priorités. En réalité, les avantages d'un investissement dans la prévention des catastrophes sont élevés. Selon le Comité d'atténuation des risques multiples du National Institute of Building Sciences (NIBS), le rapport coût-bénéfice de la construction selon une norme de fortification est de 11 : 1 , les agences fédérales finançant un rapport coût-bénéfice de 6 : 1. Un rapport coût-bénéfice supplémentaire de 4 : 1 peut être obtenu en construisant au-delà de la norme de fortification. ^[48].

3.2.4 (idiome) utiliser des méthodes adaptées aux circonstances locales

Français La surface de la Terre est constituée à la fois de plaines, de montagnes et de mers ; elle comporte à la fois des villes et des villages ; elle compte des villes de premier rang comme Shanghai, Shenzhen, Pékin et Canton, ainsi que des villes éloignées de troisième et quatrième rang comme Mohe, Karamay et Manzhouli ; et elle compte à la fois la ville où les précipitations sont les plus fortes - Ya'an - qui reçoit plus de 200 jours de pluie par an, et une ville où les précipitations sont très faibles, comme la

ville de Turpan, qui ne reçoit que 16,5 mm par an. - Ya'an, qui reçoit plus de 200 jours de pluie par an, et des villes comme Turpan, qui reçoit très peu de précipitations, avec une pluviométrie annuelle moyenne de seulement 16,5 mm. Différentes échelles ou niveaux, tels que les bassins versants, les villes ou les rues, auront des objectifs, des priorités et des voies différents en matière de gestion des précipitations et des inondations en raison des différences dans les conditions naturelles, économiques, sociales, technologiques et autres. Par conséquent, différentes unités administratives devraient avoir des stratégies différentes pour faire face aux inondations dues aux eaux pluviales, même au sein d'un bassin versant ou de la même unité administrative (par exemple, une ville), sur la base de travaux scientifiques de cartographie des risques d'inondation des eaux pluviales urbaines, pour s'adapter aux conditions locales et développer des mesures de réponse correspondantes.

3.2.5 (idiome) utiliser des méthodes adaptées à la catastrophe

Les catastrophes liées aux eaux pluviales urbaines peuvent également être classées en plusieurs types en fonction de leurs mécanismes de formation et de développement. Par exemple, selon la source de l'eau, il existe des eaux principales et des eaux secondaires. Les catastrophes liées aux eaux pluviales urbaines se réfèrent principalement aux inondations et à l'engorgement des eaux, les premières se réfèrent principalement aux fortes pluies et aux pluies torrentielles provoquant des rapides de cours d'eau, des crues soudaines et des inondations fluviales, tandis que les secondes se réfèrent principalement à l'accumulation d'eau dans une catastrophe. Les inondations et l'engorgement des eaux ont le potentiel d'inonder les terres agricoles et de détruire l'environnement et diverses installations. La survenue de catastrophes liées aux précipitations et aux inondations urbaines provoque souvent des catastrophes secondaires telles que des glissements de terrain, des glissements de terrain et des affaissements, entraînant un effet en cascade.

(effet en cascade) ; dans les cas extrêmes, cela peut parfois se produire en conjonction avec d'autres catastrophes (tremblements de terre, typhons, ondes de tempête, etc.), entraînant une catastrophe composée.

(La survenue de catastrophes urbaines liées aux pluies et aux inondations n'affectera pas seulement le corps sinistré, mais peut même parfois entraîner un risque systémique sur l'ensemble du système territorial ^[49] . Par conséquent, il est particulièrement important de clarifier les types de catastrophes urbaines liées aux eaux pluviales et de formuler des mesures pour y faire face.

Le système de planification territoriale de la Chine comprend « cinq niveaux et trois types », qui sont les cinq niveaux administratifs de l'État, des provinces, des villes, des comtés et des cantons, ainsi que les trois types de planification : la planification générale, la planification détaillée et la planification spéciale. La réponse résiliente aux catastrophes urbaines causées par les pluies et les inondations ne concerne pas seulement la planification territoriale, mais concerne également la météorologie, la conservation de l'eau, les interventions d'urgence, le logement et la construction et de nombreux autres départements, ce qui constitue un projet systématique très complet. Par conséquent, l'auteur estime que la planification de la prévention des catastrophes axée sur la prévention des catastrophes avant la catastrophe est un type particulier de planification de la résilience de la sécurité qui met l'accent sur l'ensemble du processus, et ces deux types de planification projetés dans le système de planification territoriale, c'est-à-dire la planification spéciale de la prévention des catastrophes et la planification spéciale de la résilience de la sécurité, spécifiques aux catastrophes urbaines causées par les pluies et les inondations, sont toutes sortes de planification spéciale de la prévention des inondations et du drainage urbains et de la planification spéciale de la résilience des pluies et des inondations urbaines, qui est la relation entre le local et l'ensemble. Français De toute évidence, la planification de la résilience urbaine aux pluies et aux inondations est également un système complet composé de « cinq niveaux et trois catégories », et si le changement climatique est pris en compte, il est également nécessaire de prendre en compte les programmes d'action nationaux et locaux pour faire face au changement climatique, formant la planification (spéciale) de la résilience aux pluies et aux inondations dans le contexte du changement climatique (Figure 1). Ces dernières années, les travaux sur la planification urbaine résiliente ont progressé rapidement, avec une planification urbaine résiliente globale axée sur tous les types de catastrophes, l'ensemble du processus et la ville entière (par exemple, Pékin, Zhengzhou, Xining, etc.), et une planification urbaine résiliente spécialisée axée sur la réponse d'urgence après une catastrophe (Fig. 1).

