

# Optimization of City-Industry Integration Evaluation in Conjunction with Plan Formulation: The Practice in Wuhan

YANG Tao, LI Jing, LI Mengyao, MIAO Yangbing, TIAN Ying, SUN Lingguo

**Résumé:** Pour réaliser la protection et la revitalisation du patrimoine culturel, conformément à l'appel du Président Xi Jinping pour "faire revivre davantage de reliques culturelles et de patrimoine et créer une forte atmosphère sociale pour transmettre la civilisation chinoise", les jumeaux numériques deviennent de plus en plus de nouveaux outils et plateformes pour atteindre cet objectif. Basé sur les pratiques de construction de la plateforme CIM+ de protection et de renouvellement de l'ancienne ville de Suzhou, cet article examine les défis pratiques, les fondements théoriques et les bases technologiques des jumeaux numériques pour la protection et le renouvellement de l'ancienne ville de Suzhou. Il propose innovamment un cadre de jumeau numérique pour l'ancienne ville de Suzhou, utilisant des scénarios tels que la reconstitution numérique, l'identification de valeur, la simulation de scénario et la gouvernance globale comme moteurs. Les moteurs techniques incluent un système de codage spatial, une architecture distribuée, une simulation de réponse en temps réel et une interaction humain-machine flexible. Ces innovations visent à résoudre les contradictions entre la protection et le développement revitalisé de l'ancienne ville, promouvant ainsi son développement durable. L'article évoque également la renaissance numérique des méthodes de construction traditionnelles, l'évolution numérique des modes de vie traditionnels et l'amélioration numérique des valeurs culturelles traditionnelles dans l'ancienne ville de Suzhou. À travers ces pratiques et résumés, il offre une base méthodologique solide pour réaliser une protection et une revitalisation plus larges, plus profondes et de plus haut niveau du patrimoine historique et culturel urbain à l'avenir.

**Mots clés:** Patrimoine culturel ; Scénarios de jumeau numérique ; Protection et revitalisation de l'ancienne ville ; Moteurs technologiques numériques

Numéro de classification de la bibliothèque chinoise (CLC) : TU984

Code de symbole de la littérature : A

DOI : 10.16361/j.upf.202401010

Numéro d'article : 1000-3363(2024)01-0082-09

À propos de l'auteur Yang Tao est maître de conférences à l'École d'architecture de l'Université Tsinghua et directeur adjoint du Centre de technologie innovante pour les habitats intelligents et la planification et gouvernance spatiales du Ministère des Ressources naturelles, yangtao128@tsinghua.edu.cn Li Jing est architecte principal chez China Academy of Urban Planning and Design (Beijing). Li Mengyao est planificatrice et auteure correspondante chez China Academy of Urban Planning and Design (Beijing), mengyao-119@163.com Miao Yangbing est planificateur principal et directeur de l'Académie chinoise d'urbanisme et de planification. Tian Ying est doctorante à l'École d'architecture de l'Université Tsinghua et planificatrice chez China Academy of Urban Planning and Design (Beijing). Sun Lingguo est directeur de la plateforme de réflexion sur la planification spatiale de Suzhou.

Programme national clé de recherche et développement de la Chine "Théorie et méthodes de la conception urbaine de renouvellement" (N° : 2022YFC3800301)

Depuis le 18e Congrès du parti, le Secrétaire général Xi a souligné à plusieurs reprises l'importance de la confiance culturelle pour le développement de la nation chinoise, affirmant que « la confiance culturelle est une confiance plus fondamentale, plus large et plus profonde, une force plus fondamentale, plus profonde et plus durable. » la stratégie nationale de numérisation de la culture, publiée en mai 2022, indique clairement que d'ici 2035, La distribution physique et la connexion logique du système Big Data culturel national, les liens rapides, la recherche efficace, le partage total, l'intégration ciblée, la présentation panoramique de la culture chinoise, le partage des résultats numériques de la culture chinoise seront achevés. Le processus de rénovation et de développement des villes anciennes est souvent confronté à des contradictions en matière de conservation et de développement, ce qui conduit à des malentendus tels que la démolition et la reconstruction qui ont entraîné la destruction du patrimoine historique et culturel d'origine; Les projets de nouvelle construction qui ne sont pas conformes à la physionomie historique traditionnelle et à la myologie urbaine; Injecter de nouvelles formes de tourisme culturel et d'affaires, mais le manque de considération pour les peuples autochtones, le manque d'amélioration des conditions de logement, des infrastructures, des espaces publics, etc., et le faible sentiment de bien-être et d'expérience des résidents [3.3]. Le sentiment de bien-être et d'expérience des résidents est plus faible<sup>[3-4]</sup>. Prenez l'exemple de la conservation et de la rénovation de la vieille ville de Suzhou, proposez un cadre technologique et méthodologique pour les jumeaux numériques, Explorez de nouvelles voies numériques pour la conservation et la revitalisation du patrimoine culturel historique de la ville et Favorisez l'intégration organique des excellentes valeurs culturelles traditionnelles chinoises et des modes de vie culturels émergents.

## **1 contexte de la recherche**

### **1.1 Nouveaux développements dans la théorie de la conservation et du renouvellement**

La conservation et le renouvellement du patrimoine historique et culturel de la ville ont une certaine base théorique et une importance pratique. La conservation du patrimoine culturel historique, qui a débuté au XIXe siècle, a évolué de tangible à intangible, de holistique à holistique, d'une stratégie unique à une classification stratifiée<sup>[5-7]</sup>, représentée par la théorie de la régénération organique, qui met l'accent sur la préservation systématique du patrimoine culturel historique et de l'originalité et de l'intégrité de la musculature historique [8-9], et la théorie de la conservation durable, qui a introduit le principe de durabilité dans le domaine de la conservation du patrimoine urbain, n'insistant plus sur le débat sur l'« authenticité », mais davantage sur l'importance à long terme du patrimoine culturel historique pour les parties prenantes concernées<sup>[10-9]</sup>. Le premier se concentre sur la préservation systématique de l'authenticité et de l'intégrité du patrimoine culturel historique, ainsi que sur la poursuite de la myologie historique<sup>[8-9]</sup>, tandis que le second introduit le principe de durabilité dans le domaine de la conservation du patrimoine urbain, non plus en se limitant au débat sur l'« authenticité », mais En se concentrant davantage sur l'importance à long terme du patrimoine culturel historique pour les parties prenantes concernées<sup>[10-11]</sup>. En dehors du cadre de la « Conservation », certains chercheurs<sup>[12-13]</sup> ont également intégré le patrimoine historique et culturel au

domaine de la sociologie pour explorer des voies de renouvellement et d' utilisation du patrimoine. Par exemple, une « réaction en chaîne » est générée en combinant la théorie des catalyseurs urbains, en implantant dans le processus de rénovation de la ville antique la transformation d' usines traditionnelles matérielles, la restauration de bâtiments historiques, la construction de parcs communautaires miniatures, des sculptures, des portes et des fenêtres, des sculptures, etc., ou des événements thématiques immatériels, des festivals et de la publicité, etc., et en utilisant ces catalyseurs de l' environnement urbain pour promouvoir le changement urbain. « réaction en chaîne», à petite échelle, la mise à jour progressive conduit à la revitalisation et au développement durable du renouvellement global de l'environnement environnant. La théorie du scénario proposée par le professeur Clark de l'Université de Chicago consiste à intégrer des connotations culturelles à partir d'un espace physique traditionnel, du point de vue du producteur et du travailleur au point de vue du consommateur, en proposant que le scénario se compose principalement de cinq éléments: un espace communautaire, des installations pratiques pour La vie culturelle, des activités diversifiées, des foules et des valeurs culturelles communes. [14 - 15], la combinaison d'éléments dans le scénario a un effet moteur sur la formation de phénomènes socio - économiques, et la combinaison d'éléments dans le scénario a un effet moteur sur la formation de phénomènes socio - économiques et le développement durable de la ville.

L' essence du scénario est de construire un modèle de consommation qui rassemble les gens, les lieux, les choses et les objets. En combinant les bases de la conservation et de la régénération progressives et en mettant l'accent sur les petits espaces à micro - échelle tels que les bâtiments et les parcelles, la poursuite de la mise en forme du scénario par une combinaison créative d'éléments multiples peut susciter de nouveaux besoins et applications de plus grande valeur qui favorisent la conservation holistique et le développement durable. Cependant, la définition des différentes valeurs culturelles et des paysages par la théorie traditionnelle du paysage est basée sur des études de cas de grandes villes occidentales, dont la classification n'est pas tout à fait adaptée à la conservation et à la rénovation des villes historiques et culturelles chinoises actuelles, et les résultats de l'aménagement paysager de certaines des zones d'intérêt pittoresques et des attractions culturelles des vieilles rues de Chine sont souvent insatisfaisants. Qu'il s'agisse de la théorie des catalyseurs ou de la théorie des scénarios, les mécanismes de mise en œuvre qui la Sous - tendent sont encore très complexes et il manque actuellement une évaluation objective des effets obtenus après application. L'utilisation des technologies numériques permet d'économiser sur les coûts d'investissement et de construction, d'appliquer des scénarios dans l'espace numérique pour trouver des catalyseurs et de tester la valeur des catalyseurs, de construire et de protéger des investissements réels à travers l'interaction du numérique et du physique, et d'utiliser les bénéfices de l'espace numérique pour la construction et l'exploitation de l'espace physique, formant un cycle virtuel et réel de l'économie numérique et physique.

