

« Jumeaux intergénérationnels : reflet du caractère vivant des villes »
Wu Zhiqiang Zhou Mimi Liu Qi Gan Yu Xu Haowen Hei Jinghao

Dans cet article, nous nous concentrons sur les raisons pour lesquelles et la manière dont le « jumeau transgénérationnel » cartographie les caractéristiques de la vie des villes, examinons les raisons fondamentales du « jumeau transgénérationnel », résumons le processus de développement du « jumeau transgénérationnel », affinons le système de classification des éléments du « jumeau transgénérationnel » et sa matrice de relations, et soulignons la direction future du « jumeau transgénérationnel » et ses contributions possibles. Nous en déduisons que la vie urbaine a trois formes : la vie physique, la vie sociale et la vie numérique. La vie matérielle et la vie sociale de la ville évoluent de manière itérative, de sorte que la vie numérique de la ville doit également cartographier la vie matérielle et la vie sociale de la ville pour évoluer de manière itérative. L'introduction du « jumelage » du processus de production industrielle à la planification urbaine et à la gestion de la construction devrait tenir compte des caractéristiques de l'évolution itérative des villes et être combinée avec le « temps », qui est une préoccupation centrale dans la planification urbaine et la gestion de la construction. La clé du « jumelage intergénérationnel » est de voir l'avenir de la ville et d'utiliser l'avenir pour guider la prise de décision du présent ; l'avantage du « jumelage intergénérationnel » est de voir l'histoire de la ville et de créer une base scientifique pour le développement actuel et futur ; la signification scientifique du « jumelage intergénérationnel » est de trouver l'avenir de la ville de cette manière. La signification scientifique du « jumelage intergénérationnel » réside dans la découverte des lois du développement urbain. « Le jumelage intergénérationnel aide les disciplines urbaines à comprendre les interrelations entre l'histoire, le présent et l'avenir, ainsi que les liens entre les multiples éléments inhérents au processus de formation de la vie urbaine, et donne une impulsion au développement urbain.

Mots clés jumeau intergénérationnel; jumeau numérique; développement urbain

Lois de développement; extrapolation urbaine; système d'éléments

Numéro de classification graphique chinois TU984 Code symbole littéraire A DOI
10.16361/j.upf.202401002

Numéro de charte 1000-3363 (2024) 01- 0009- 09

La « ville jumelle intergénérationnelle » : cartographie des caractéristiques de la vie en ville

WU Zhiqiang, ZHOU Mimi, LIU Qi, GAN Wei, XU Haowen, HEI Jinghao

Résumé : Cet article explore pourquoi et comment le concept de « ville jumelle intergénérationnelle » incarne les caractéristiques de la vie en ville. Il fournit un aperçu des origines contextuelles du terme, retrace sa trajectoire de développement, établit une classification du terme. aperçu des origines contextuelles du terme, retrace sa trajectoire de développement, établit un système de classification et une matrice de relations des éléments au sein d'une « ville jumelle intergénérationnelle ». Il fournit un aperçu des origines contextuelles du terme, retrace sa trajectoire de développement, établit un système de classification et une matrice de relations des éléments au sein d'une « ville jumelle intergénérationnelle », et des perspectives d'orientations et de potentiel de recherche futurs. L'article soutient que la vie urbaine a trois formes : matérielle, sociale et numérique. La vie numérique de la ville, reflétant ses aspects matériels et sociaux, représente dynamiquement une nouvelle forme de vie urbaine. La vie numérique de la ville, qui reflète ses aspects matériels et sociaux, représente de manière dynamique les transformations en cours dans le monde matériel et social. Le concept de « jumeau numérique », issu du processus de production industrielle, est appliqué à l'urbanisme et à la gestion de

la construction. "Le concept de "jumeau numérique", issu du processus de production industrielle, est appliqué à l'urbanisme et à la gestion de la construction. L'essentiel de la "ville jumelle intergénérationnelle" réside dans sa capacité à projeter le développement urbain futur et à servir de guide pour la prise de décision orientée vers l'avenir à l'heure actuelle. Le concept approfondit notre compréhension du développement historique et fournit une base pour le développement actuel et futur. Son importance scientifique réside dans son rôle dans le dévoilement des lois du développement urbain. - Il aide à faire la lumière sur les interconnexions entre le passé, le présent et l'avenir, et révèle l'interaction de divers facteurs qui façonnent les processus urbains. Il aide à faire la lumière sur les interconnexions entre le passé, le présent et l'avenir, et révèle l'interaction de divers facteurs qui façonnent les processus urbains. Le concept facilite une compréhension plus globale des villes et renforce le développement urbain.

Mots-clés : Ville jumelle intergénérationnelle ; jumeau numérique ; lois sur le développement urbain ; évolution urbaine, système d'éléments

1 « Jumelages transgénérationnels » : pourquoi les jumeaux urbains devraient-ils être transgénérationnels ?

1.1 Repenser la ville jumelle numérique dans la perspective de la vie urbaine

Les jumeaux numériques sont originaires des États-Unis et se sont répandus depuis l'extrémité industrielle du monde jusqu'aux villes jumelles. Bien qu'il y ait beaucoup de controverses, il est indéniable que le concept de ville jumelle est devenu largement connu et répandu par le public, avec des cas similaires comme celui des États-Unis.

* :: « Fusion d'informations multidimensionnelles de la plate-forme d'exploitation et de maintenance intelligente du cyberspace tridimensionnel et démonstration d'application » dans le cadre du programme national de recherche et développement clé du « 14e Plan quinquennal »

(Projet n° : 2023YFC3807505) ; Shanghai 2022 « Plan d'action pour l'innovation scientifique et technologique » Projet spécial de soutien scientifique et technologique Carbon Peak Carbon Neutral « Recherche et démonstration de planification et de conception dynamiques environnementales pour les mégalopoles dans le contexte du double carbone » (projet n° 22dz1207800) ; « Urbanisme et conception » (projet n° 2023-JB-04), un projet de recherche stratégique de réserve tourné vers l'avenir dans le domaine du génie civil, de la conservation de l'eau et de l'architecture ; « 14e plan quinquennal » Programme national clé de R&D de la Chine. (projet n° : 2022YFC3800205) ; Programme de coopération de la Fondation nationale des sciences naturelles de Chine (NSFC) « Recherche sur la stratégie de développement de la science et de la technologie de l'ingénierie dans les 20 prochaines années dans le domaine de l'intelligence artificielle de nouvelle génération et de la société intelligente » (projet n° : L (projet n° L212400016).