(par exemple, la planification de l'espace d'évacuation et de sauvetage d'urgence de Shenzhen, etc.), et il existe également des plans spéciaux pour les villes urbaines résilientes aux pluies et aux inondations qui sont prêts à être lancés par certaines villes sur la base de la planification et de la construction de villes éponges.

4.2 Un cadre pour une réponse résiliente aux risques liés aux eaux pluviales urbaines du point de vue de la planification

Français En se basant sur l'expérience internationale et les idées de base de la réponse à la résilience urbaine aux pluies et aux inondations, l'auteur a tenté de construire un cadre général pour la réponse à la résilience urbaine aux pluies et aux inondations du point de vue de la planification (Figure 2). En se basant sur la logique sous-jacente de la pensée systémique et de la pensée de la résilience, le cadre met en œuvre la planification-mise en œuvre-évaluation-action (PDCA) pour l'amélioration de la résilience urbaine aux pluies et aux inondations dans différentes dimensions, telles que les échelles/niveaux, les processus, les éléments et les sujets participants, et en même temps met en œuvre le suivi et l'évaluation et la communication multi-sujets. Étant donné que les étapes de mise en œuvre, d'évaluation et d'action ne sont pas au centre de cet article, celui-ci se concentre sur le contenu de la planification. Au stade de la planification, il comprend les étapes de détermination de l'inventaire des risques liés aux eaux pluviales urbaines, l'évaluation des risques et de la résilience liés aux eaux pluviales urbaines, l'évaluation des risques liés aux eaux pluviales urbaines dans différents scénarios tels que le changement climatique et le développement économique et social, la détermination des objectifs d'amélioration de la résilience aux risques liés aux eaux pluviales urbaines, la stratégie d'amélioration de la résilience aux risques liés aux eaux pluviales urbaines et sa détermination de la priorité et de la classification, etc. À chaque étape, le gouvernement, la société et les individus concernés par le renforcement de la résilience aux pluies et aux inondations urbaines doivent participer à la communication, puis déterminer s'il convient de passer à l'étape suivante.

L'évaluation de la résilience aux aléas liés aux eaux pluviales en milieu urbain et l'évaluation des risques liés aux eaux pluviales en milieu urbain dans différents scénarios sont fondamentales pour le cadre global de réponse. Les méthodes d'évaluation de la résilience aux inondations en milieu urbain varient en fonction de l'objectif de l'évaluation. Si l'objectif est de comprendre la variabilité spatiale et temporelle, des méthodes telles que la méthode du système d'indicateurs d'évaluation (EIS) [50] et la méthode de l'indice de résilience globale (CRI) [51] sont préférables. Si l'objectif est de déterminer la résilience aux catastrophes liées aux précipitations en milieu urbain, la méthode du système d'indices d'évaluation et la méthode de l'indice de résilience globale sont alors meilleures.

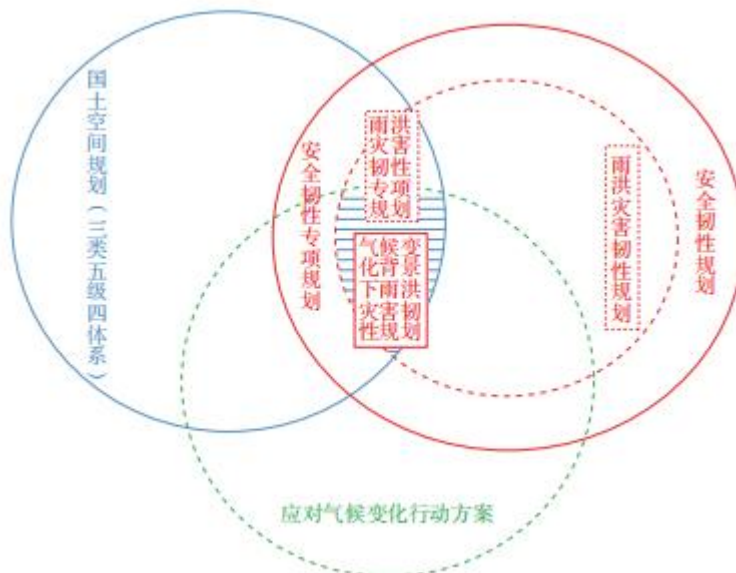


Fig.1 Relation entre l'aménagement du territoire et la planification de la résilience dans le contexte du changement climatique