## **1.2 fondements technologiques du jumeau numérique**

Le concept de jumeau numérique a été introduit à l'origine par le professeur grieves en 2003 dans le cadre d'un cours sur la gestion du cycle de vie des produits à l'Université du Michigan et a été appliqué tôt dans l'industrie militaire. À l' heure actuelle, il n' existe pas de compréhension unifiée du jumeau numérique, qui est principalement considéré comme englobant des dimensions telles que les entités physiques, les entités virtuelles, les connexions entre le virtuel

et le réel, ainsi que les données et les services <sup>[16 - 18]</sup>. Les jumeaux numériques sont utilisés pour visualiser des systèmes physiques complexes difficiles à modéliser en construisant des miroirs numériques d'entités physiques dans l'espace virtuel de l'information, ce qui fournit une référence pour le contrôle et l'optimisation des systèmes physiques complexes <sup>[19]</sup>. Avec le développement des technologies émergentes telles que le Big Data, le cloud computing, l'Internet des objets, la réalité virtuelle / augmentée / mixte, l'intelligence artificielle, les jumeaux numériques ont commencé à s'infiltrer dans le domaine urbain, avec l'émergence du concept de ville jumelle numérique, c'est-à-dire la construction d'une cartographie et d'une interaction entre la ville réelle et la ville numérique, le processus de correspondance complète, de convergence et d'évolution entre le monde physique et le monde numérique, et la promotion de l'intelligence urbaine <sup>[20]</sup>. Avec le développement des jumeaux numériques, les méthodes de construction numérique du patrimoine culturel historique ont été innovantes et de nouvelles voies de conservation et de revitalisation ont été ouvertes. L'utilisation de la technologie de modélisation 3D fournit des échantillons pour la restauration et la reconstruction de bâtiments historiques et de quartiers historiques <sup>[21 - 22]</sup> pour la création de bases de données et d'archives d'artefacts, ainsi que pour le sauvetage et la conservation du patrimoine, tout en établissant des images numériques du patrimoine culturel matériel et en créant des Musées numériques en combinaison avec des plates-formes Cloud et des méthodes expérimentales interactives telles que AR, VR, etc. peut permettre le tourisme en ligne dans le cloud et le tourisme immersif en trois dimensions, facilitant la diffusion et la transmission de la culture. Dans le même temps, les technologies de mégadonnées spatiales sont utilisées pour stocker des informations sur la localisation spatiale du patrimoine culturel, des informations sur la planification de la conservation et des informations historiques, soutenir les travaux analytiques sur la conservation et la rénovation des quartiers historiques et des zones urbaines historiques, y compris les enquêtes sur l'état actuel des quartiers historiques, la conception de la planification, le contrôle de la gestion et l'évaluation des valeurs, ainsi que l'analyse de la morphologie spatiale et de la morphologie sociale spatiale, de la structure morphologique et de la structure spatiale des quartiers historiques sur la base de la syntaxe spatiale.

Il analyse également la morphologie spatiale des quartiers historiques sur la base de la syntaxe spatiale et analyse la relation et la rationalité de la morphologie spatiale des quartiers historiques avec la morphologie sociale de l'espace, la structure morphologique et l'aménagement du territoire <sup>[23]</sup>.

En outre, les technologies d'intelligence urbaine / modélisation de l'information (CIM) favorisent la gestion intégrée et l'application de l'information sur le patrimoine culturel en intégrant des technologies telles que BIM, GIS, IOT pour localiser spatialement des données non vectorielles telles que des informations sur la conservation du patrimoine culturel et des informations historiques et les fusionner avec des données 3D telles que des modèles historiques raffinés. Gestion intégrée et application pour surveiller et alerter sur l'état du patrimoine culturel tangible par l'acquisition, la transmission, le traitement, l'analyse, la modélisation de données dynamiques en temps réel, la surveillance environnementale des biens culturels, la surveillance et l'analyse de la circulation piétonne et automobile, l'analyse de l'état actuel de l'environnement du quartier, etc., en combinaison avec des modèles de simulation et l'intelligence artificielle pour la prévision des urgences et la simulation de solutions <sup>[24 - 26]</sup>.

Il ressort de recherches et de pratiques antérieures que l'application de la technologie des

jumeaux numériques à la conservation et à la revitalisation du patrimoine culturel historique est passée de la simple acquisition de données, de la modélisation 3D, de la présentation visuelle à un soutien intégré à la prise de décision et à l'analyse <sup>[27]</sup>, qui permet non seulement de saisir des informations réelles et complètes, mais aussi de mieux valoriser les valeurs culturelles, de promouvoir et de diffuser la culture, d'incarner et de transmettre la confiance culturelle. Cependant, la mise en œuvre de la vieille ville reste difficile. Tout d'abord, le seuil de la modélisation numérique est élevé. Bien qu'il existe une grande variété de techniques de cartographie de haute précision et de modélisation 3D, il y a plus de vieilles maisons dans la ville antique, la construction de modèles de haute précision capables de refléter fidèlement les détails microscopiques des entités de la ville antique, les éléments architecturaux anciens, les bâtiments historiques, les structures internes nécessite un investissement important, actuellement ces techniques ne sont pas encore appliquées à grande échelle, souvent seulement pour les unités individuelles importantes du patrimoine culturel, les bâtiments historiques, la modélisation 3D de nuages de points, la modélisation intérieure de haute précision, etc. la construction des villes jumelles numériques est coûteuse et prend beaucoup de temps, et les investissements gouvernementaux seuls ne peuvent pas garantir la durabilité du projet.

Il est difficile de s'appuyer uniquement sur les investissements gouvernementaux pour garantir la mise à jour et l'exploitation continues des données. Deuxièmement, explorer les applications numériques. L'application actuelle des technologies numériques se concentre principalement sur le tourisme culturel numérique et les archives numériques du patrimoine historique, mais l'extraction de données sur le patrimoine culturel, la fusion de modèles physiques et d'informations sémantiques font encore relativement défaut <sup>[28]</sup>, le retour d'information et l'orientation du virtuel au réel n'ont pas encore été établis, les mécanismes décisionnels auxiliaires tels que la revitalisation des villes anciennes, la rénovation urbaine, etc. font défaut et il n'existe pas de moyens efficaces pour la participation du public à la diffusion et à la diffusion de la culture. La technologie ne résout pas tous les problèmes et, dans la pratique, la façon dont les jumeaux numériques peuvent être mieux utilisés pour préserver, revitaliser et reproduire le patrimoine historique et culturel, la revitalisation de la vieille ville de Suzhou et le développement durable de la culture sont des éléments qui nécessitent une réflexion plus approfondie.

### **1.3 défis pour la conservation et la rénovation de la vieille ville de Suzhou**

En tant que l'une des premières villes historiques et culturelles de Chine, Suzhou a une histoire de 2500 ans, avec des centaines d'unités de conservation des antiquités, de nombreux biens culturels tangibles et intangibles, ainsi qu'un modèle unique et relativement complet de l'intelligence urbaine, de l'échiquier amphibie et de l'échiquier amphibie, qui adhère à l'approche générale de la conservation depuis de nombreuses années. Protéger le patrimoine historique et culturel de la vieille ville de Suzhou, non seulement pour protéger le patrimoine lui-même, mais aussi pour l'utiliser de manière dynamique, pour tirer pleinement parti de la valeur du patrimoine culturel, en tenant compte du développement économique de la vieille ville et de la protection des moyens de subsistance <sup>[29]</sup>. À l'heure actuelle, Suzhou a encore quelques difficultés pratiques avec la double exigence de protection et de renouvellement.

D'une part, l'espace de développement du paysage général de la protection de la vieille ville est limité. La vieille ville applique strictement le plan de conservation historique et culturelle, il existe de nombreuses unités du patrimoine culturel et des bâtiments protégés, la qualité des

maisons est inégale, les types de propriété des maisons privées, des maisons publiques gérées directement, la propriété mixte et d'autres maisons sont complexes, la population résidentielle est hétérogène et l'Expérience de la « micro - rénovation » progressive à petite échelle menée par le Gouvernement au fil des ans a été en mesure de renforcer la conservation, mais n'a pas réussi à stimuler le renouvellement et le développement économique depuis longtemps. Il est difficile de parvenir à un développement durable en investissant et en construisant continuellement par le seul gouvernement.

D'autre part, dans le contexte d'une gouvernance fine, il est difficile de regrouper et d'intégrer des données provenant de sources multiples. Trouver la direction du développement pour la conservation et la revitalisation de la vieille ville nécessite des données complètes et précises, mais maintenant les données ont tendance à être dispersées dans des données non vectorielles telles que différents secteurs, différentes entreprises, population, culture, etc., et il manque encore une localisation précise, il n'y a pas d'intersection uniforme entre les unités spatiales telles que la terre, la terre, etc., il manque des données à l'échelle microscopique telles que le logement, les ménages, etc. dans la nécessité d'une gouvernance raffinée, toutes sortes de données ont besoin d'urgence de normes uniformes pour intégrer et normaliser la fusion <sup>[30]</sup>.