L'essence de la « ville verte » (green city) depuis les États-Unis est « ville durable » (sustainable city), tandis que l'essence de la « ville intelligente » (smart city) est « ville intelligente » (intelligent city), les termes courants tels que « ville verte » (green city) et « ville intelligente » (smart city). L'essence de la « ville intelligente » est « ville intelligente », et les termes familiers tels que « ville verte » et « ville intelligente » sont plus faciles à communiquer. Les termes courants « ville verte » et « ville intelligente » sont plus faciles à communiquer. Les origines de la technologie des jumeaux numériques remontent aux années 1960, lorsque la NASA a utilisé l'idée de jumeau de base pour la planification spatiale, créant des répliques physiques au sol pour correspondre aux systèmes dans l'espace. Le terme « jumeau numérique » a été mentionné pour la première fois en 1998, faisant référence à une copie numérique de la voix de l'acteur Alan Alda à ① . En 2002, le professeur Michael Greaves de l'Université du Michigan a proposé des représentations numériques virtuelles et des modèles 3D d'entités physiques pour la gestion du cycle de vie total des équipements, sans utiliser à l'époque le terme de jumeau numérique, mais en clarifiant la signification des jumeaux numériques. En 2012, la NASA a publié sa feuille de route technologique « Ingénierie des systèmes basée sur la simulation », la première partie du concept et de la connotation de « jumeau numérique » (jumeaux numériques). En 2015, Siemens et d'autres entreprises ont appliqué les jumeaux numériques à l'industrie et ont développé des jumeaux numériques pour les

systèmes industriels. Entre 2017 et 2019, Gartner a inclus les jumeaux numériques dans le top 10 des technologies stratégiques pendant trois années consécutives. Les jumeaux numériques ont attiré une attention généralisée et une priorité élevée, et commencent à trouver des applications dans diverses industries.

Le concept de jumeau numérique a été conceptualisé de diverses manières dans le domaine urbain

La compréhension, par exemple, du concept de « ville jumelle numérique » a été proposée pour la première fois en 2017 dans le cadre de la planification de la nouvelle zone de Xiong'an, visant à cartographier numériquement le monde physique, à couvrir de manière exhaustive les données de la ville et à former une ville jumelle numérique visible, contrôlable et gérable ^[1]. Français La même année, le Georgia Institute of Technology a proposé le concept de « jumeaux numériques de villes intelligentes », qui considère les jumeaux numériques comme une plate-forme virtuelle urbaine intelligente, compatible avec l'Internet des objets (IoT) et riche en données pour reproduire et modéliser les changements qui se produisent dans les villes réelles afin d'améliorer la résilience, la durabilité et la qualité de vie des villes ^[2]. En 2018, l'Académie chinoise des technologies de l'information et des communications (CAICT) a proposé que la ville jumelle numérique soit une ville numérique basée sur un système de technologie de l'information d'identification numérique, de détection automatique, de connectivité en réseau, d'informatique inclusive, de contrôle intelligent et de services de plate-forme qui reproduit une ville numérique dans un espace numérique qui correspond à une ville physique, et effectue une simulation holographique, une surveillance dynamique, des diagnostics en temps réel et des diagnostics et analyses en temps réel sur l'état de l'entité physique de la ville dans un environnement réel. Simulation, surveillance dynamique, diagnostic en temps réel et prédiction précise©.

Cependant, malgré l'attention accordée aux jumeaux numériques, le ministère de les entreprises sous-numériques comme moyen d'étendre leurs plateformes de vente, selon les universitaires

Ensuite, à travers ce concept pour augmenter le nombre d'articles publiés, exprimant le rêve de la ville visible, contrôlable et gérable, mais dans la pratique de la gestion urbaine, fondamentalement « tout tonnerre, pas de pluie », le problème central est que le jumeau numérique n'est toujours pas en mesure de répondre aux besoins réels de la planification urbaine, de la construction et de la gestion, ce qui est dû au fait que la ville a :

- (1) Loi stochastique de la croissance : les villes ne sont pas gérées et construites comme une production industrielle avec des processus, des procédures et des produits bien définis, mais plutôt comme un tout composé de systèmes constitués de manière aléatoire ;
- (2) Loi du brouillage des frontières : Les systèmes internes et externes de la ville ne sont pas aussi clairement divisibles que ceux d'une entreprise, et la ville est incapable de délimiter des frontières indépendantes et claires en termes de logistique, de transport, d'échange d'informations, de coopération économique, de lignée sociale et de partage écologique naturel avec ses voisins ;
- (3) Droit tourné vers l'avenir : l'urbanisme et la construction sont tournés vers l'avenir, se concentrant sur demain, et pas seulement sur le présent ; par conséquent, une représentation complète de l'avenir est plus importante qu'une simple cartographie du présent ;
- (4) La loi de causalité historique : Pour comprendre le développement futur d'une ville, il est nécessaire de fonder le développement de la ville sur la causalité intrinsèque de son développement passé, plutôt que de simplement reproduire et imiter un système réel.

Sur la base des quatre lois de la ville ci-dessus, la représentation du système complexe de la ville est difficile à réaliser en copiant et en imitant simplement un système réel, mais nécessite une restitution analogique précise de la dynamique et des mécanismes intrinsèques de son processus de développement à long terme, ce qui constitue le défaut fatal du jumeau numérique urbain actuel.

1.2 Le développement de modèles urbains intelligents offre de nouvelles possibilités pour cartographier les caractéristiques de la vie urbaine

Les techniques de modélisation intelligente ont été développées dans le secteur urbain depuis près de 20 ans. En 2004, le premier modèle intelligent de campus a été présenté à l'Exposition universelle de Shanghai.

(CIM) concept, plus tard étendu au modèle de ville intelligente, abrégé en « CIM » ^[3]. Le CIM prend «

l'« être de la ville » comme base théorique, soulignant que les villes numériques devraient avoir un processus de croissance et d'évolution comme les villes réelles, et le réaliser en introduisant des modèles intelligents dans la plate-forme de ville numérique. Le CIM est basé sur la théorie de « l'être de la ville » et souligne que la ville numérique devrait avoir le processus de croissance et d'évolution comme la ville réelle, ce qui est réalisé grâce à l'introduction de modèles intelligents dans la plate-forme de ville numérique. Après quatre itérations et beaucoup de pratique, le modèle d'intelligence urbaine a maintenant la capacité de simuler les éléments complexes de la ville et de faire des prédictions sur les principaux problèmes urbains. Depuis 2014, l'introduction des technologies d'intelligence artificielle (IA) a encore renforcé la capacité des modèles CitySmart à extrapoler et à faire des prédictions. Par exemple, l'utilisation d'algorithmes d'IA pour prédire la taille de la population urbaine, la croissance des terres et le flux de trafic est devenue une technologie mature dans le domaine de la recherche urbaine. En 2016, l'auteur a proposé et développé

Il a développé la théorie et la technologie de « l'urbanisme avec intelligence artificielle » et a formé un système technique de diagnostic et de déduction d'intelligence artificielle urbaine.

L'introduction de la technologie de l'IA propulse le CIM vers une nouvelle étape, à savoir le CIMAI (CIM+AI). Basée sur le système technologique de diagnostic et de déduction de l'IA urbaine, cette étape aide le système d'intelligence urbaine à retracer l'histoire de la ville et à déduire l'avenir de la ville, offrant de nouvelles possibilités d'analyse scientifique du développement futur de la ville [4-5].

1.3 « Jumeaux intergénérationnels ». Cartographie des caractéristiques de la vie en ville

Dans la gouvernance urbaine, les gouvernements locaux et les services fonctionnels sont les gestionnaires et les opérateurs des systèmes urbains intelligents. Ces décideurs ne se préoccupent plus seulement de l'identification et de la compréhension des problèmes actuels, mais se concentrent davantage sur la prévision rationnelle du développement futur de la ville afin de formuler des politiques plus scientifiques et plus précises. Cette exigence de gouvernance fine orientera les systèmes intelligents de la ville vers la capacité de prédire et d'extrapoler l'orientation future de la ville.