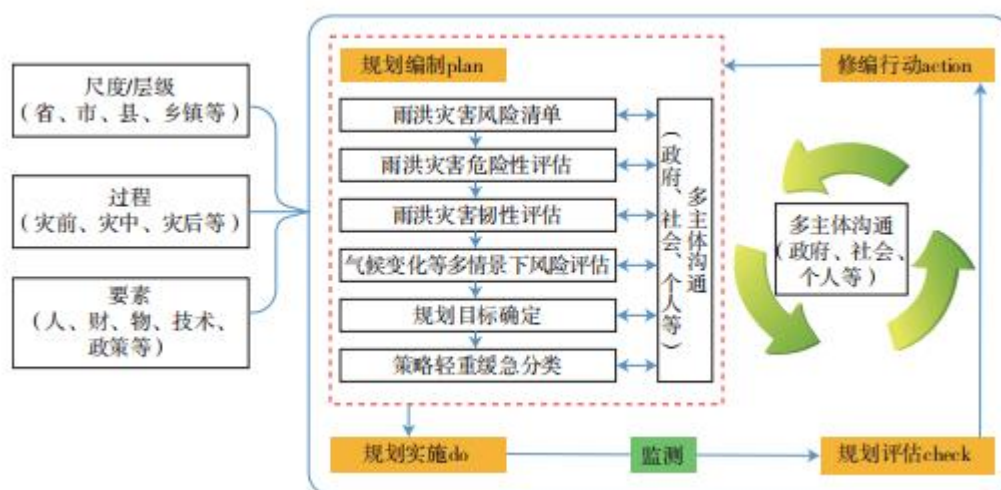


Fig.2 Cadre général de planification PDCA pour une gestion résiliente des risques d'inondation dans le contexte du changement climatique

4 Un cadre générique pour une réponse résiliente aux risques liés aux eaux pluviales urbaines du point de vue de la planification

4.1 Aménagement du territoire et résilience des eaux pluviales urbaines

Français Pour les lacunes ou les déficiences de la résilience, la méthode d'évaluation des risques dans des scénarios extrêmes utilisée dans la planification de la résilience des terres au Japon ^[52] et dans la planification de la résilience à New York ^[53] est meilleure, et cette méthode est en fait de plus en plus appliquée dans la planification urbaine résiliente en Chine. Par exemple, le Plan spécial pour l'espace urbain résilient de Pékin (2022-2035) prend l'inondation de Zhengzhou du « 7-20 » de 2021 comme scénario limite des facteurs causant des catastrophes dans le cadre des scénarios de catastrophes de pluie et d'inondations ; la Planification spatiale pour l'évacuation et le sauvetage d'urgence de Shenzhen (2021-2035) prend le nombre maximum de personnes évacuées après le typhon le plus fort de l'histoire comme scénario limite pour les besoins d'évacuation et de sauvetage d'urgence en cas de catastrophes de pluie et d'inondations.

Outre les scénarios limitatifs de risque de précipitations urbaines, le risque de catastrophes liées aux eaux pluviales peut également être évalué dans le cadre de différents scénarios de la stratégie de correspondance. Par exemple, différents scénarios de facteurs d'influence individuels tels que la norme de défense des digues, la capacité du système de drainage, la configuration de la pompe de drainage motorisée, le taux d'évacuation rapide des résidents avant la catastrophe, le taux d'épongement de surface, l'élévation de la température, l'élévation du niveau de la mer et le taux d'achat d'assurance contre les précipitations, ou différents scénarios de différentes combinaisons de deux ou plusieurs facteurs, peuvent être utilisés pour évaluer qualitativement ou quantitativement l'ampleur du risque de catastrophes liées aux précipitations et pour déterminer les principaux facteurs affectant la résilience de la ville aux catastrophes liées aux précipitations. Cela permettra de déterminer les principaux facteurs affectant la résilience aux catastrophes liées aux pluies et aux inondations urbaines et de fournir une base scientifique pour la formulation d'objectifs et de stratégies visant à améliorer la résilience aux catastrophes liées aux pluies et aux inondations urbaines.

La détermination scientifique et raisonnable des objectifs de planification de la résilience aux risques liés aux eaux pluviales urbaines est l'âme d'une planification réussie. Les objectifs de planification peuvent être multi-objectifs, multi-niveaux et différenciés spatialement. Multi-objectif, se réfère à l'objectif de construction de la ville de résilience aux pluies et aux inondations urbaines n'est pas unique, par exemple, la planification de la résistance territoriale du Japon dans l'objectif général comporte quatre aspects de la composition : maximiser la vie des gens pour assurer la sécurité ; les fonctions importantes de l'État et de la société ne seront pas fatales en raison d'impacts externes et peuvent maintenir la

stabilité relative du système ; garantir que les biens des gens et les installations publiques minimisent le degré de victimisation ;

La capacité à se rétablir rapidement après une catastrophe. Le multi-calibre fait référence aux multiples capacités de sauvegarde en matière de prévention, de résistance et de sauvetage en réponse aux catastrophes urbaines dues aux pluies et aux inondations. La différenciation spatiale fait référence au fait que, étant donné que la répartition spatiale des risques et de l'exposition aux pluies et aux inondations et de la vulnérabilité est hétérogène, les objectifs et les normes de planification doivent être différenciés spatialement afin de maximiser l'efficacité de la prévention des catastrophes. Par exemple, le Japon prévoit de modifier la pratique actuelle consistant à uniformiser les normes de prévention des inondations dans les villes.