Les problèmes mentionnés ci-dessus entraînent une asymétrie de l'information entre les parties et des difficultés à négocier et à prendre des décisions entre plusieurs sujets. Les investisseurs doivent savoir quel patrimoine culturel architectural ou immatériel doit être préservé afin d'éviter la destruction du patrimoine culturel lors du processus de renouvellement, tout en tirant parti de la planification de la scène culturelle pour améliorer les avantages économiques; Les constructeurs doivent savoir quelles techniques traditionnelles ou avancées s'appliquent à la vieille ville de Suzhou afin qu'ils puissent choisir les techniques appropriées pour restaurer ou mettre à jour les bâtiments en fonction de la situation de construction réelle; Les protecteurs ou les gouvernements doivent savoir où les bons investisseurs et les bonnes technologies sont disponibles et où ils peuvent les utiliser pour réparer ou rénover les bâtiments. Il existe des investisseurs et des technologies appropriés pour contrôler et diriger la conservation et la rénovation de la vieille ville; Les consommateurs ou le public veulent savoir quels paysages culturels de la vieille ville méritent d'être expérimentés. Dans l'ensemble, la vieille ville de Suzhou doit donc explorer les moyens de mobiliser efficacement les ressources de toutes les parties de la société dans le cadre général de la conservation, en utilisant les technologies de jumeaux numériques, en facilitant l'adéquation des ressources pour l'investissement, la construction, la conservation culturelle et l'expérience des consommateurs, En facilitant la consultation et la gouvernance partagée Multi - acteurs et, partant, le développement durable de la vieille ville.

## **2 Suzhou vieille ville scène Driven Digital twin**

La scène du jumeau numérique a un effet moteur sur la construction globale du jumeau numérique de la vieille ville de Suzhou, consolidant ainsi la pierre angulaire du jumeau numérique de la vieille ville. Tout d'abord, le scénario lui-même fournit un système de référence pour la collecte de données ou l'apprentissage automatique pour conduire la réorganisation des données en fonction des exigences du scénario et établir des liens paramétriques entre les différents modèles. Deuxièmement, la fusion de données ou l'itération de modèle constitue le processus d'apprentissage d'un scénario multicouche. Autour de la mise en œuvre de scénarios, différents modèles travaillent ensemble à travers des combinaisons personnalisées pour former l'interaction de l'entreprise avec les données, simulant le fonctionnement

fonctionnel de scénarios spatiaux à partir de différentes dimensions, facilitant la construction de scénarios jumeaux numériques. Enfin, le jumeau numérique, à travers ce processus d'apprentissage, abstrait les gens, les lieux, les choses, les choses du monde réel dans la connaissance du monde numérique et reproduit dans des scènes spatiales réelles, accélère l'itération de la connaissance, nourrit l'intelligence de l'interaction homme - machine et construit un système complexe de scènes Multi - niveaux, multi - précision et multimodales à travers un processus de vérification et d'itération répétées<sup>[31]</sup>. Ainsi, la construction de données basée sur des scénarios, l'extraction de valeur basée sur des données, la dérivation de simulation basée sur des valeurs soutiennent diverses décisions macro et micro, construisant l'ensemble du processus de conservation, de renouvellement, de revitalisation et d'utilisation de la ville antique, de la reconnaissance à l'identification, de la prise de décision à la gouvernance, aboutissant à une boucle fermée pour le développement durable global de la ville antique des deux villes.

### **2.1 jumeau numérique de la vieille ville de Suzhou**

La conservation et la rénovation de la vieille ville actuelle de Suzhou nécessitent la construction d'un scénario holistique intégrant divers éléments culturels historiques, des personnages et des environnements sociaux dans la vieille ville, reflétant l'originalité de la forme physique de la vieille ville à travers des éléments numériques, soulignant la conservation globale de la vieille ville, mais aussi de nouveaux facteurs déclencheurs comme catalyseurs pour activer la valeur de la vieille ville à travers l'interaction de jumeaux de scène complète dans les aspects sociaux, économiques et culturels. La ville de Suzhou avance dans la construction numérique de Suzhou, a largement construit la plate - forme de base du modèle d'information de la ville de Suzhou (CIM)<sup>[32]</sup> et explore l'application de démonstration du jumeau numérique de la vieille ville, avec une zone urbaine historique de 19,2 km<sup>2</sup> (Figure 1). Le 6 juillet 2023, lors d'une visite d'étude dans la vieille ville de Suzhou, le Secrétaire général de Xi a déclaré que « Suzhou a bien réussi à combiner tradition et modernité, non seulement avec son patrimoine historique et culturel, mais aussi avec l'innovation de haute technologie et le développement de haute qualité, ce qui représente la direction du développement futur »<sup>[33]</sup>. En combinaison avec les fondements théoriques et techniques ci - dessus, cet article propose de construire un « scénario de jumeau numérique » en utilisant la technologie de jumeau numérique dans le but de partager l'espace - temps à temps plein, de co - gouvernance à cycle complet, d'interaction de jumeau à l'échelle mondiale, de construire le système de jumeau numérique de la vieille ville de Suzhou, de libérer les valeurs culturelles uniques de la vieille ville et de réaliser la conservation et la revitalisation du patrimoine culturel historique sous la double impulsion du scénario et de la technologie. Préserver et revitaliser le patrimoine historique et culturel.

Contrairement aux scénarios définis par la théorie traditionnelle des scénarios, les scénarios jumeaux numériques se réfèrent d'une part à la reproduction et à la réflexion d'une scène réelle sur une interface numérique, et d'autre part à l'optimisation d'une scène réelle au cours d'un cycle de rétroaction de l'environnement numérique sur la scène réelle, en simulant une nouvelle scène générée par la scène réelle, puis en la rétroaction sur la scène réelle. La théorie traditionnelle de la scène élève « l'espace » du niveau purement physique au niveau social, tandis que « l'espace » dans les villes jumelles numériques s'élève davantage du niveau réel au niveau virtuel, reflétant la vie spatiale, sociale, économique et culturelle physique de la ville de manière numérique et abstraite, formant des villes jumelles numériques. L'économie, la vie culturelle, etc., formant un scénario de jumeau numérique.

Pour la vieille ville de Suzhou, un tel scénario de jumeau numérique reflète non seulement l'entité de la ville antique, mettant en évidence la myologie urbaine de la ville antique, mais aussi les valeurs culturelles contenues dans la ville antique, tout en offrant une nouvelle perspective sur la construction d'un espace de la ville antique plus intelligent après l'intégration des capacités de perception, d'interaction et de rétroaction. Tout comme les éléments de la théorie des scènes sont organiquement liés les uns aux autres <sup>[34]</sup>, les scènes de jumeaux numériques peuvent également être nouvellement découplées et reconstruites <sup>[35]</sup> par des combinaisons d'éléments numériques.

Combiner les technologies de jumeaux numériques avec la théorie traditionnelle des scénarios pour construire de nouveaux « scénarios de jumeaux numériques » pourrait non seulement compenser les lacunes de la technologie elle-même en termes de réflexion sur les besoins culturels locaux et les valeurs culturelles, mais aussi construire les données correspondantes du secteur d'activité sur la base du peignage des scénarios et ouvrir les données du secteur d'activité grâce à un système unifié d'unités spatiales pour détecter de nouveaux problèmes à partir d'une combinaison de différents éléments de données; Construire de nouvelles scènes de jumeaux numériques à l'aide de scènes de jumeaux numériques permet également de découpler et de reconstruire des scènes par une combinaison d'éléments numériques <sup>[35]</sup>. Les architectures distribuées permettent une convergence efficace au niveau numérique, un accès facile et un partage total du patrimoine historique et culturel disséminé dans le monde entier; Des données de surveillance en temps réel basées sur la détection de l'IOT, en utilisant des technologies de Big Data et d'apprentissage automatique pour explorer davantage les lois intrinsèques et les règles de fonctionnement des scénarios, réaliser des simulations scientifiques de villes réelles et faciliter la prise de décision intégrée et la gouvernance des villes jumelles numériques; Grâce à l'interaction homme - machine et à la restructuration de scénarios, nous pouvons également construire des données pour les secteurs d'activité correspondants sur la base du peignage de scénarios. L'approche de l'interaction homme - machine et la restructuration de scénarios favorisent la formation de nouvelles identités et valeurs culturelles, permettant ainsi l'évolution des modèles de vie traditionnels et l'élévation des valeurs culturelles pour atteindre les objectifs de développement durable globaux. Voir figure 2.





Fig.1 L'architecture des jumeaux numériques de l'ancienne ville de Suzhou.



Fig.2 Le processus de protection et de revitalisation du patrimoine historique et culturel urbain basé sur les scénarios de jumeaux numériques.

## 2.2 reproduction numérique de la protection physique de la vieille ville

Intégrer des données spatiales et temporelles multidimensionnelles, construire un substrat numérique de la ville antique, combiner des modèles 3D tels que des dessins historiques, des modèles de statu quo, des modèles de conception urbaine et d'autres données de propriétés socio - économiques pour réaliser la reproduction numérique et la reconstruction des valeurs culturelles des scènes passées, présentes et futures de la ville antique. Un modèle numérique comprend deux aspects. D'une part, il protège divers éléments physiques de la ville antique, tels que les maisons, les bâtiments, les cours, les unités de conservation des antiquités, les arbres anciens, les ponts anciens, les puits anciens, les rivières et les systèmes d'eau, les rues et les routes, etc., à partir de formes matérielles. Selon les besoins de différentes échelles spatiales, différents modèles de précision seront impliqués, par exemple: le modèle photographique incliné de haute précision est le plus proche de l'état réel de la vieille ville (Figure 3), peut réaliser une vue d'ensemble à grande échelle et à grande échelle de l'état actuel, voir visuellement les caractéristiques du paysage de la vieille ville, renforcer la galerie d'observation globale, le contrôle de la hauteur du bâtiment; Le modèle Architectural global, le modèle de sous - famille

hiérarchique peut afficher des informations sur la morphologie du bâtiment, la façade et les propriétés associées. Les modèles au niveau des composants, tels que les modèles BIM, peuvent refléter les détails des intérieurs et des composants des bâtiments anciens; Les modèles artificiellement raffinés rendus par le moteur de jeu (Figure 4) peuvent donner à l'utilisateur un sentiment d'immersion qui profite à l'expérience culturelle et à la promotion.