Basé sur des années de pratique dans le domaine de l'intelligence urbaine

Français et des réflexions sur les besoins des gouvernements municipaux et des services fonctionnels, combinées à l'exploration conjointe du monde universitaire et de l'industrie sur la modélisation de l'intelligence urbaine et les jumeaux numériques, l'auteur a proposé le concept de « jumeau intergénérationnel » en 2022 (Fig. 1). Ce concept introduit l'intelligence artificielle et d'autres technologies sur la base du jumeau numérique, et réalise les trois objectifs suivants : ① Itération de la vie numérique de la ville, c'est-à-dire que la vie numérique cartographie en permanence la vie matérielle et la vie sociale, réalisant une itération continue vers l'avant ; ② Réalisation de la prédiction de l'avenir de la ville, sur la base de l'histoire de la ville et de la loi de développement d'aujourd'hui, pour déduire et avoir un aperçu de l'avenir de la ville ; ③ Analyse de la ville ③ Analyser le processus de composition de la vie de la ville, comprendre en profondeur la relation entre l'histoire, le présent et l'avenir de la ville, ainsi que le processus de composition de la vie entre les multi-facteurs inhérents, pour apporter un soutien à une meilleure compréhension de la ville et renforcer le développement urbain.

2 Le développement des « jumeaux transgénérationnels ».

Parallèlement aux avancées technologiques et aux applications dans le domaine de l'urbanisme, le « jumeau intergénérationnel » continue de se développer et intègre progressivement des technologies clés telles que les SIG, l'analyse de données volumineuses, la simulation de l'environnement urbain, la réalité virtuelle, l'apprentissage automatique, la modélisation d'agents et la génération d'images, pour finalement concrétiser l'avenir de la vision de la ville. Voir la figure 2 et le tableau 1.

2.1 C1 « See in g Now » : cartographie des éléments matériels de la ville

La technologie des jumeaux numériques a d'abord été développée dans le secteur industriel,

Son objectif principal est de construire des modèles virtuels précis pour les systèmes physiques afin de réaliser la simulation, la surveillance et l'optimisation [6], l'application du SIG, la technologie de modélisation de simulation 3D pour promouvoir le jumeau numérique pour briser les frontières de l'industrie, dans le domaine de la gestion et de la planification urbaines, la technologie jumelle a le

potentiel pour des applications multidisciplinaires. TC 1.0 est essentiellement la cartographie de l'espace physique de la ville, pour établir une connexion en temps réel et une rétroaction dynamique entre la ville physique et la ville numérique, et pour refléter les informations réelles de la ville grâce au suivi et à l'identification des données dynamiques. Le suivi et l'identification des données dynamiques reflètent les informations réelles de la ville, mais la cartographie de l'espace physique à elle seule ne suffit pas à donner plein jeu à la puissante autonomisation de l'informatisation et de l'intelligence du développement urbain [3].

« Seeing Now », la première exposition de cette étape de développement.

L'application de la technologie des jumeaux numériques dans le domaine urbain a été démontrée, fournissant une compréhension initiale de l'espace physique de la ville, mais avec des limitations importantes dans la compréhension du fonctionnement interne de la vie urbaine et l'aide à la prise de décision, entre autres applications.

2.2 C2 « Seeing Shape Streams » : cartographie des éléments immatériels de la ville et de leur interaction avec les éléments matériels

En s'appuyant sur l'expansion du fond de panier des big data urbains et sur l'analyse des big data, « Seeing Shaped Flows » réalise la cartographie des éléments de flux urbains, notamment les flux naturels, les flux humains, les flux d'informations et les flux d'énergie, etc. Cette capacité de cartographie révèle les modèles de flux dans l'espace physique de la ville, et Kitchin a souligné le rôle clé des big data dans la réalisation d'une planification urbaine intelligente, en particulier dans la surveillance et la compréhension de la complexité des flux internes dans les villes. rôle essentiel, notamment dans la surveillance et la compréhension de la complexité des flux au sein des villes. Sur la base de l'acquisition réussie de modèles d'informations sur les bâtiments et d'informations géographiques 3D de la ville, la technologie IoT est utilisée pour numériser et visualiser les éléments de flux pertinents afin de détecter et de surveiller intelligemment le matériel dans la ville,

[8-9]

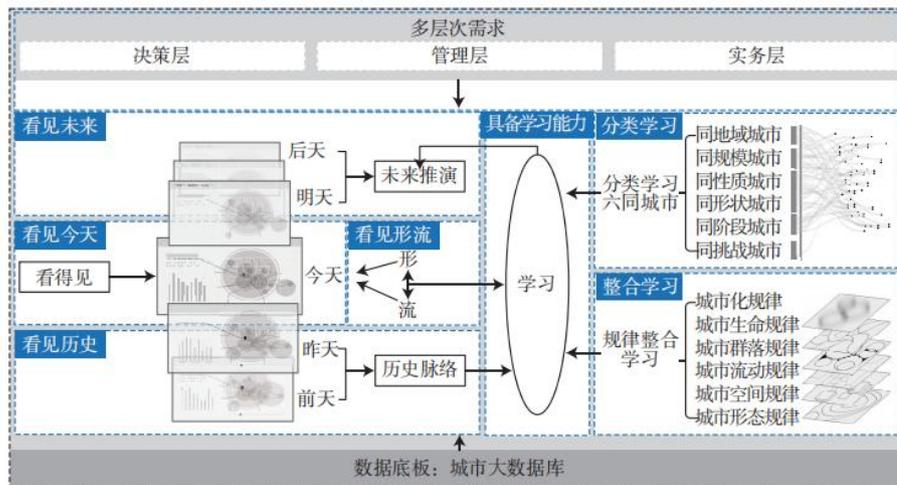


Fig . 1 Illustration conceptuelle du développement, de l'influence mutuelle et de l'intégration des jumeaux numériques, du modèle de ville intelligente et de l'intelligence artificielle dans le domaine de l'urbanisme Fig.1 Itération , influence mutuelle et intégration des jumeaux numériques, du modèle de ville intelligente et de l'intelligence artificielle dans le domaine de l'urbanisme modèle de ville intelligente et intelligence artificielle dans le domaine de l'urbanisme

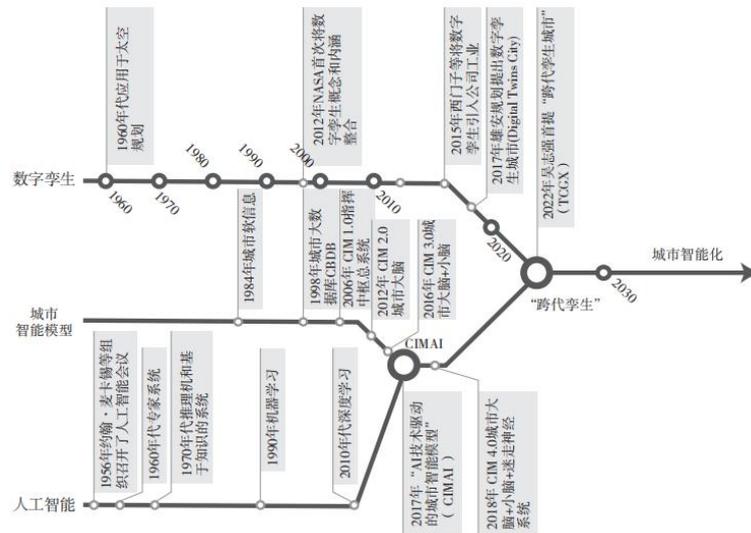


Figure 2 Représentation schématique du processus de développement du « jumelage transgénérationnel ».