(par exemple 1 pluie sur 5 ans), et en fonction des dommages potentiels, le niveau de protection contre les inondations peut être relevé de manière appropriée pour certaines sections (par exemple 1 sur 7 ans, voire 1 sur 10 ans) ^[54].

5 Un système de stratégies de réponse résilientes aux risques de pluie et d'inondation en milieu urbain

Les catastrophes urbaines liées aux pluies et aux inondations se sont développées au rythme des progrès humains. Avec l'avancée continue de l'urbanisation, des recherches sur les stratégies d'adaptation aux catastrophes urbaines liées aux eaux pluviales ont également émergé, et de nombreux résultats de recherche ont été accumulés. Par exemple, l'Agence américaine de protection de l'environnement (EPA), en collaboration avec l'Agence fédérale de gestion des urgences (FEMA),

(À l'invitation de l'État du Vermont, qui a été dévasté par la tempête tropicale Irène, la FEMA a préparé le Vermont Stormwater Hazard Recovery and Long-Term Resiliency Plan (VHSRP) pour développer des stratégies de résilience aux eaux pluviales urbaines aux niveaux local de planification de l'utilisation des terres et de la politique du gouvernement de l'État. En particulier, la partie planification de l'utilisation des terres locales, du corridor fluvial (river corridor), de l'établissement vulnérable (vulnerable settlement), de la zone plus sûre (safer area), de l'ensemble du bassin versant (the whole watershed) et des quatre autres aspects de la réponse aux mesures mises en œuvre un arrangement institutionnel très détaillé ^[55]. Au Japon, dans le cadre de la situation de plus en plus grave des catastrophes urbaines dues aux pluies et aux inondations, d'une part, les directives de planification de la gestion de l'eau d'il y a plus de 10 ans ont été révisées et améliorées, et le matériel et les logiciels ont été développés pour être compatibles avec le changement climatique mondial.

et la transformation équilibrée des logiciels de planification de la gestion de l'eau ^[56], d'autre part, les gouvernements locaux sont tenus de faire des exercices d'urgence, d'alerte précoce, d'évacuation, de sauvetage, de rétablissement et de reconstruction avant, pendant et après les catastrophes, et une liste de travail détaillée est fournie ^[57]. Cigler ^[58] résume le système de réponse aux catastrophes liées aux eaux pluviales urbaines du point de vue des contre-mesures techniques et non techniques.

Français Ces dernières années, des chercheurs en Chine ont mené des recherches innovantes sur le système de stratégie d'adaptation à la résilience face aux catastrophes urbaines dues aux pluies et aux inondations. Par exemple, Cheng Xiaotao et al. ^[59] ont exploré les stratégies de prévention et de contrôle des catastrophes liées aux inondations dans l'environnement du changement climatique qui sont adaptées aux conditions nationales de base de la Chine dans la nouvelle ère, en se basant sur des recherches sur le terrain et une réflexion sur l'inondation du « 20 juillet » à Zhengzhou. Chen Bilin et al. ^[60] ont traduit la résilience urbaine face aux pluies et aux inondations en quatre dimensions de l'espace physique telles que le paysage écologique, le réseau de transport, la fonction du quartier et l'infrastructure contre les inondations, et ont mené des recherches empiriques d'évaluation et de réponse à Shenzhen à titre d'exemple. Xie Lei et al. ^[61] ont établi un modèle de résilience et un système d'indices de « réservation spatiale », de « garantie temporelle » et de « composite fonctionnel » pour les zones côtières, et ont mené des pratiques de planification avec Ningbo comme exemple. Cependant, la plupart des études sur les stratégies de renforcement de la résilience aux pluies et aux inondations urbaines partent de domaines individuels tels que l'espace physique, la gestion de l'eau, l'évacuation d'urgence et le sauvetage, qui sont très fragmentés et doivent être systématisés.

Les stratégies de réponse aux inondations dues aux tempêtes urbaines, basées sur une perspective spatiale, peuvent être classées en stratégies spatiales et non spatiales. Le changement climatique, qui

affecte à la fois la fréquence, l'échelle et l'intensité des inondations dues aux eaux pluviales et la distribution spatiale et temporelle de ces inondations, affecte ainsi directement ou indirectement le développement de stratégies spatiales et non spatiales (Figure 3). Les stratégies spatiales, basées sur leur relation avec le risque d'inondation par les eaux pluviales, peuvent être classées en stratégies d'évitement, d'intensification, de préparation, d'optimisation de la structure spatiale et d'atténuation des risques. L'évitement fait référence à l'éloignement des zones à risque d'inondation par les eaux pluviales telles que les plaines inondables des rivières, les plaines inondables et les plaines inondables. Le renforcement fait référence à la construction de structures plus susceptibles d'être menacées par les inondations par les eaux pluviales.