D'autre part, la scène du substrat numérique est également l'expression de l'activité socio-économique et des valeurs culturelles de la vieille ville, dont les vieilles rues et les vieilles maisons sont des points d'atterrissage pour la mémoire vivante des gens et, dans une perspective de développement durable, la protection du patrimoine culturel historique est indissociable de l'attention accordée aux gens et de la transmission des valeurs culturelles, y compris le cadre de vie, le mode de vie et de production, ainsi que les pratiques traditionnelles étroitement liées à la vie des gens, qui sont également des éléments importants de la protection et de la transmission de la culture. Ce sont également des éléments importants de la conservation et de la transmission de la culture. Grâce à la fusion et à l'intégration des données socio-économiques sur l'espace et les installations connexes, la population, les transports, etc., il est possible d'obtenir un cycle complet, des services complets, des éléments complets, une base de données complète de la vieille ville, une reproduction numérique complète de l'essence même de la conservation du patrimoine historique et culturel.



Fig.3 La vue tridimensionnelle de l'ancienne ville de Suzhou.



Fig.4 La haute résolution d'un jardin sélectionné dans l'ancienne ville de Suzhou.

### 2.3 identification de la valeur de la revitalisation de la vieille ville physique

Les valeurs de scène peuvent être identifiées et mesurées. Dans le jumeau numérique de la ville antique, plusieurs scènes spatiales sont souvent analysées de manière descriptive par différents indicateurs qui sont transformés en un système d'indicateurs quantitatifs correspondant de manière abstraite à la scène spatiale elle-même. Ces indicateurs peuvent provenir directement du Deep Learning des données ou du Deep Mining des résultats des calculs du modèle.

À partir de substrats numériques, nous construisons des scènes de « reconnaissance » de jumeaux numériques à partir de dimensions écologiques, sociales, économiques et culturelles à partir de différents éléments, abstractions et restructurons les éléments numériques et leurs relations, construisons des modèles d'évaluation, évaluons et valorisons la ville antique pour former un portrait numérique unique de la ville Antique qui reflète la réalité de la ville. L'évaluation et la valorisation de la ville antique formeront un portrait numérique unique de la ville antique, reflétant les lois de fonctionnement des scènes réelles, la valeur du patrimoine historique et culturel de la ville antique et les dangers cachés du développement de la ville antique. Sur cette base, il est possible d'identifier les zones nécessitant une protection et un contrôle historico-culturels renforcés, les parcelles pouvant faire l'objet d'un micro-renouvellement ou les zones présentant un potentiel de renouvellement plus important (Figure 5), de fournir des données détaillées et des résultats d'analyse scientifique aux ministères et aux agences de mise en œuvre des investissements, tout en contribuant à clarifier la quantité de population, de bâtiments et de ressources impliqués dans les projets de rénovation de la vieille ville et en aidant les agences correspondantes à prendre des décisions plus précises. Dans le même temps, il est souhaitable de clarifier la population, les bâtiments et les ressources impliqués dans le projet de rénovation de la vieille ville, d'aider les sujets correspondants à prendre des décisions plus précises et de faciliter la mise en œuvre de la conservation et de la rénovation de la vieille ville au niveau du projet.





Fig.5 L'évaluation du potentiel de développement de chaque parcelle : le renouveau CIM+ pour l'ancienne ville de Suzhou.

#### 2.4 décisions de raisonnement de jumeau numérique de la vieille ville

Sur la base de « l'identification » des valeurs du paysage, en combinaison avec le double besoin de conservation et de rénovation, la ville antique est considérée comme un tout organique, combinant le plan directeur pour le développement de la conservation et de la rénovation de la ville antique avec les processus d'affaires pour la rénovation de la ville antique, en simulant des scénarios de décision numériques avec des spécificités et des besoins sociaux locaux grâce à la technologie de jumeau numérique, en fournissant des fonctionnalités telles que l'assistance au choix du site du projet, les conditions de planification, le contrôle de la conception et l'évaluation d'impact pour aider à la planification et à la gestion de La construction de la ville antique Il offre des fonctionnalités telles que l'assistance au choix du site du projet, les conditions de planification, le contrôle des options de conception et l'évaluation de l'impact, l'assistance au cycle de vie complet de la planification et de la gestion de la construction de la vieille ville, la construction d'une plate - forme de conseil multidisciplinaire pour la rénovation de la vieille ville, l'exploration des innovations dans les modèles de conservation et de rénovation de la vieille ville de manière numérique et intelligente en trois dimensions.

Par exemple, dans la planification et le choix du site d' un projet de rénovation de la ville antique, il est possible de simuler automatiquement un modèle de bloc spatial en ajustant différents indicateurs pour préjuger de l' effet de la mise en œuvre du projet et, en combinaison avec les exigences de conservation de la ville historique et culturelle, de le relier à un modèle de statu quo 3D pour voir la morphologie spatiale globale de la ville et l' état du paysage; Grâce à des algorithmes systématiques, il est possible de préjuger de l'impact social de la relocalisation et de la réinstallation des populations, de l'impact des flux de trafic, de la demande d'installations de services publics et du coût de la démolition - reconstruction, de l'ampleur de la reconstruction et du coût de la reconstruction. Grâce à des algorithmes systématiques, des estimations quantitatives des impacts économiques tels que le coût de la démolition et de la reconstruction,

l'échelle de la reconstruction, le montant total du financement, etc., sont effectuées pour équilibrer les avantages combinés des différents acteurs du processus de renouvellement: résidents, gouvernements, investisseurs, etc. Par exemple, à une échelle plus microscopique, des simulations en ligne de la gestion des façades de rue, de la réparation des maisons anciennes et de la démolition de travaux de construction non autorisés peuvent être réalisées en ajustant les couleurs des façades de bâtiments en ligne et en remplaçant les toits, en reflétant la participation de multiples sujets, en façonnant des scénarios de jumeaux numériques selon les lois de la réalité et les règles commerciales, et en aidant à l'élaboration de politiques et de décisions de régénération en combinant différentes formes d'interaction homme - machine telles que les plates - formes informatiques et les applications mobiles.

### **2.5 gestion intégrée du jumeau numérique de la vieille ville**

Appliquez la technologie de jumeau numérique aux opérations urbaines, à la gestion urbaine, à la gouvernance sociale, à la gestion des urgences et à d'autres domaines, permettant une cartographie multidisciplinaire, une perception de l'ensemble des éléments et l'autonomisation du champ complet. En utilisant des technologies telles que l'Internet des objets, l'informatique de périphérie, l'informatique en nuage et d'autres, combinées à la visualisation de divers éléments dans l'espace virtuel, la surveillance précise des corridors souterrains invisibles d'origine de la vieille ville, des lignes souterraines, ainsi que des lignes de transport principales, des infrastructures municipales majeures et d'autres projets de survie urbaine, reflétant la situation opérationnelle dans le scénario réel complet du jumeau numérique de la vieille ville; Combiné avec la technologie de simulation de simulation pour réaliser le flux de trafic, l'activité de la foule, combiné avec la technologie de simulation, peut réaliser la simulation du flux de trafic, de l'activité de groupe, des catastrophes naturelles, de la propagation de l'épidémie, etc., pour fournir des services de prévision intelligents pour La gestion de la congestion routière, l'évacuation de la population de la zone pittoresque, la prévention et le contrôle précis de l'épidémie.

Combiner la situation actuelle, les données de planification et les données souterraines et aériennes dans la plate - forme de jumeau numérique pour fournir un support de base aux réunions multisectorielles et multi - experts, donner les conditions de planification et de conception du projet, faciliter le Gouvernement pour affiner les exigences de contrôle du projet, mettre en œuvre les conditions de planification, développer les exigences de gestion raffinée pour la conservation et la rénovation de la vieille ville (Figure 7); Offrir des services publics numériques plus pratiques au public en combinaison avec la participation du public; L'enrichissement continu des scénarios de jumeaux numériques facilite la gestion de la congestion routière, l'évacuation des populations dans les zones pittoresques et le contrôle précis des épidémies. La scène du jumeau numérique est constamment enrichie pour promouvoir la conservation intelligente et une gouvernance plus scientifique de la vieille ville, promouvoir le fonctionnement en boucle fermée de l'intégration de la planification, de la construction, de la gestion et de l'exploitation de la vieille ville et démontrer le haut niveau de sagesse de la ville jumelle numérique.



Fig.6 La décision de sélection de l'emplacement : le renouveau CIM+ pour l'ancienne ville de Suzhou.



Fig.7 La négociation pour les spécifications du permis de planification : le renouveau CIM+ pour l'ancienne ville de Suzhou.

### 3 jumeaux numériques de la vieille ville de Suzhou alimentés par la technologie

#### 3.1 entités et systèmes de codage spatial

À partir des besoins des scénarios de jumeaux numériques, nous peignons les plus petites unités spatiales des jumeaux numériques de la vieille ville de Suzhou en tant que bâtiments, établissons des relations d'association couvrant différents niveaux d'unités spatiales et différents types d'entités spatiales, tels que les bâtiments, les terrains, les parcelles, les grilles, les quartiers, les rues, les districts, les comtés, les villes, etc., afin d'élucider les relations entre les entreprises et les données dans différents domaines, de répondre aux besoins de montage de propriétés de données 3D et de scénarios d'application où la fusion 2D et 3D est possible, et d'établir un code «

carte d'identité» unique pour chaque unité spatiale et entité spatiale. Il établit un code « ID » unique pour chaque unité spatiale et entité spatiale. Voir figure 8.