Fig.2 Illustration conceptuelle du processus de développement de la « ville jumelle intergénérationnelle »

Le flux de l'immatériel En 2008 , dans le plan de reconstruction post-catastrophe de Dujiangyan, le En s'appuyant sur la technologie de simulation de l'environnement urbain, l'auteur et le groupe de travail ont simulé l'écoulement naturel de Dujiangyan et, sur la base de la découverte de la loi de fonctionnement de l'écoulement de l'air et de l'écoulement de l'eau pendant le jour et la nuit, ils ont découvert la relation d'interaction entre les activités urbaines et l'écoulement naturel [10] , et ont remodelé le modèle d'intégration entre la ville et la montagne, l'eau et le barrage.

(Figure 3). En 2016, dans la planification de la sécurité pour la prévention et le contrôle des inondations du sous-centre urbain de Pékin, l'auteur et le groupe de travail se sont appuyés sur le concept de dérivation des eaux du « barrage » pour construire une série de systèmes de dérivation des inondations du « barrage de Tongzhou », sur la base de la comparaison multi-scénarios de la simulation et de la régulation du cycle régional de l'eau du sous-centre, pour déterminer la méthode de dérivation des inondations régionales et la méthode de dérivation et de stockage de chaque pôle et zone de stockage des inondations [11].

L'étape de développement consistant à « voir les flux » explique les modèles de flux des éléments immatériels dans les villes et leur interaction avec les éléments matériels, mais elle se limite encore à cartographier la vie des villes d'aujourd'hui et est incapable de révéler la dynamique et les moteurs du processus de développement urbain, et est incapable de fournir une compréhension complète et approfondie du processus de développement.

Comprendre le pouls du développement de la ville de manière délibérée.

2.3 C3 « Voir l'histoire » : cartographier les veines historiques de la vie urbaine

S'appuyant sur une grande quantité d'informations historiques, appuyées par des technologies telles que les images de mesure, la réalité virtuelle et l'inversion de données, le « jumelage intergénérationnel » traverse les générations et cartographie la trajectoire de développement de l'évolution historique de la ville jusqu'à nos jours. Par exemple, l'analyse des séries chronologiques d'expansion des données sur les terrains de construction urbaine est utile pour surveiller le processus de changement dynamique du développement urbain et aide à comprendre en profondeur les facteurs moteurs du développement urbain [12-13].

2011, dans la planification et la conception de la brasserie Tsingtao.

Français Sur la base du peignage génétique historique des bâtiments historiques existants et de l'environnement environnant, l'auteur et le groupe de travail ont reproduit la scène historique de la brasserie en 1903 en s'appuyant sur la réalité virtuelle et la technologie d'inversion de données (Fig. 4). En 2015, dans le projet de recherche « City Tree », nous avons construit un « City Tree » (Fig. 5) au moyen d'une identification intelligente et dynamique de toutes les villes du monde à travers la grille avec une précision de 30 m×30 m sur une période de 40 ans, et avons observé le processus de croissance urbaine de manière intuitive. En 2015, dans le cadre du projet de recherche « City Tree », nous avons construit un « City Tree » (Fig. 5) en reconnaissant de manière intelligente et dynamique tous les films satellites des villes sur une période de 40 ans sur une grille de précision de 30 m×30 m, afin d'observer visuellement le processus de croissance urbaine et d'identifier ses points de croissance. [5].

L'étape « Voir l'histoire » élargit le vecteur temporel de la vie urbaine, en s'appuyant sur l'exploration du modèle de développement depuis l'histoire de la ville jusqu'à nos jours, et sur l'exploration de l'essence de la vie de la ville.

Tab. 1 Avances clés , technologies représentatives, infrastructures, données d'information, sécurité opérationnelle, services de scénario et pratique géospatiale des auteurs basée sur le « jumeau intergénérationnel » pendant le développement du « jumeau intergénérationnel » Tab. 1 Avances clés, technologies représentatives, infrastructures, données d'information, sécurité opérationnelle, services de scénario et pratique géospatiale des auteurs basée sur le « jumeau intergénérationnel ». technologies représentatives, infrastructures, données d'information, sécurité opérationnelle, services de scénario et pratique géospatiale des auteurs en lien avec la « ville jumelle intergénérationnelle »

mal-développement	C1 Voir le présent	C2 Voir la forme du ruisseau	C3 Voir l'histoire	C4 Capacité d'apprentissage	Apprentissage classifié C5	C6 Intégration des apprentissages	C7 Voir l'avenir
Des avancées majeures	Cartographie des éléments physiques de la ville	Cartographie des éléments non physiques de la ville et de leur interaction avec les éléments physiques (l'accent est mis principalement sur les flux urbains, y compris les flux naturels, les flux humains et les flux d'informations), (Flux d'énergie)	Cartographie de la ligne historique de la ville	Découverte de modèles de développement urbain depuis la simple cartographie d'informations jusqu'à l'extraction de connaissances	Amélioration systématique de l'exploitation minière selon la loi sur le développement urbain, exploitation minière précise basée sur la loi de classification multi-échantillons	Diagnostic et optimisation de la vie urbaine basée le law mining	Itération de la vie urbaine, projection des tendances de développement urbain basée sur la régularité

Technologies représentatives	SIG ; Modélisation par simulation 3D	Analyse de Big Data ; simulation de l'environnement urbain	Imagerie ; mesure de réalité virtuelle inversion de données	Apprentissage automatique ; Appliquer des technologies avancées telles que l'intelligence artificielle et l'apprentissage automatique	apprentissage automatique	apprentissage automatique	Modèles d'agents ; Automates métacellulaires ; Prédiction par apprentissage automatique ; Génération paramétrée ; Génération d'images
infrastructure	Introduction des technologies numériques réalisation d'une surveillance numérique et collecte de données sur les infrastructures urbaines	Accélérer le déploiement des terminaux ; de détection et optimiser l'infrastructure grâce à des techniques d'analyse de données	Application de systèmes de surveillance intelligents capables de collecter, d'analyser et de répondre aux données en temps réel	Avec de grandes bases de données et la mise en œuvre de services cloud	Partage de données et d'équipe entre les installations	Avec des mégacentres de données ; Des ressources de cloud computing adéquates	Appliquer la technologie du réseau intelligent pour réaliser la connectivité d'installation à collaboration intelligente
Données d'information	Référentiel de base d'informations économiques, démographiques, géographiques, etc. disponible. Système initial de gestion des données en place.	Disposer d'une base de données de tous les types de données pour la ville ; etc. Mise en place d'un meilleur système de gestion des données	Des données continues sur la tranche d'âge sont disponibles ; Réaliser dans un premier temps la combinaison des ressources de données et des scénarios d'application ; établir et améliorer la gestion des données système (par exemple politique, administratif, etc.)	Collecte de données urbaines multi-sources à haute fréquence et à haute précision ; Mise en place initiale d'un système standard de données pour les villes jumelles	Gestion de la classification des données multi-sources ; le système de données Twindonnées est bien développé	Intégration de données multi-sources ; avec des capacités de gestion de la sécurité des données parfaites	Taille d'échantillon de données suffisante, appel à la demande
Sécurité opérationnelle	Garantir l'utilisation numérique	Application de l'analyse de	Réalisation de l'intégration de différents	Analyse et prédiction intelligentes de	Application stricte des normes	Optimiser en permanence les processus	Formation d'un modèle économique