Fig.3 Stratégies de gestion résiliente des risques d'inondation dans le contexte du changement climatique

Il est nécessaire de renforcer la capacité de défense contre les pluies et les inondations. Par exemple, il faut renforcer la construction de digues et de systèmes de drainage, améliorer les structures résistantes aux inondations des bâtiments et des structures (panneaux anti-inondation, passerelles, etc.) et installer des stations de pompage de drainage supplémentaires, des citernes et d'autres installations. La préparation aux catastrophes fait référence au fait qu'après la survenue d'une catastrophe de pluie ou d'inondation au-delà des normes de défense, les résidents locaux peuvent être évacués et secourus à temps, et qu'il y a suffisamment d'abris d'urgence, de canaux d'évacuation d'urgence, de matériel de sauvetage d'urgence, de soins médicaux d'urgence, de communications d'urgence et d'autres installations de protection de base de la vie. L'optimisation de la structure spatiale fait référence à la réduction du risque de catastrophe de pluie et d'inondation urbaine par une allocation raisonnable des terres pour la population, l'industrie, les transports et d'autres fins. Par exemple, la structure d'aménagement distribuée par groupe, la politique japonaise basée sur les districts basée sur le zonage des risques de catastrophe de pluie et d'inondation, la création de villes en terrasses au Japon et la construction de villes tridimensionnelles de la zone de coopération industrielle de services moderne Shenzhen-Shenzhen-Hong Kong. La réduction des risques peut être obtenue d'une part en réduisant l'augmentation de la température mondiale grâce à la réduction des émissions de carbone, atténuant ainsi les impacts négatifs du changement climatique sur les êtres humains, et d'autre part, elle peut également être obtenue grâce à des solutions basées sur la nature telles que les villes-éponges, qui peuvent réduire la quantité de ruissellement de surface et l'ampleur des inondations dues aux eaux de pluie, et ralentir le danger des impacts des inondations dues aux eaux de pluie, réduisant ainsi le risque

de catastrophes dues aux inondations dues aux eaux de pluie.

Stratégies non spatiales, y compris la gestion intégrée des eaux pluviales urbaines

Système de prévention des catastrophes, système de gestion des urgences, liaison régionale, plan d'urgence, application de nouvelles technologies telles que l'IA, amélioration du système d'assurance contre les pluies et les inondations, etc. Le système complet de prévention des catastrophes urbaines contre les pluies et les inondations comprend la surveillance, l'analyse, la prévision et le système d'alerte des pluies avant la survenue de la catastrophe, la surveillance, l'analyse, la prévision et le système d'alerte des inondations, la compilation et la divulgation des cartes des risques de pluie et d'inondation, ainsi que l'éducation et les exercices de prévention des inondations. Le système de gestion des urgences urbaines contre les pluies et les inondations fait référence à la fonction administrative de gestion des catastrophes de pluie et d'inondation et de leur système porteur, le travail principal

Français Le travail consiste à intervenir en cas d'urgence et à éliminer les catastrophes liées aux pluies et aux inondations urbaines, notamment en émettant des ordres et en organisant et en déployant en temps opportun les ressources d'évacuation et de sauvetage d'urgence, telles que les personnes, les biens et les matériaux. La survenue de catastrophes liées aux pluies et aux inondations urbaines et leurs impacts sont souvent transrégionaux. Même si la catastrophe liée aux pluies et aux inondations urbaines s'est produite dans une région administrative, s'il s'agit d'une catastrophe, les ressources d'évacuation et de sauvetage d'urgence de la région ne peuvent souvent pas répondre à la demande et doivent être hors de la région pour apporter leur aide. Il est donc très important de collaborer et de se relier dans la région. Par exemple, la signature du protocole d'accord sur le développement synergique de la gestion intégrée des urgences dans le delta du fleuve Yangtze (YRD) marque le début de la liaison régionale dans la réponse aux catastrophes dans la région du YRD. Français La planification d'urgence fait référence au déploiement préalable de plans de gestion, de commandement et de sauvetage d'urgence face aux catastrophes urbaines dues aux pluies et aux inondations, et comprend généralement des sous-systèmes tels que le système d'organisation et de commandement de gestion des urgences, le système d'ingénierie d'urgence et de protection des secours, le système global de coordination et de soutien, le système de protection et d'approvisionnement et l'équipe d'urgence pour le sauvetage global. Les robots, les drones, l'IA et d'autres nouvelles technologies de défense contre les pluies et les inondations, basées sur l'analyse des mégadonnées, présentent les avantages d'une prévision et d'une alerte précoces, d'une réponse rapide et d'un soutien à la décision. L'assurance contre les catastrophes est l'assurance de la propriété elle-même et des intérêts économiques qui lui sont liés en tant que sujet d'assurance. Les États-Unis, le Japon et d'autres pays développés ont un système d'assurance contre les pluies et les inondations relativement parfait, le marché joue le rôle principal et le gouvernement est le porteur final du risque.

L'histoire de l'humanité a été une lutte contre la pluie, les inondations, les tremblements de terre et d'autres catastrophes.

L'histoire de la lutte continue contre les catastrophes naturelles. Chaque catastrophe naturelle, à des degrés divers, a remodelé la structure spatiale de la géographie économique et sociale régionale, et constitue en même temps une force motrice importante dans l'ajustement des relations entre l'homme et la terre. Les catastrophes liées aux eaux pluviales urbaines et les ressources en eaux pluviales urbaines, elles-mêmes, sont les eaux pluviales urbaines sur la société humaine pour produire deux natures complètement différentes de l'impact, mais tant que les scientifiques suivent la formation des eaux pluviales, le développement des réglementations objectives

Afin de minimiser les catastrophes liées aux eaux pluviales urbaines et de maximiser l'utilisation des ressources en eaux pluviales, et de parvenir à une symbiose harmonieuse entre les eaux pluviales et les êtres humains, le Dujiangyan construit par Li Bing il y a plus de 2 200 ans a non seulement contrôlé efficacement les catastrophes liées aux eaux pluviales, mais a également irrigué plus de 10 millions d'acres de terres, permettant au bassin du Sichuan de devenir une capitale céleste, ce qui a fourni une bonne étude de cas sur la façon dont nous pouvons vivre en symbiose avec les eaux pluviales.