Établir des points d'ancrage de cartographie de réalité virtuelle jumeaux numériques de la ville antique basés sur le codage spatial, permettant la gestion de chaque arbre ancien, pont ancien, maison ancienne, etc., l'intégration des données pertinentes, la réalisation de la cohérence des données sur les bâtiments, les parcelles, les parcelles de planification, les quartiers, les quartiers et l'unification des diverses restrictions, conditions favorables et autres données pertinentes sur l'état actuel de la conservation historique et culturelle, etc., en un « bloc » basé sur la même unité spatiale. « le Code lui - même est également un algorithme intégré.

Le Code lui - même est également un algorithme intégré qui construit une « métrique » pour la reconnaissance spatiale et les transactions. Tout en renforçant la gestion des éléments numériques du patrimoine historique et culturel, une base a été fournie pour la mise à jour de la recherche sur la ville antique et la gouvernance intégrée, facilitant l'interrogation et le partage d'informations relatives à tout élément culturel, à toute parcelle et à toute étendue spatiale. Les objectifs suivants ont été atteints. À l'avenir, le partage de données et le commerce de données peuvent être réalisés en « blocs ».

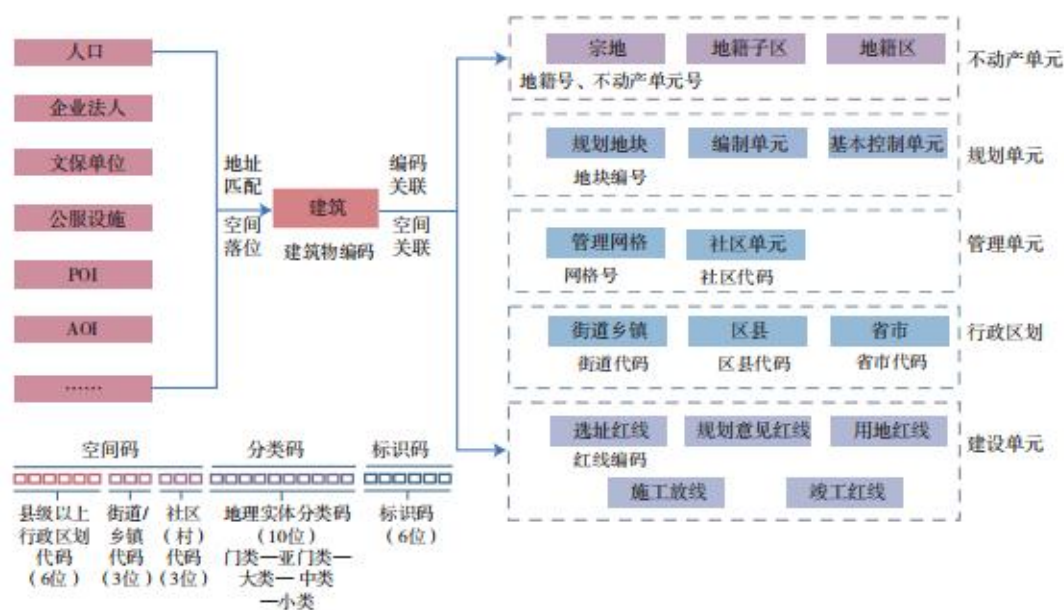


Fig.8 Le système de codage spatial : la norme pour les jumeaux numériques de Suzhou.

### 3.2 Systèmes d'architecture distribués reliant la base au reste du monde

Dans les systèmes d'information traditionnels, l'architecture distribuée est l'utilisation d'un réseau informatique à haut débit pour connecter des unités physiquement dispersées en un tout logiquement unifié [36] qui peut résoudre efficacement les problèmes de haute concurrence, offrant une évolutivité et une haute disponibilité. Le jumeau numérique de la ville antique s'inspire de l'idée d'une architecture distribuée, créant un système d'architecture distribuée avec un accès rapide et efficace pour les utilisateurs, reliant la base au reste du monde, renforçant la diffusion culturelle de la ville antique et les échanges culturels avec le reste du monde, permettant une utilisation adaptative du patrimoine culturel historique.

D'une part, différents types d'objets de conservation historico-culturels sont fusionnés



sous forme d'éléments numériques dans le jumeau numérique de la ville antique, y compris les unités nationales, provinciales, municipales de conservation des antiquités et les bâtiments historiques, les objets mobiliers qui n'ont pas encore été approuvés comme unités de conservation, le patrimoine culturel immatériel, etc., affinés à différentes échelles spatiales dans la ville antique, les quartiers, les parcelles et les bâtiments, transformés en bâtiments numériques dans la conservation et la rénovation de la ville antique. Ces éléments numériques seront affinés et affichés à différentes échelles spatiales telles que la vieille ville, les quartiers, les blocs, les parcelles, les bâtiments, etc., et traduits en exigences de contrôle pour les unités spatiales correspondantes dans la conservation et la rénovation de la vieille ville, permettant une conservation historique et culturelle raffinée et une gouvernance spatiale.

D'autre part, à l'avenir, à l'extérieur de la vieille ville de Suzhou, les ressources historiques et culturelles de différentes régions, villes et pays peuvent également construire des nœuds de données historiques et culturelles distribuées respectives avec la même hiérarchie, et les nœuds du monde entier seront interconnectés via des réseaux informatiques à haut débit pour construire le système de jumeau numérique de la vieille ville de Suzhou dans le cadre d'un « Financement participatif », promouvoir le jumeau numérique des ressources culturelles, promouvoir le jumeau numérique des biens culturels et le jumeau numérique des biens culturels. La co-construction de systèmes de jumeaux numériques par le biais d'une approche de « crowdfunding » favorisera une intégration efficace des ressources culturelles de jumeaux numériques, sera ouverte au public mondial avec le soutien d'un accès hautement simultané, permettra au public de faire l'expérience d'une identité multiculturelle dans des scénarios de jumeaux numériques, renforcera la conservation, la transmission et le développement des ressources du patrimoine culturel et favorisera les échanges culturels historiques et l'épanouissement culturel et artistique dans le monde entier.

### **3.3 Simulation réactive en temps réel basée sur des Big Data et une intelligence artificielle fiables**

Les technologies les plus importantes dans la construction de villes jumelles numériques sont les algorithmes et la simulation qui, grâce à la simulation en temps réel dans un monde de villes jumelles numériques, basée sur l'intelligence artificielle, telle que le Big Data de confiance et la perception de l'IOT, peuvent résoudre la simulation et la prise de décision de divers scénarios complexes dans le monde réel qui ne peuvent pas être réalisés par simulation. Dans la conservation de la vieille ville, il est facile pour les utilisateurs de percevoir en temps réel diverses données dynamiques en temps réel sur le patrimoine grâce à la numérisation et à la modélisation 3D du patrimoine culturel historique et à des points d'accès réels aux données de surveillance basées sur la perception de l'IOT, et de renforcer la Protection dynamique du patrimoine et la surveillance des alertes précoces en fixant systématiquement les seuils correspondants, afin de détecter rapidement les changements dans le patrimoine culturel et de répondre aux crises.

Dans l'utilisation revitalisée de la vieille ville, en intégrant les données de surveillance du flux de personnes en temps réel de la zone pittoresque de la vieille ville dans un espace jumeau numérique, en combinant des caractéristiques démographiques telles que l'âge, le sexe, l'origine, etc., il est possible de planifier des activités hors ligne correspondantes ou d'accompagner les installations commerciales correspondantes dans la zone pittoresque densément fréquentée, renforçant ainsi la vitalité de la vieille ville. En termes de sécurité et d'intervention d'urgence dans la ville antique, grâce à la modélisation tridimensionnelle raffinée des lignes souterraines,

des bâtiments, des routes, des installations et des vignettes de la ville antique et à l'installation de dispositifs de surveillance ou d'alarme correspondants à différents points, grâce à un apprentissage fiable de l'intelligence artificielle, il est possible d'avertir à l'avance des situations dangereuses lorsque la ville antique détecte des objets dangereux ou des sources dangereuses, ou lorsque des situations dangereuses se produisent, il est également possible d'effectuer des simulations et des recommandations de plans d'intervention d'urgence en temps opportun. Les effets de l'élimination d'urgence peuvent être optimisés.

### **3.4 interaction homme - machine flexible pour la protection de la vieille ville**

Une autre technologie importante dans la construction des villes jumelles numériques est l'interaction et le contrôle. En tant qu'espace mappé en temps réel avec le monde réel, un jumeau numérique peut obtenir l'effet correspondant en contrôlant les objets dans l'espace virtuel, puis en soutenant les décisions correspondantes dans le monde réel. Cette technologie est particulièrement importante dans la préservation et la revitalisation de la vieille ville. En ce qui concerne la conservation culturelle, lors de la planification et de l'approbation de projets de rénovation dans des quartiers historiques et culturels, en plaçant le programme dans des scénarios réels pour la comparaison et la visualisation, les utilisateurs peuvent placer le programme sur la route ou à un endroit spécifique autour du programme avec une perspective à la première personne, avoir un sentiment réel sur le programme, voir si le programme s'harmonise avec le style architectural environnant, s'il bloque certains points de repère importants, s'il affecte la galerie d'observation, etc., tout en soutenant le développement de l'espace virtuel pour obtenir l'effet correspondant, fournissant ainsi un soutien aux décisions correspondantes Dans le monde réel. Il prend également en charge les changements de matériaux en ligne, les changements de couleurs et les changements de composants, en aidant à la révision des schémas de planification grâce à une interaction homme - machine flexible, maximisant ainsi le style et la texture de la vieille ville.