elle	pour mesures de sécurité base	les données de mesures de sécurité urbaine	aux types de systèmes de sécurité former un réseau de sécurité complet	de la sécurité de l'aide pour technologies d'intelligence artificielle et d'apprentissage automatique	à protocoles de sécurité ; Mise en place d'un mécanisme régulier d'évaluation de la sécurité	d'exploitation et maintenance ; améliorer l'efficacité et la rapidité de réponse en matière de sécurité.	hautement digitalisé, intelligent et durable
Services de scénario	Présentation de la carte 2D ; modélisation 3D pour charger des données statiques	Présentation et analyse des éléments de mobilité urbaine ; Répondre aux besoins de requête de données, de gestion d'entreprise, d'analyse statistique, etc.	Des villes jumelles à système unique pour des besoins thématiques différents de l'application de pouls de développement urbain fouilles	Les applications intersectorielles des villes jumelles ont été lancées sur les chapeaux de roue	Intégration d'applications de villes jumelles intersectorielles	Amélioration et itération des applications intersectorielles Twin City	Prédiction de chaque sujet et prédiction mutuelle, déduction du jeu, allocation équilibrée des ressources urbaines
La pratique géodésique de l'auteur est basée sur le « jumelage intergénérationnel ».		2008 Simulation de l'écoulement naturel pour la planification de la reconstruction post-catastrophe à Dujiangyan; Simulation de pluie et d'inondation du déversoir de Tongzhou dans le sous-centre urbain de Pékin en 2016	Brasserie de Qingdao 2011 Cadre historique reproduit ; « L'arbre de la ville » de Ningbo 2015 Histoire brochure	2016 sur les modèles d'aménagement fonctionnel des centres secondaires de Pékin	2016 Sept types d'apprentissage CityGO	2022 Découvrir les lois fonctionnelles de la zone TOD urbaine de Xiamen	Simulation de foule à l'Expo 2006

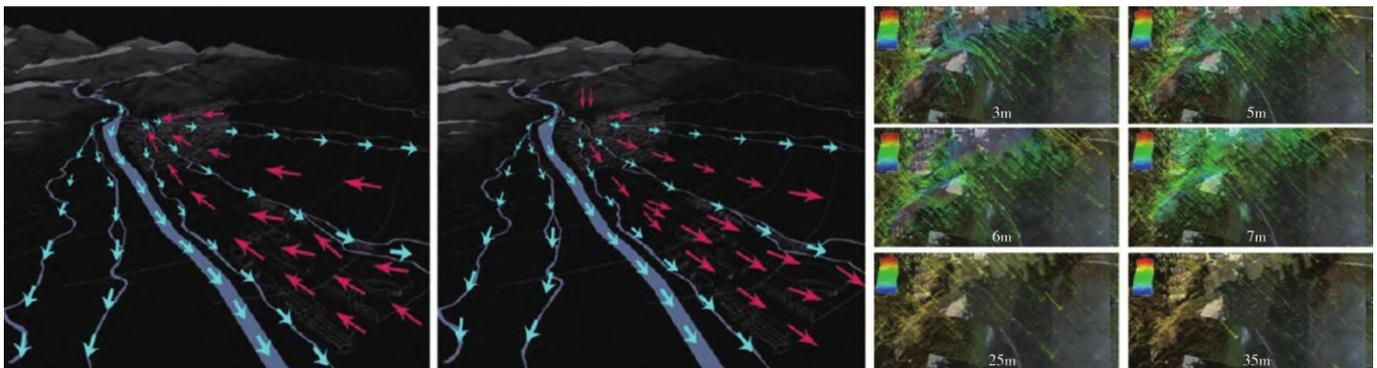


Fig. 3 Schéma de simulation de l'écoulement naturel pour la planification de la reconstruction post-catastrophe de Dujiangyan

Fig.3 Illustration conceptuelle de la simulation de l'écoulement naturel pour la reconstruction et la planification post-catastrophe de Dujiangyan

Source : Cartographie réalisée par l'équipe du projet Dujiangyan



Fig . 4 Illustration conceptuelle de la reconstruction de l'environnement historique de la brasserie de Qingdao en 1903

Source : Cartographie réalisée par l'équipe du projet de la brasserie Tsingtao

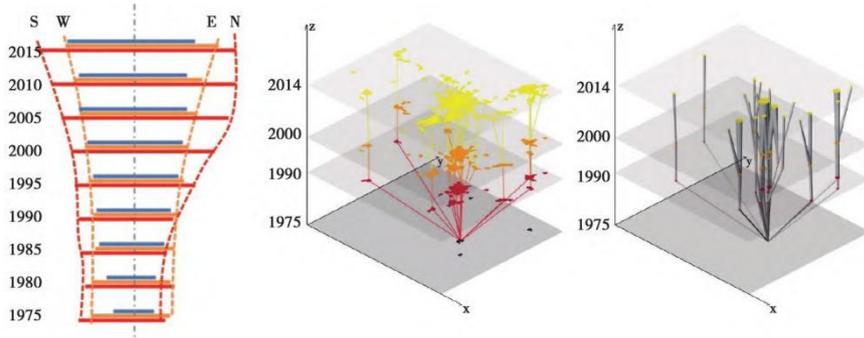


Fig.5 Illustration conceptuelle de la recherche sur « l'arbre urbain » à Ningbo

Source : Cartographie réalisée par le groupe de recherche Urban Tree.

Il y a eu une percée qualitative dans la recherche, mais cette phase était encore limitée à la cartographie simple, qui ne peut être appliquée par l'intégration de données et d'algorithmes dans le but de résoudre des problèmes urbains et d'aider à la décision, est incapable de faire face à la non-linéarité, à la complexité et à l'incertitude des systèmes urbains.

2.4 C4 « Equipé pour apprendre » : découvrir les lois du développement de la vie urbaine

L'avènement de l'ère du big data a eu des répercussions sans précédent sur la recherche et la planification urbaines, et la technologie du « Big Intelligence, Mobile et Cloud » a donné une impulsion considérable au développement et à l'avancement des méthodes et techniques de planification urbaine assistée par l'IA [14-15]. Avec l'introduction de la technologie de l'IA, les villes ont la capacité d'apprendre, ce qui marque une nouvelle ère d'analyse et d'interprétation des données [16-17]. Au-delà de la simple analyse et interprétation des données, la technologie de l'IA aide à l'intégration des informations urbaines et à la formation des connaissances [18]. L'intelligence artificielle est capable d'analyser et d'interpréter de grandes quantités de données grâce à

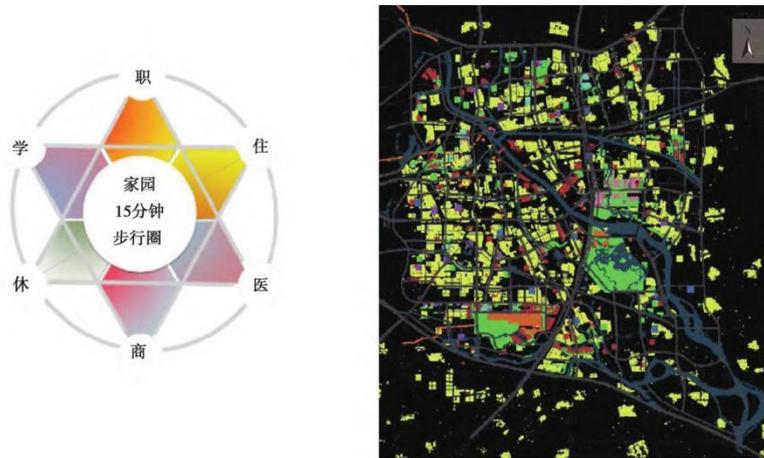


Fig. 6 Étude schématique de l'agencement fonctionnel du sous-centre urbain de Pékin

Fig.6 Illustration conceptuelle des modèles d'agencement fonctionnel dans le centre administratif municipal de Pékin

Source : Cartographie réalisée par l'équipe du projet du sous-centre de Pékin.