Français Le cadre généralisé de réponse à la résilience aux catastrophes urbaines dues aux pluies et aux inondations proposé dans cet article, bien qu'il s'agisse d'un cadre pour la catégorie spécifique de catastrophes des pluies et des inondations urbaines, est également utile pour la réponse à la résilience à d'autres catastrophes naturelles telles que les tremblements de terre, les glissements de terrain, les

coulées de boue, etc. En fait, certaines des idées de cet article proviennent principalement de l'expérience de l'auteur et de ses réflexions théoriques sur l'étude de planification de l'amélioration de la résilience des installations municipales de Hefei, la planification spatiale de l'évacuation et du sauvetage d'urgence de Shenzhen et d'autres travaux connexes. Bien que ces travaux ne visent pas des catastrophes urbaines individuelles dues aux pluies et aux inondations, ils ont tous accordé une attention particulière aux catastrophes urbaines dues aux pluies et aux inondations, et les résultats pertinents ont été hautement reconnus par les départements concernés. En outre, il est prévu que le cadre puisse être continuellement affiné, mis à niveau et amélioré dans la pratique de la planification future, et même transformé en normes ou standards pertinents, afin de mieux servir la mise en œuvre harmonieuse de la résilience aux pluies et aux inondations urbaines dans le système de planification spatiale territoriale de la Chine.

Après la formation du premier projet, le comité de rédaction du Journal of Urban Planning et les réviseurs ont apporté de nombreuses modifications et améliorations constructives, et je tiens à exprimer ma profonde gratitude !

Références

- [1] DU S, CHENG X, HUANGE Q, et al. Brève communication : repenser les inondations de 1998 en Chine pour se préparer à un avenir non stationnaire [J]. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 2019, 19 : 715 - 719.
- [2] Bureau du Cabinet du Japon . Livre blanc sur la prévention des catastrophes | Informations subsidiaires 15 Ratio des dommages au produit intérieur brut par installations et autres dommages [EB/OL]. 2022. https://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/r04/honbun/3b_6s_15_00.html
- [3] lenton tm, rockström j. GAFFNEY O, et al. Points de basculement climatique : trop risqué pour parier contre [J]. Nature, 2019, 575 : 592-595.
- [4] STEFFEN W, ROCKSTROM J, RICHARDSON K, et al. Trajectoires du système terrestre à l'anthropocène[J]. Actes de l'Académie nationale des sciences, 2018, 115 : 8252-8259.
- [5] Yan Wentao , Ren Jie , Zhang Shangwu et al . Shanghai, ville résiliente Planification : enjeux clés, cadre général et stratégies de planification [J]. Journal of Urban Planning , 2022(3): 19-28.
- [6] PAN Haixiao , DAI Shenzhi , ZHAO Yanjing , et al . Conférence universitaire sur « La résilience urbaine et l'aménagement du territoire face au changement climatique » [J]. Journal of Urban Planning , 2021(5) : 1-10.
- [7] Yang Xuanmei . Résilience spatiale territoriale : cadre conceptuel et chemin de mise en œuvre [J]. Journal of Urban Planning , 2021(3) : 112-118.
- [8] Yang Minxing , Huang Bo , Cui Chong , et al . Bilan et perspectives de la recherche sur la prévention et le contrôle des catastrophes basées sur la théorie de la ville résiliente [J]. Journal of Urban Planning , 2016(1): 48-55.
- [9] Dai Shenzhi , Liu Tingting , Gao Xiaoyu , et al . Système de planification et mécanisme de mise en œuvre de la prévention et de l'atténuation des catastrophes spatiales territoriales [J]. Journal of Urban Planning , 2023(1) : 48-53.
- [10] Zhai Guofang . Rendre les villes plus sûres et les épidémies plus efficaces [J]. Human Habitat , 2020(1): 10-13.
- [11] WANG Hui , REN Yilu , LU Siqi , et al. Répondre à la menace et à la survenue des inondations grâce à la résilience urbaine guidée par la sagesse écologique [J] . Journal of Ecology , 2016, 36(16) : 4958-4960 .
- [12] Banque internationale pour la reconstruction et le développement, Banque mondiale. Renforcer la résilience urbaine : principes, outils et pratiques, orientations du développement : environnement et développement durable [R]. 2013.
- [13] UNISDR (Stratégie internationale des Nations Unies pour Réduction des catastrophes) . Rendre les villes résilientes carême : ma ville se prépare [R]. 2012.
- [14] HOLLING C S. Résilience et stabilité des systèmes écologiques[J]. Ann. Rev. Ecol. Syst. 1973, 4:1 - 23.
- [15] WONG THF, BROWN R R. La ville sensible à l'eau : principes de pratique [M]. Water Sci. Technol.