Dans le contexte de la renaissance culturelle et de la transmission de la vieille ville, grâce à une modélisation fine des bâtiments protégés et à la collecte et à la connexion de données brutes, un musée numérique virtuel a été construit, permettant aux utilisateurs de voir réellement chaque composant, chaque Texture fine, même les allusions culturelles et les données historiques derrière les bâtiments protégés dans un espace numérique, avec des formes flexibles d'interaction homme - machine via une application Multi - terminaux, une interface interactive conviviale et un fonctionnement simple et fluide. Grâce à des applications multi - terminaux, des interfaces interactives conviviales et une expérience d'exploitation simple et fluide, les utilisateurs peuvent ressentir le charme du patrimoine culturel historique de manière plus réaliste, sans contraintes de temps et de lieu, restaurer l'originalité de la culture du patrimoine culturel historique par le biais d'un dialogue "homme - scène" pour atteindre l'élévation et la transmission des valeurs du patrimoine culturel.

## **4 perspectives d'avenir pour le jumelage numérique de la vieille ville de Suzhou**

### **4.1 Renaissance numérique des méthodes traditionnelles de construction dans la vieille ville**

À l'heure actuelle, il existe deux principales façons de renouveler la vieille ville de Suzhou, l'une pour restaurer les bâtiments protégés et l'autre pour transformer, agrandir ou reconstruire des bâtiments ordinaires. La technologie des jumeaux numériques contribue à la restauration et à la restauration de tous les types de bâtiments protégés de manière plus précise et scientifique, en renforçant l'examen et la gestion des nouveaux bâtiments pour répondre aux scénarios de

gestion fine et de synergie multiprofessionnelle de la conservation de la vieille ville.

Pour les bâtiments historiques et culturels protégés, les jumeaux numériques peuvent enregistrer et récupérer les données les plus réalistes et les plus détaillées sur les bâtiments actuels, analyser et simuler les matériaux de construction anciens, enregistrer numériquement les composants tout en documentant les techniques de construction de bâtiments anciens tels que le patrimoine culturel immatériel, reproduire les processus architecturaux anciens, simulant ainsi le processus de construction de bâtiments historiques dans un espace jumeau numérique, et peuvent également être combinés avec la technologie 3D pour améliorer la gestion de nouveaux bâtiments. Le processus de construction peut également être combiné avec l'impression 3D, la construction modulaire et d'autres technologies pour reproduire et produire des composants précieux, fournissant un atout précieux pour la réparation et la restauration de futurs bâtiments historiques. Deuxièmement, les effets des différentes solutions de restauration peuvent être simulés en ligne par simulation numérique pour aider à déterminer celles qui correspondent le mieux aux scénarios réalistes de la vieille ville. En outre, il est également possible d'intégrer des technologies à faible émission de carbone, d'explorer la rénovation des anciens bâtiments, d'améliorer l'efficacité énergétique grâce à des rénovations éconergétiques, à la surveillance de la consommation d'énergie, à la régulation automatique, etc., de créer des bâtiments à faible émission de carbone et à zéro émission de carbone et de réaliser une combinaison de technologies de construction anciennes et nouvelles.

#### **4.2 Évolution numérique du mode de vie traditionnel dans la vieille ville**

La vieille ville de Suzhou a 2500 ans d'histoire et conserve encore aujourd'hui le style unique de « parallèle de surface, adjacent à la rue jiang » et de « petit pont coulant de l'eau, tuiles murales blanches ». Aujourd'hui, avec un patrimoine culturel matériel bien préservé, les jumeaux numériques peuvent mieux permettre l'évolution numérique des modes de vie traditionnels, permettant à la vieille ville de vraiment « ressembler à 2500 ans d'histoire à l'extérieur et d'entrer à l'intérieur pour vivre 2035 ».

La technologie des jumeaux numériques a apporté deux changements majeurs au mode de vie traditionnel de la vieille ville. L'un est d'améliorer l'expérience de vie des gens dans le monde réel grâce à des jumeaux numériques dans diverses industries, telles que la combinaison de la créativité numérique avec le style de vie « lent » du petit pont de la vieille ville et du jardin d'eau, les gens peuvent se connecter numériquement à la vie pratique dans la vieille ville de jumeaux numériques, y compris les spectacles en ligne, les salles de classe en ligne, le télétravail, les hôpitaux intelligents, les supermarchés intelligents, etc. Dans le monde réel, les jumeaux numériques peuvent également être utilisés dans le monde réel. Les gens dans le jumeau numérique peuvent créer des liens de vie pratiques par des moyens numériques, y compris des spectacles en ligne, des cours en ligne, du télétravail, des hôpitaux intelligents, des supermarchés intelligents, etc., tandis que dans la vieille ville physique, ils peuvent encore faire l'expérience d'un environnement bâti écologiquement habitable et agréable; Un autre exemple est la combinaison de la détection de l'Internet des objets (IoT), de l'Edge Computing et des technologies de conduite autonome, qui faciliteront l'application des futures voitures sans conducteur et d'autres nouveaux types de véhicules de transport pour améliorer l'efficacité opérationnelle des transports, économiser davantage d'espace sur la route, rendre les rues aux gens et fournir plus d'espace pour les mouvements lents et variables. L'autre consiste à améliorer le sentiment d'acquisition et de bien-être des gens dans la réalité en construisant un

monde numérique, une réplique jumelle du monde réel, qui permet aux gens de vivre des scènes de vie numériques dans l'espace numérique, par exemple, en créant une image numérique personnelle unique, en expérimentant des scènes de vie telles que le shopping, le divertissement, etc. dans la vieille ville numérique, mais aussi en participant à des activités de foule intelligentes dans le monde virtuel, en simulant la planification, la conception et la rénovation de la vieille ville expérientielle, ainsi que l'exploitation de leurs propres actifs numériques et en transférant certains bons contenus et certains bons attributs et modèles dans le monde réel pour la reproduction.

#### **4.3 valorisation numérique des valeurs culturelles traditionnelles de la vieille ville**

La reproduction numérique du patrimoine culturel de la ville antique par le biais de la technologie des jumeaux numériques peut faciliter la transformation des « ressources culturelles » pertinentes en « biens culturels », améliorant ainsi globalement les valeurs culturelles de la ville antique. La valeur du patrimoine culturel historique comprend deux dimensions : la valeur du patrimoine culturel lui-même et la valeur des chaînes industrielles dérivées du patrimoine culturel.

D'une part, l'utilisation du patrimoine culturel pour promouvoir le développement des industries culturelles caractéristiques de la région, le patrimoine culturel nourrit la marque, la marque conduit l'industrie, augmente les revenus des résidents par le biais de l'industrie alimentant le patrimoine culturel, active la dynamique de développement interne et favorise le développement des industries caractéristiques de La région <sup>[37]</sup>, par exemple, le projet Suzhou Tiancheng 2077 est d'explorer les éléments qui déconstruisent et reconstituent les éléments culturels historiques de Suzhou, améliorer les valeurs culturelles de la vieille ville par le biais d'expériences immersives scénographiques, la socialisation de la réalité virtuelle, etc. Socialisation de la réalité virtuelle, etc.

Grâce à des expériences scéniques immersives, à la socialisation de la réalité virtuelle et plus encore, l'histoire, le présent et le passé de Suzhou sont présentés sous forme numérique, stimulant ainsi la consommation culturelle locale et le développement urbain.

D'autre part, le jumeau numérique de la vieille ville peut également fournir des scénarios de présentation et de négociation pour divers éléments numériques du patrimoine culturel historique de la vieille ville. À l'avenir, le patrimoine culturel historique peut être préservé pour toujours dans le métaunivers ou au-delà de l'espace réel, à travers lequel divers héritages culturels historiques tangibles et intangibles peuvent être réorganisés en communautés civilisées entièrement nouvelles dans l'espace virtuel, renforçant ainsi le sens de l'expérience du jumeau numérique et ouvrant la voie à la Création et au développement culturels pertinents pour les gens du monde entier. Les scénarios de jumeaux numériques peuvent améliorer l'expérience des scénarios de jumeaux numériques, mener des activités pertinentes de création culturelle et de transaction économique pour les personnes du monde entier, effectuer des transactions numériques sur les dérivés culturels du patrimoine culturel. Grâce à la numérisation, l'artisanat, les matériaux, les technologies, les connotations culturelles, les histoires et les modes de vie des artefacts ou des bâtiments anciens seront diffusés et consommés à plus grande échelle, renforçant ainsi la conservation des artefacts et des bâtiments anciens, facilitant l'émergence de nouvelles idées commerciales, facilitant les scénarios de consommation et de transaction dans le monde réel, étendant la portée du patrimoine culturel historique des environnements locaux et chinois à l'environnement mondial, permettant ainsi l'élévation numérique des valeurs culturelles

traditionnelles des villes anciennes. La numérisation met en valeur les valeurs culturelles traditionnelles de la vieille ville.