La formation de l'ensemble identifie les modèles inhérents, les changements cycliques et les anomalies possibles dans le développement urbain, possédant ainsi la capacité d'apprendre, et les connaissances acquises et intégrées peuvent être appliquées à la prédiction des tendances du développement urbain, réalisant ainsi l'assistance scientifique à la planification urbaine et à la prise de décision [19].

En 2016, lors de la planification et de la conception du sous-centre urbain de Pékin, l'auteur et le groupe de travail ont divisé les parties prenantes urbaines en quatre parties, telles que le gouvernement, les planificateurs, les investisseurs et les citoyens, et ont extrait les besoins et les caractéristiques de prise de décision des quatre parties sur la base d'une technologie d'apprentissage profond. En visant les objectifs des quatre parties, chacune d'entre elles prend sa propre décision sur le modèle d'agencement fonctionnel à six éléments de l'occupation, de la résidence, des soins médicaux, de l'éducation, des loisirs et du commerce pour les 155 km² du sous-centre, construisant ainsi le modèle de configuration de la fonction de prise de décision des quatre parties et des six éléments de [4]. Voir la figure 6.

"Avec la capacité d'apprendre" Cette étape de développement basée sur l'introduction de la technologie de l'intelligence artificielle pour donner à la ville la capacité d'apprendre, mais en raison des propres lois de la ville en matière d'exploitation minière et de classification, elle n'a pas encore formé de système, l'objet de l'apprentissage manque également de classification et d'alignement précis.

2.5 C 5 « Apprentissage par classification » : systématisation de la découverte des lois du développement de la vie urbaine

Français « Apprentissage par classification » En se concentrant davantage sur l'apprentissage d'échantillons clés, l'importation de la technologie de l'IA n'est plus un simple apprentissage et une imitation, mais la formation d'apprentissage par classification et de capacités de découverte de lois, la sélection précise d'objets d'apprentissage et l'extraction de lois objectives difficiles à découvrir par les êtres humains à partir de scénarios complexes [14]. L'auteur et le groupe de travail proposent l'objet d'apprentissage catégorisé de « 6 mêmes villes » pour la situation géographique, l'échelle, la nature, la forme, le stade de développement et les défis auxquels la ville cible est confrontée. Les villes ayant la même situation géographique possèdent une proximité géographique et sont étroitement liées en termes de population, de logistique et de flux d'informations ; les villes de même échelle présentent des similitudes en termes de population totale ou de production économique ou de zone bâtie, et sont similaires en termes d'allocation de ressources et de prestation de services publics ; les villes de même nature possèdent des fonctions majeures similaires de la ville, et l'analyse comparative peut aider à révéler comment la ville peut jouer pleinement son rôle distinctif et établir des relations de coopération utiles avec d'autres villes ; Les villes de même forme possèdent des fonctions urbaines principales similaires, et l'analyse comparative peut aider à révéler comment la ville peut jouer pleinement son rôle

unique et établir des relations de coopération utiles avec d'autres villes ; et les villes ayant la même morphologie possèdent les caractéristiques suivantes Les villes de même forme ont des contours de zones bâties de forme similaire et des similitudes avec les modèles naturels.

Les mêmes villes au même stade sont au même stade de vie urbaine, et l'apprentissage révèle les opportunités et les problèmes auxquels les villes sont confrontées à un stade particulier de leur cycle de vie ; les mêmes villes confrontées aux mêmes défis sont confrontées à des goulots d'étranglement du développement et à des défis futurs similaires, et l'apprentissage empirique peut aider les villes à identifier et à mettre en œuvre plus rapidement des stratégies de solution efficaces.

En utilisant la technologie typologique de l'intelligence artificielle , sur la base de « l'arbre de la ville » mentionné précédemment, l'auteur et son équipe ont construit sept types d'apprentissage CityGO, et ont résumé le type en herbe en comptant et en apprenant à partir des bords de la courbe de « l'arbre de la ville » dessiné, les types branlant, en croissance, en expansion, mature, régional et en déclin (Figure 7), en analysant la veine de développement, la tendance de croissance ou de déclin de chaque type de ville et son modèle spatial correspondant, afin de soutenir la prise de décision scientifique de la ville cible.

À ce stade de développement de « l'apprentissage par catégorisation », l'humain

La technologie de l'intelligence industrielle a permis un apprentissage plus précis et une découverte de lois dans la planification urbaine, et a également offert la possibilité de passer d'un niveau plus fin,

Le passage d'un apprentissage spécifique de catégorisation urbaine à une intégration globale des lois du développement urbain pose les bases.

2.6 C 6 « Apprentissage intégré » : Diagnostic et optimisation de la vie urbaine basés sur la découverte de lois

Basé sur l'exploration de lois multi-échantillons de l'apprentissage de classification, le système « d'apprentissage intégré » établit un spectre de lois de développement urbain, intègre et apprend les lois multidimensionnelles et élabore un modèle de développement urbain plus global, systématique et scientifique ^[20] . La modélisation multi-agents de Batty fournit un solide support théorique à notre apprentissage intégré. un solide support théorique pour une compréhension et une modélisation plus approfondies des modèles spatiaux urbains. Le but de l'apprentissage intégratif est d'intégrer les lois de différentes dimensions d'un système complexe dans un seul modèle, afin d'obtenir des résultats d'apprentissage plus globaux, systématiques et scientifiques ^[5] .

En 2016 , l'auteur et le groupe de travail de la ville de Pékin

Français Dans la planification du sous-centre de la ville, sur la base de l'excavation de la veine de développement et des besoins du sous-centre lui-même, et de l'étude de cas du développement du sous-centre de la métropole mondiale, nous prenons des décisions globales et systématiques sur la population urbaine du sous-centre, la densité urbaine, l'espace industriel urbain, les ressources urbaines, le transport urbain, l'image spatiale, les groupes de villes et la séquence de construction grâce à l'intégration des lois et des règlements (Fig. 8). 2022, dans le projet de recherche Xiamen TO D En 2022, dans le projet de recherche Xiamen TOD, grâce à l'intégration et à l'étude des éléments fonctionnels et des relations spatiales de 120 gares ferroviaires et de leurs environs à travers le monde, nous découvrirons la proportion et l'affinité spatiale des fonctions commerciales, industrielles, résidentielles, d'innovation et de transport des gares et de leurs environs, puis fournirons une décision globale et systématique pour le site Xiamen TOD .