2009.

[16] Zhou Yinan , Li Baowei . Façonner avec l'eau : des villes résilientes aux eaux pluviales Recherche en design [J]. *Planner* , 2017, 33(2): 90-97.

[17] BERTILSSON L, WIKLUND K, TE-BALDI IDM, et al. Résilience aux inondations urbaines : un indice multicritère pour intégrer la résilience aux inondations dans la planification urbaine[J]. *Journal of Hydrology*, 2019, 573 : 970-982.

[18] de bruijn km, jafino ba, merz B. et al. La gestion des risques d'inondation à travers une optique de résilience[J]. *Commun Earth Environ*, 2022(3): 285.

[19] Bureau des Nations Unies pour la réduction des risques de catastrophe. Rapport spécial du GAR : mesurer la résilience pour les objectifs de développement durable[R]. Genève, 2023.

[20] JHA AK, MINER TW, STANTON-GEDDES Z. Construire la résilience urbaine : principes, outils et pratiques[M]. Washington DC, États-Unis : World Bank Publications, 2013 .

[21] Zhai Guofang , He Zhongyu , Gu Fumei . Planification urbaine résiliente : théorie et pratique [M]. China Building Materials Industry Press , 2021.

[22] DUAN Yiyang , ZHAI Guofang , LI Wenjing . Progrès de la recherche internationale sur la mesure de la résilience urbaine [J]. *Planification urbaine internationale* , 2021(6). 79-85.

[23] sherrieb k, norris f, galea s. Mesurer les capacités de résilience communautaire[J]. *Social Indicators Research: An International and Interdisciplinary Journal for Quality-of-Life Measurement*, 2010, 99 (2): 227-247.

[24] JÉRÔME H, KAHAN AC, et al. Une opération- Cadre organisationnel pour la résilience[J]. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, 2009, 6(1): 83.

[25] COLTEN CE, KATES RW, LASKA S B. Trois ans après Katrina : les leçons à tirer pour la résilience des communautés[J]. *Environment Science & Policy for Sustainable Development*, 2008, 50(5) : 36-47.

[26] ZHAI G, IKEDA S. Analyse empirique de l'acceptabilité du risque d'inondation au Japon dans un contexte multirisque[J]. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 2008, 8 : 1049-1066.

[27] UNDRR (Bureau des Nations Unies pour la réduction des risques de catastrophe) . Des paroles aux actes : s'engager pour la résilience en soutien au Cadre de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe 2015-2030 [R]. 2020.

[28] GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat), Sections[R]//Core Writing Team, LEE H, ROMERO J. Changements climatiques 2023 : rapport de synthèse. GIEC, Genève, Suisse, 2023. GIEC, Genève, Suisse, 2023.

[29] pÖRTNER HO, ROBERTS D C. TIGNOR MM B. et al. Changement climatique 2022 : impacts, adaptation et vulnérabilité [M]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, 2022.

[30] Commonwealth d'Australie. Collection de manuels australiens sur la résilience aux catastrophes : gestion des plaines inondables : guide des meilleures pratiques en matière de gestion des risques d'inondation en Australie [R]. 3e éd. Institut australien pour la résilience aux catastrophes, 2017.

[31] Commonwealth d'Australie. Collection de manuels australiens sur la résilience aux catastrophes : planification d'urgence en cas d'inondation pour la résilience aux catastrophes [R]. Australian Institute for Disaster Resilience, 2020.

[32] Plan stratégique de gestion des eaux pluviales du ministère des Territoires, des Infrastructures , des Transports et du Tourisme Ligne directrice (cas) [R]. Ministère du Territoire, des Infrastructures, des Transports et du Tourisme, Bureau de la gestion de l'eau et de la conservation du territoire , Département de l'assainissement, 2021-11.

[33] Ministère du Territoire, des Infrastructures, des Transports et du Tourisme . Guide des mesures de lutte contre les inondations par le gouvernement et le secteur privé : Explication du système régional de

lutte contre les inondations [R]. Ministère du Territoire, des Infrastructures, des Transports et du Tourisme, Bureau de la gestion de l'eau et de la conservation du territoire, Division de l'assainissement, Japon , 2021-11 .

[34] Ministère du Territoire, des Infrastructures, des Transports et du Tourisme, Japon . Examen des changements dans la politique fondamentale de restauration des rivières [R]. Ministère du Territoire, des Infrastructures, des Transports et du Tourisme, Bureau de la gestion de l'eau et de la conservation du territoire, Japon , 2022-5-27.

[35] DEFRA (ministère de l'environnement, de l'alimentation et des affaires rurales) . Plan du bassin fluvial-orientation de la direction [R]. 2021-9.

[36] Association de Genève. Gestion des risques d'inondation aux États-Unis [R]. Association de Genève : Association internationale pour l'étude de l'économie des assurances, Zurich, 2020.

[37] BROWDER G, NUNEZ SA, JONG- MAN B, et al. Une réponse épique : une gouvernance innovante pour la gestion des risques d'inondation et de sécheresse [R]. Banque mondiale, Washington, DC, 2021.