## **5 Conclusion**

La technologie des jumeaux numériques est un nouvel outil de préservation et de revitalisation du patrimoine historique et culturel et un moyen d'améliorer la vie. Les exigences de la vie fournissent des idées novatrices et des scénarios d'application pour la technologie, et la simulation et l'expérimentation de la technologie dans le scénario du jumeau numérique de la vieille ville favoriseront à leur tour le développement d'industries technologiques émergentes pertinentes dans la réalité et leur application dans la vie réelle pour créer de nouvelles expériences de vie et de nouveaux modes de vie. Cet article propose de manière créative de construire un « scénario de jumeau numérique » à l'aide de la technologie de jumeau numérique, de construire un système de jumeau numérique de la vieille ville de Suzhou, d'explorer le modèle de construction de la vieille ville de Suzhou basé sur le scénario et la technologie pour résoudre les contradictions dans le processus de conservation et de renouvellement de la vieille ville de Suzhou et libérer de nouvelles expériences de vie et de nouveaux modes de vie dans la vie réelle en passant au peigne fin. Processus de conservation et de renouvellement de la vieille ville de Suzhou. Il permettra de résoudre les contradictions dans le processus de conservation et de rénovation de la vieille ville de Suzhou, de libérer les valeurs culturelles uniques de la vieille ville, de promouvoir la conservation, l'utilisation et la transmission du patrimoine culturel historique, de réaliser la conservation globale et le développement durable de la vieille ville, d'explorer l'Application du jumeau numérique de la vieille ville de Suzhou à l'économie numérique, à la vie numérique et à la culture numérique du futur, de permettre le partage de l'espace à temps plein du jumeau, la gouvernance partagée à l'échelle du cycle et l'interaction à l'échelle du domaine. Sur la base du jumeau numérique, les valeurs culturelles traditionnelles sont constamment fusionnées avec les modes de vie culturels émergents, la culture de la vie est en constante itération et les connotations qualitatives de la vieille ville sont éternelles.

Cependant, les jumeaux numériques en sont encore à leurs débuts, les capacités de visualisation sont beaucoup plus importantes que les capacités de simulation et d'interopérabilité, et les capacités de visualisation du positionnement doivent encore être améliorées. Le processus de jumeau numérique de la vieille ville de Suzhou sera donc progressif et itératif. Tout d'abord, les connaissances de diverses industries basées sur la conservation et le renouvellement de la vieille ville doivent être traduites en modèles de simulation pour permettre des percées futures dans les innovations de modélisation Collaborative interdisciplinaire; Deuxièmement, l'accumulation de données sensorielles basées sur la ville antique doit être tirée en fonction de scénarios d'application efficaces, afin que les données soient constamment mises à jour pendant l'utilisation et que la plate - forme jumelle numérique de la ville antique reste vivante; Troisièmement, l'innovation créative dans les villes anciennes nécessite l'adoption en temps opportun de technologies numériques génératives (telles que la modélisation générative à grande échelle). Troisièmement, l'innovation créative dans les villes anciennes nécessite l'adoption en temps opportun des technologies numériques génératives (telles que les grands modèles génératifs) pour créer autant de nouveaux modèles économiques, de vie, culturels et de gestion dans les villes anciennes que possible, afin que les objets traditionnels et la culture des villes anciennes soient perpétués et promus de manière créative dans la vie quotidienne des gens.

## 参考文献

### Références

[1] 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要 [EB/OL]. 新华社 . [http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content\\_5592681.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm), 2021-03-13

Le 14ème Plan quinquennal pour le développement économique et social national de la République populaire de Chine et les grandes lignes de la vision 2035 [EB/OL]. Agence de presse Xinhua. [http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content\\_5592681.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm), 2021-03-13.

[2] 中共中央办公厅 国务院办公厅印发《关于 推进实施国家文化数字化战略的意见》 [EB/OL]. 新华社 . [http://www.gov.cn/zhengce/2022-05/22/content\\_5691759.htm](http://www.gov.cn/zhengce/2022-05/22/content_5691759.htm), 2022-05-22

Le Bureau central du Comité central du Parti communiste chinois et le Bureau du Conseil des affaires d'État publient "L'opinion sur la promotion de la mise en œuvre de la stratégie de numérisation culturelle nationale" [EB/OL]. Agence de presse Xinhua. [http://www.gov.cn/zhengce/2022-05/22/content\\_5691759.htm](http://www.gov.cn/zhengce/2022-05/22/content_5691759.htm), 2022-05-22.

[3] 张松 . 城市生活遗产保护传承机制建设的理念及路径:上海历史风貌保护实践的经 验与挑战[J]. 城市规划学刊, 2021(6): 100- 108.

Zhang Song. Idées et approches pour la construction du mécanisme de protection et de transmission du patrimoine vivant urbain : expériences et défis de la pratique de protection du paysage historique de Shanghai [J]. Revue d'Urbanisme, 2021(6): 100-108.

[4] 张松, 张广汉, 张杰, 等 . “新时代中国特色 历史城市的价值认识及保护要义” 学术笔 谈会[J]. 城市规划学刊, 2018(1): 1-9.

Zhang Song, Zhang Guanghan, Zhang Jie, et al. Colloque académique sur la reconnaissance de la valeur et les principes de protection des villes historiques caractéristiques de l'ère nouvelle en Chine [J]. Revue d'Urbanisme, 2018(1): 1-9.

[5] 兰伟杰, 胡敏, 赵中枢 . 历史文化名城保护 制度的回顾、特征与展望[J]. 城市规划学 刊, 2019(2): 30-35.

Lan Weijie, Hu Min, Zhao Zhongshu. Retour, caractéristiques et perspectives du système de protection des villes historiques et culturelles [J]. Revue d'Urbanisme, 2019(2): 30-35.

[6] 常青, 阮仪三, 张松, 等 . “文化传承与历史 保护 ” 学术笔谈[J]. 城市规划学刊 , 2019 (S1): 105-108.

Chang Qing, Ruan Yisan, Zhang Song, et al. Colloque académique sur la transmission culturelle et la protection historique [J]. Revue d'Urbanisme, 2019(S1): 105-108.

[7] 党安荣, 梁媛媛, 陈麦尼, 等 . 历史文化名 城保护的信息技术方法研究进展与趋势 [J]. 中国名城, 2021, 35(4): 33-37.

Dang Anrong, Liang Yuanyuan, Chen Maoni, et al. Progrès et tendances de la recherche sur les méthodes informatiques pour la protection des villes historiques et culturelles [J]. Villes célèbres en Chine, 2021, 35(4): 33-37.

[8] 陈蔚, 胡斌 . 我国历史文化遗产保护理论 体系的框架性研究[J]. 室内设计, 2012, 27 (5): 35-38.

Chen Wei, Hu Bin. Étude cadre sur le système théorique de protection du patrimoine historique et culturel en Chine [J]. Conception intérieure, 2012, 27(5): 35-38.

[9] 黄勇, 石亚灵 . 国内外历史街区保护更新 规划与实践评述及启示[J]. 规划师, 2015, 31(4): 98-104.

Huang Yong, Shi Yaling. Évaluation et implications des pratiques de protection et de renouvellement des quartiers historiques à l'échelle nationale et internationale [J]. Planners, 2015, 31(4): 98-104.

[10] 屠李, 张超荣, 赵鹏军 . 走向可持续性保 护:城市遗产保护的理论与规划响应 [C]//新常态: 传承与变革——2015 中国城 市规划年会论文集 (08 城市文化) . 2015.

Tu Li, Zhang Chaorong, Zhao Pengjun. Vers une protection durable : évolution théorique et réponse de planification à la protection du patrimoine urbain [C]//Nouvelle normalité : transmission et transformation — Recueil des articles de la Conférence annuelle de planification urbaine de Chine (08 Culture urbaine). 2015.

[11] 刘辉龙 . 基于“有机更新”理论的北京南锣 鼓巷历史文化保护区的提升策略[J].中国 文化遗产, 2018(4): 85-92.

Liu Huilong. Stratégies pour améliorer la zone de protection historique et culturelle de Nanguo Drum Alley à Beijing basées sur la théorie de la "mise à jour organique" [J]. Patrimoine culturel chinois, 2018(4): 85-92.

[12] 朱佳奇, 夏健, 刘露 . 基于“城市触媒”理论 的历史文化街区保护更新研究: 以苏州 古城 15 号街坊为例[J]. 苏州科技大学学报(工 程技术版), 2020, 33(2): 45-50.

Zhu Jiaqi, Xia Jian, Liu Lu. Recherche sur la protection et le renouvellement des districts historiques et culturels basée sur la théorie du "catalyseur urbain" : étude de cas du bloc 15 de la vieille ville de Suzhou [J]. Journal de l'Université des sciences et technologies de Suzhou (Édition ingénierie et technologie), 2020, 33(2): 45-50.

[13] 秦海东, 胡李平 . 基于城市触媒效应的传 统商业街区微更新策略[J]. 规划师, 2019, 35(S1): 81-86.

Qin Haidong, Hu Liping. Stratégies de micro-renouvellement pour les quartiers commerciaux traditionnels basées sur l'effet catalyseur urbain [J]. Planners, 2019, 35(S1): 81-86.

[14] 李和平, 靳泓, Terry N. Clark, 等 . 场景理 论及其在我国历史城镇保护与更新中的 应用[J]. 城市规划学刊, 2022(3): 102-110.

Li Heping, Jin Hong, Terry N. Clark, et al. Théorie des lieux et son application dans la protection et le renouvellement des villes historiques en Chine [J]. Revue d'Urbanisme, 2022(3): 102-110.

[15] 吴军, 夏建中, 特里·克拉克 . 场景理论与城 市发展:芝加哥学派城市研究新理论范式 [J]. 中国名城, 2013(12): 8-14.

Wu Jun, Xia Jianzhong, Terry Clark. Théorie des lieux et développement urbain : un nouveau paradigme théorique de l'étude urbaine de l'école de Chicago [J]. Villes célèbres en Chine, 2013(12): 8-14.