De manière interactive, la simulation de dynamique spatiale est utilisée pour étudier l'utilisation des sols urbains et la simulation des politiques de transport dans des scénarios réalistes. Les applications du big data et de l'apprentissage profond peuvent être utilisées pour projeter certaines tendances à court terme. À l'avenir, il sera nécessaire de mieux améliorer l'inférence et le raisonnement causaux basés sur l'intelligence artificielle et l'exécution automatisée pour améliorer considérablement la connaissance de la situation, non seulement pour pouvoir mieux prédire les changements à court terme, mais aussi pour pouvoir mieux comprendre les changements progressifs que connaît le système terrestre en termes de conditions environnementales et de pressions humaines ^[23] .

Français Le jugement des décideurs sur le développement futur de la ville détermine directement la précision de leur prise de décision, il est donc particulièrement important de prédire la tendance de

développement de la ville à l'aide de l'intelligence artificielle pour la planification, la construction et la gestion urbaines. L'introduction du modèle de projection intelligent urbain dans « Seeing the Future » réalise efficacement cet objectif et complète le saut essentiel vers le « jumeau intergénérationnel ». Urban Intelligent Deduction est une technologie qui adopte des méthodes de modélisation informatique pour refléter l'évolution spatiale et temporelle de différents éléments d'une ville en raisonnant et en déduisant leur développement futur et leur processus de changement sur la base de règles et de contraintes de modèle spécifiques. Dès 2006, dans le modèle intelligent du parc de l'Exposition universelle, l'auteur et son équipe ont divisé le parc en unités spatiales de 20 m×20 m pour la simulation spatiale et temporelle du flux piétonnier.

L'auteur et le groupe de travail ont développé 12 technologies de répétition intelligentes, qui utilisent des modèles d'apprentissage automatique et des algorithmes de jeux informatiques pour répéter et optimiser de manière dynamique des informations multidimensionnelles sur la population, l'utilisation des sols, l'environnement et l'innovation industrielle de la ville. À l'heure actuelle, l'auteur et le groupe de travail ont achevé le développement de 12 technologies de déduction intelligentes, utilisant des modèles d'apprentissage automatique et des algorithmes de jeux informatiques pour déduire de manière intelligente et optimiser de manière dynamique des informations multidimensionnelles telles que la population, l'utilisation des sols, l'environnement et l'innovation industrielle de la ville.

3 Le système élémentaire des « jumeaux intergénérationnels »

3.1 Types d'éléments des « jumeaux intergénérationnels »

Le « jumeau intergénérationnel » implique divers éléments qui jouent des rôles différents dans différents espaces, à différents moments et pour différentes fonctions. De nombreuses pratiques nous ont montré que l'échec des « jumeaux intergénérationnels » à fonctionner avec succès dans les villes est souvent dû au fait que certains éléments ont été négligés à certaines étapes du processus. La compilation de ces éléments clés et de leurs étapes de fonctionnement est un résumé de la dernière décennie de travail pratique, et probablement la partie la plus innovante de cet article, c'est-à-dire que c'est la première fois que tous les systèmes ont été compilés et résumés de manière exhaustive dans leur intégralité, tous les processus et tous les éléments. Nous avons jusqu'à présent développé 3 La conception fournit une référence et un support.

L'étape de développement de l'« apprentissage intégratif » ne se limite plus à l'apprentissage des lois du développement urbain dans toutes ses dimensions, mais à un niveau supérieur de modélisation globale, systématique et scientifique du développement. L'apprentissage intégré fournit une base solide pour le « jumelage intergénérationnel ».

2.7 C7 Voir l'avenir : itérations de la vie urbaine

Sur la base de la série de lois d'urbanisme, l'évolution de chaque élément de la ville est déduite, et elle peut alors refléter la situation qui n'a pas encore eu lieu ou les problèmes potentiels, c'est-à-dire voir la ville de demain, afin d'aider les décideurs à juger, décider et déployer à l'avance. Mohammadi et al.^[21] Batty a proposé d'analyser la complexité du système urbain avec des modèles CA, de simuler la dynamique urbaine à travers des modèles CA et a proposé en outre un modèle multi-agent. Le modèle CA est utilisé pour simuler la dynamique urbaine et a en outre proposé un modèle multi-agent, où chaque « agent » représente un participant et la manière dont il interagit avec « l'environnement » ou l'ensemble du système.

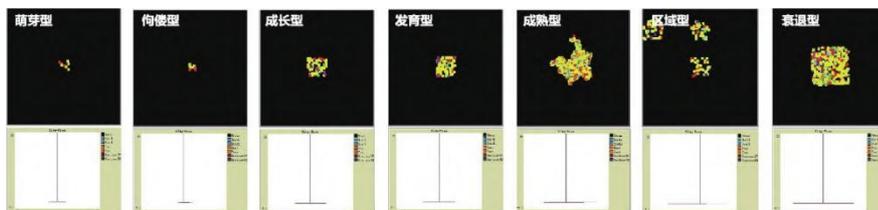


Fig. 7 Schéma de l'apprentissage de CityGO pour sept types de villes

Fig.7 Illustration conceptuelle des sept types urbains de CityGO

Source : Cartographie réalisée par l'équipe du projet du sous-centre de Pékin.

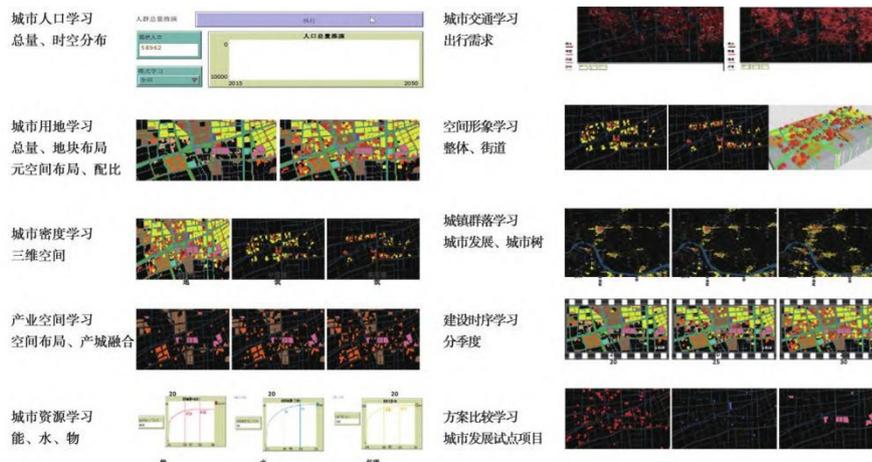


Fig. 8 Illustration schématique de la population urbaine, de l'utilisation des sols et d'autres apprentissages intégrés dans les sous-centres urbains de Pékin

Fig.8 Illustration conceptuelle de la population, de l'utilisation des terres et d'autres aspects du centre administratif municipal de Pékin

Source : Cartographie réalisée par l'équipe du projet du sous-centre de Pékin .

Les différents systèmes de classification, respectivement :

(1) Une taxonomie des types de substances, comprenant les quatre catégories d'éléments suivantes :

1. Éléments porteurs;
2. Éléments numériques;
3. Éléments sociaux;
4. Éléments d'itération temporelle.

Chaque catégorie d'éléments contient des sous-éléments individuels.

(2) Une taxonomie des attributs sociaux, comprenant les quatre catégories d'éléments suivantes :

1. Éléments utilisateur ;
2. Éléments de construction ;
3. Éléments de l'opérateur;
4. Éléments de l'investisseur.

Chaque catégorie d'éléments contient des sous-éléments individuels.