[38] Nations Unies. Lignes directrices pour la réduction des pertes dues aux inondations [R]. Lignes directrices pour la réduction des pertes dues aux inondations [R]. 2007.

[39] UNDRR (Bureau des Nations Unies pour Réduction des risques de catastrophe) . Le rapport de Examen à mi-parcours de la mise en œuvre du Cadre de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe 2015-2030[R]. UNDRR : Genève, Suisse, 2023.

[40] MA Kun , TANG Xiaolan , REN Yujie , et al . Recherche sur la construction d'un modèle de gestion des précipitations et des inondations dans le granite vallonné basé sur la théorie de la résilience [J]. Journal of Nanjing Forestry University (Natural Science Edition), 2018, 42(3): 139-145.

[41] Yang Fan , Xu Ying , Duan Ning . Transformation intelligente du système de gouvernance de la résilience urbaine aux inondations et innovation du chemin de réalisation [J]. Urban Development Research ,2021, 28(5):119-126.

[42] YE X, WAN G, LU Z, et al. Vers un cadre basé sur l'IA pour la planification et la conception de la résilience aux inondations urbaines à plusieurs échelles[J]. Computational Urban Science, 2021(1):11.

[43] SHARIFI A, YAMAGATA Y. Résilients forme urbaine : un cadre conceptuel[R]// Urbanisme axé sur la résilience, 2018 : 167-179.

[44] Wang , Hanyan Li , Xinyu Zang . Comment faire face à l'engorgement des eaux pluviales dans une ville Un cadre théorique pour la résilience des environnements bâtis [J]. Journal of Architecture , 2022(S1): 18-23.

[45] FISCHHOFF B, SLOVIC P, LICHTEN- STEIN S, et al. Dans quelle mesure la sécurité est-elle suffisante ? Une étude psychométrique des attitudes à l'égard des risques et des avantages technologiques[J]. Policy Sciences, 1978(9) : 127-152.

[46] Zhai GF , Lu YW . Aménagement spatial pour l'évacuation et le sauvetage d'urgence : théorie-méthodologie-pratique [M]. China Building Material Industry Press , 2023.

[47] (Société japonaise des incendies . Rapport d'enquête sur les incendies associés au tremblement de terre de Hyogo de 1995 dans le sud du Japon [R].1996.

[48] NIB (Institut national des sciences du bâtiment). La réduction des risques naturels permet d'économiser, 2019 rapport[R]. 2019.

[49] UNDRR (Bureau des Nations Unies pour la réduction des risques de catastrophe). Étude de cadrage sur les risques composés, en cascade et systémiques en Asie-Pacifique [R]. 2022.

[50] Li Y , Zhai GF. Évaluation de la résilience aux catastrophes urbaines en Chine et Recherche sur sa stratégie de valorisation [J] . Planner , 2017(8): 5- 11 .

[51] GUO Jia , ZHAI Guofang , GE YiFu . Construction et recherche empirique sur l'indice de résilience globale de l'habitat rural : le cas de la province du Jiangsu [J]. Planification urbaine de Shanghai , 2023(2) : 15-22.

[52] Ministère japonais du renforcement des terres . Résultats de l'évaluation de la vulnérabilité [R]. 2023.

[53] La ville de New York : un New York plus fort et plus résilient[R]. 2013.

[54] Ministère du Territoire, des Infrastructures, des Transports et du Tourisme . Mesures de lutte contre les inondations prises par le gouvernement et le public. Explication du système régional de lutte

contre les dommages causés par les inondations [R]. Ministère du Territoire, des Infrastructures, des Transports et du Tourisme, Bureau de gestion de l'eau et de conservation des terres, Département de l'assainissement, Japon , 2021.

[55] EPA (Agence américaine de protection de l'environnement). Planification de la reprise après les inondations et de la résilience à long terme dans le Vermont : approches de croissance intelligente pour des communautés résilientes aux catastrophes[R]. 2014.

[56] Technologie pour la gestion de l'eau Plan pour la transformation climatique Recherche . Changement climatique dans les plans de gestion de l'eau [R]. 2021.

[57] Bureau du Cabinet (prévention des catastrophes) . Dégâts causés par l'eau dans les municipalités Contre-mesures [R]. 2016.

[58] Inondations à CIGLER B AUS : la nécessité de l'atténuation[J]. Gouvernement de l'État et local Revue, 2017(2) : 1-13.

[59] CHENG Xiaotao , LIU Changjun , LI Changzhi , et al . Caractéristiques de l'évolution du risque d'inondation et stratégies de renforcement de la résilience urbaine dans un environnement en mutation [J]. Journal of Water Resources , 2022, 53(7) : 757-768.

[60] CHEN Bilin , LI Yinglong . Évaluation de la planification de transition adaptative axée sur la résilience aux inondations pour les villes côtières à forte densité : une étude de cas de la région de la baie de mangrove de Shenzhen [J]. Journal of Urban Planning , 2023(4). 77-86.

[61] Xie Lei , Zhou Pengfei , Yang Hongyi , et al . Exploration du paradigme de résilience des projets vitaux dans les zones côtières sous l'impact du changement climatique : le cas de Ningbo [J]. Journal of Urban Planning , 2022 (S2) : 81-88.

Révisé : 2023-12