[16] GLAESSGEN E, STARGEL D. The digi - tal twin paradigm for future NASA and U. S. Air Force vehicles[C]//Proceedings of the 53rd AIAA/ ASME/ ASCE/ AHS/ ASC Structures. Structural Dynamics and Materials Conference . Honolulu, USA: AIAA, 2012.

Glaessgen E, Stargel D. Le paradigme du jumeau numérique pour les véhicules futurs de la NASA et de l'US Air Force [C]//Actes de la 53ème Conférence sur les structures, la dynamique structurelle et les matériaux de l'AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC. Honolulu, USA: AIAA, 2012.

[17] TAO Fei, ZHANG Meng, LIU Yu, et al. Digital twin driven prognostics and health management for complex equipment[J]. CIRP Annals-Manufacturing Technolo- gy, 2018, 67 (1):169-172.

Tao Fei, Zhang Meng, Liu Yu, et al. Gestion prédictive et de santé des équipements complexes

pilotée par le jumeau numérique [J]. CIRP Annals - Manufacturing Technology, 2018, 67(1): 169-172.

[18] 陶飞, 刘蔚然, 张萌, 等 . 数字孪生五维模型及十大领域应用[J]. 计算机集成制造系统, 2019, 25(1): 1-18.

Tao Fei, Liu Weiran, Zhang Meng, et al. Modèle cinq dimensions du jumeau numérique et ses applications dans dix domaines [J]. Systèmes de fabrication intégrés par ordinateur, 2019, 25(1): 1-18.

[19] 杨林瑶, 陈思远, 王晓, 等 . 数字孪生与并行系统:发展现状、对比及展望[J]. 自动化学报, 2019, 45(11): 2001-2031.

Yang Linyao, Chen Siyuan, Wang Xiao, et al. Jumeau numérique et systèmes parallèles : développements actuels, comparaisons et perspectives [J]. Acta Automatica Sinica, 2019, 45(11): 2001-2031.

[20] 党安荣, 王飞飞, 曲葳, 等 . 城市信息模型 (CIM) 赋能新型智慧城市发展综述[J]. 中国名城, 2022, 36(1): 40-45.

Dang Anrong, Wang Feifei, Qu Wei, et al. Vue d'ensemble de l'empowerment du développement des nouvelles villes intelligentes par le modèle d'information urbain (CIM) [J]. Villes célèbres en Chine, 2022, 36(1): 40-45.

[21] 杨新 . 数字技术在历史建筑保护与修复中的应用研究[J]. 中国房地产, 2021(21): 74-79.

Yang Xin. Recherche sur l'application des technologies numériques à la protection et à la restauration des bâtiments historiques [J]. Immobilier chinois, 2021(21): 74-79.

[22] 周庆, 吕扬, 李兵 . 多时态三维技术在历史文化街区保护中的应用: 以北京石景山区模式口文保区修缮整治为例[J]. 北京测绘, 2018, 32(1): 84-88.

Zhou Qing, Lyu Yang, Li Bing. Application de la technologie 3D multi-temporelle à la protection des districts historiques et culturels : étude de cas de la zone de protection culturelle de Modekou, district de Shijingshan, Beijing [J]. Beijing Surveying and Mapping, 2018, 32(1): 84-88.

[23] 陈仲光, 徐建刚, 蒋海兵 . 基于空间句法的历史街区多尺度空间分析研究: 以福州三坊七巷历史街区为例[J]. 城市规划, 2009 (8): 92-96.

Chen Zhuguang, Xu Jiangan, Jiang Haibing. Recherche sur l'analyse spatiale multi-échelle des districts historiques basée sur la syntaxe spatiale : étude de cas du district historique de Sanfang Qixiang à Fuzhou [J]. Urban Planning, 2009(8): 92-96.

[24] 秦晓珠, 张兴旺 . 数字孪生技术在物质文化遗产数字化建设中的应用[J]. 情报资料工作, 2018(2): 103-111.

Qin Xiaozhu, Zhang Xingwang. Application de la technologie du jumeau numérique à la construction numérique des biens culturels matériels [J]. Travail d'information et documentation, 2018(2): 103-111.

[25] 吴志强, 甘惟, 臧伟, 等 . 城市智能模型 (CIM)的概念及发展[J]. 城市规划, 2021, 45(4): 106-113.

Wu Qiang, Gan Wei, Zang Wei, et al. Concept et développement du modèle intelligent urbain (CIM) [J]. Urban Planning, 2021, 45(4): 106-113.

[26] 吴志强, 甘惟, 刘朝晖, 等 . AI 城市: 理论与模型架构[J]. 城市规划学刊, 2022(5): 17-23.

Wu Qiang, Gan Wei, Liu Zhaohui, et al. Ville IA : théorie et architecture du modèle [J]. Revue d'Urbanisme, 2022(5): 17-23.



[27] 吴志强, 王坚, 李德仁, 等 . 智慧城市热潮 下的“冷”思考学术笔谈[J]. 城市规划学刊, 2022(2): 1-11.

Wu Qiang, Wang Jian, Li Deren, et al. Colloque académique sur une réflexion "froide" dans l'engouement pour les villes intelligentes [J]. Revue d'Urbanisme, 2022(2): 1-11.

[28] 张智, 党安荣, 侯妙乐, 等 . 长城文化遗产 保护与利用的信息技术方法框架构建[J]. 遥感学报, 2021, 25(12): 2339-2350.

Zhang Zhi, Dang Anrong, Hou Miaole, et al. Construction d'un cadre méthodologique pour la protection et l'utilisation du patrimoine culturel de la Grande Muraille [J]. Journal of Remote Sensing, 2021, 25(12): 2339-2350.

[29] 王承华, 张进帅, 姜劲松 . 微更新视角下的 历史文化街区保护与更新: 苏州平江历史文化街区 城市设计 [J]. 城市规划学刊 , 2017(6): 96-104.

Wang Chenghua, Zhang Jinshuai, Jiang Jinsong. Protection et renouvellement des districts historiques et culturels sous l'angle de la micro-renouvellement : conception urbaine du district historique et culturel de Pingjiang à Suzhou [J]. Revue d'Urbanisme, 2017(6): 96-104.

[30] 杨俊宴 . 从数字设计到数字管控: 第四代 城市设计范型的威海探索[J]. 城市规划学刊, 2020(2): 109-118.

Yang Junyan. De la conception numérique à la gestion numérique : exploration de la quatrième génération de la conception urbaine à Weihai [J]. Revue d'Urbanisme, 2020(2): 109-118.

[31] 杨俊宴, 程洋, 邵典 . 从静态蓝图到动态智 能规则:城市设计数字化管理平台理论初探[J]. 城市规划学刊, 2018(2): 65-74.

Yang Junyan, Cheng Yang, Shao Dian. Du blueprint statique aux règles intelligentes dynamiques : exploration initiale de la théorie de la plateforme de gestion numérique de la conception urbaine [J]. Revue d'Urbanisme, 2018(2): 65-74.

[32] 杨滔 , 李晶 , 张月朋 , 等 . 城市信息模型 (CIM) 平台 顶层 设计的 理论与 方法 探 讨 : 以苏州为例[J]. 城市发展研究, 2022, 29(7): 24-29. 4

Yang Tao, Li Jing, Zhang Yuepeng, et al. Exploration théorique et méthodologique de la conception de haut niveau de la plateforme CIM : étude de cas de Suzhou [J]. Recherche sur le développement urbain, 2022, 29(7): 24-29.

[33] 把握好现代化进程中传统与现代的关系 [EB/OL]. 人民日报 . [http://paper.people.com.cn/rmrb/html/2023-09/11/nw.D110000renmrb\\_20230911\\_1-09.htm](http://paper.people.com.cn/rmrb/html/2023-09/11/nw.D110000renmrb_20230911_1-09.htm), 2023-09-11.

Maîtriser la relation entre le traditionnel et le moderne dans le processus de modernisation [EB/OL]. Quotidien du Peuple. [http://paper.people.com.cn/rmrb/html/2023-09/11/nw.D110000renmrb\\_20230911\\_1-09.htm](http://paper.people.com.cn/rmrb/html/2023-09/11/nw.D110000renmrb_20230911_1-09.htm), 2023-09-11.

[34] 吴军 . 城市社会学研究前沿: 场景理论述评[J]. 社会学评论, 2014, 2(2): 90-95.

Wu Jun. Avant-garde de la recherche en sociologie urbaine : évaluation de la théorie des lieux [J]. Revue de sociologie, 2014, 2(2): 90-95.

[35] 温雯, 戴俊骋 . 场景理论的范式转型及其 中国实践[J]. 山东大学学报(哲学社会科学版), 2021(1): 44-53.

Wen Wen, Dai Juncheng. Transformation de paradigme de la théorie des lieux et sa pratique en Chine [J]. Journal de l'Université de Shandong (Édition philosophie et sciences sociales), 2021(1): 44-53.

[36] 李明 . 浅谈分布式数据库在组织机构代码 系统中的应用[J]. 山东纺织经济, 2007(4): 2. Li Ming. Discussion sur l'application des bases de données distribuées dans le système de codes

organisationnels [J]. *Économie textile de Shandong*, 2007(4): 2.

[37] 黄永林, 李媛媛 . 文化强国战略背景下的 中国文化遗产保护与利用[J]. *理论月刊*, 2022(3): 68-78.

Huang Yonglin, Li Yuanyuan. Protection et utilisation du patrimoine culturel chinois sous le fond de la stratégie de puissance culturelle [J]. *Theoretical Monthly*, 2022(3): 68-78.