(3) Une taxonomie des processus technologiques, comprenant les trois catégories d'éléments suivantes :

1. Éléments initiaux et finaux ;
2. Éléments finaux du processus ;
3. Éléments terminaux.

Chaque catégorie d'éléments contient des sous-éléments individuels.

3.2 « Jumeaux intergénérationnels » Types de liens entre les éléments

Les trois grandes catégories de « jumeaux intergénérationnels » ci-dessus peuvent être interconnectées pour former deux matrices permettant d'examiner les raisons du succès ou de l'échec du « jumeau intergénérationnel » en termes d'attributs sociaux et de technologies de pointe du processus de conception, de construction et d'exploitation du « jumeau intergénérationnel ». Selon ces deux perspectives, deux tableaux sont formés, qui deviennent respectivement la matrice de classification des attributs physiques et sociaux et la matrice de classification des attributs physiques et de classification des flux technologiques du « jumeau intergénérationnel ». Voir les tableaux 2 et 3.

« Jumeaux intergénérationnels » Classification des attributs physiques et sociaux

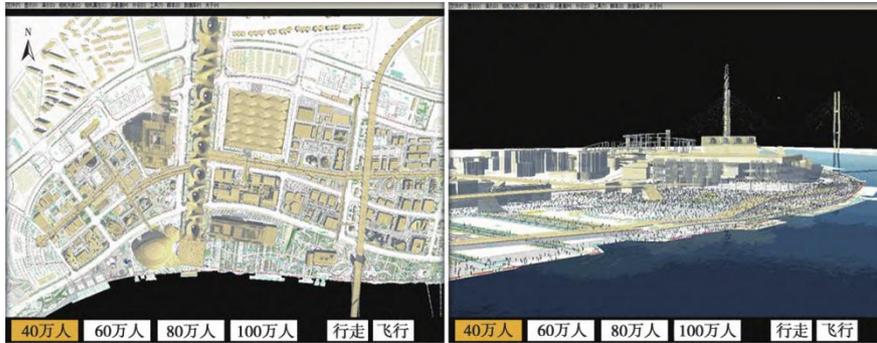


Fig. 9 Simulation schématique du flux piétonnier dans la zone de l'Exposition universelle de Shanghai
 Fig.9 Illustration conceptuelle de la simulation du flux de circulation piétonnière dans le parc de l'Exposition universelle de Shanghai

Source : Cartographie réalisée par l'équipe du projet de l'Exposition universelle de Shanghai.

Tableau 2 « Jumeaux intergénérationnels » Matrice de catégorisation des attributs physiques et des attributs sociaux

Tableau 2 : tableau matriciel de la « ville jumelle intergénérationnelle » : classifications des attributs matériels et sociaux

		Classification des attributs sociaux			
		Éléments utilisateur	éléments de construction	Éléments de l'opérateur	Éléments de l'investisseur
Classification des propriétés des matériaux	Éléments porteurs	★	★★★★★	★	★★★★★
	élément numérique	★★★		★★★★★	★★★
	élément social	★★★★★		★	★
	Élément d'itération temporelle	★	★	★	★★★★★

Tableau 3 « Jumelage intergénérationnel » Matrice de classification des attributs physiques et de classification des processus technologiques

Tableau 3 Tableau matriciel de la « Ville jumelle intergénérationnelle » : classifications des attributs matériels et des processus technologiques

		Classification des processus technologiques		
		élément primitif	élément de fin de processus	Éléments terminaux
Classification des propriétés des matériaux	Éléments porteurs	★★★★★	★	
	élément numérique		★★★★★	
	élément social		★★★	★★★★★
	Élément d'itération temporelle	★	★	★

Tableau de la matrice de classification des sexes, la grille de la matrice à trois étoiles est dans certains rôles sociaux dans certains éléments matériels nécessitent une attention particulière, par exemple: le côté utilisation des éléments sociaux de l'entreprise; côté construit des éléments porteurs de la construction du programme de l'entreprise; le côté exploitation des éléments numériques de la collecte, du traitement et de l'utilisation de l'entreprise; le côté investissement des experts techniques pour ouvrir les horizons de l'investissement et des extrants, et peut-être la ville jumelle jusqu'à présent un grand nombre d'entrées, il n'y a aucun moyen de vraiment Peut-être que l'efficacité et l'efficience de la planification urbaine, de la conception, de la construction, de l'exploitation et de la gouvernance manquent à la vision de ces experts investisseurs, et leur jugement sur la technologie a également permis aux experts en planification de réexaminer et d'entrer véritablement dans la valeur de l'utilisation du «jumeau intergénérationnel».

Classification des propriétés matérielles et flux de technologies des « jumeaux intergénérationnels »

Matrice de catégorisation des programmes : dans un premier temps, l'accent mis sur les éléments porteurs du « jumeau intergénérationnel », en particulier la disposition et la qualité du matériel de collecte de données, affecte souvent directement l'ensemble

Mises à jour itératives du système, importation de données à la fin initiale et

Français La technologie de détection, qui affecte directement le « jumeau numérique », a la capacité de réaliser une auto-itération ; en fin de processus, nous avons constaté que la collecte, le traitement et le stockage numériques sont devenus importants. Dans le jumeau numérique, tout le monde se soucie de la présentation finale, souvent pour le processus de traitement des données, il n'y a pas d'apports appropriés, y compris les apports techniques, les investissements en capital et les équipements ; dans les éléments terminaux, il est souvent question de l'utilisation par différents utilisateurs, comme les téléphones portables ou les ordinateurs, mais l'utilisation interne de la prise de décision et l'affichage externe sont confondus, mais la magnifique salle d'exposition des jumeaux numériques urbains est souvent l'utilisation de la prise de décision interne et de l'affichage externe est confondue. Dans les éléments terminaux, il est souvent question de l'utilisation par différents utilisateurs, comme l'utilisation du téléphone portable ou de l'ordinateur, mais l'utilisation interne de la prise de décision et l'affichage externe sont confondus, la grandiose salle d'exposition des jumeaux numériques urbains est souvent stupide, alors que le simple et le pratique sont l'utilisation réelle de la prise de décision stratégique.

8. Architecture maîtresse du système à facteurs « jumeau intergénérationnel »

En pratique, afin de se conformer aux exigences individuelles de la ville

Les besoins intelligents du développement économique et social sont plus en phase avec

La prise de décision du gouvernement municipal de chaque ville, les besoins de gestion de chaque autorité commerciale, ainsi que les exigences opérationnelles quotidiennes de chaque unité, de chaque organisation, de chaque parc et de chaque communauté, en fonction des capacités technologiques, d'équipement et de machines disponibles, l'auteur dans la ville des éléments de « jumeaux intergénérationnels » de l'architecture globale de la prise en compte de quatre aspects :

(1) Systémique. La mise en place du système d'éléments « jumeau intergénérationnel » permet de construire et d'appliquer de manière systématique la ville « jumelle intergénérationnelle ». Veiller à ce que l'application pratique des technologies soit systématique et synergique pour mieux servir le développement durable des villes.

(2) Adaptabilité. Le choix du système de « jumeaux intergénérationnels » répond aux besoins réels des différentes villes. Chaque ville a ses propres caractéristiques économiques, sociales et culturelles, et le système de « jumeaux intergénérationnels » est plus flexible dans sa formation. un cadre de vie pour garantir que les jumeaux intergénérationnels puissent être efficacement adaptés aux besoins intelligents de différentes villes.

(3) Aide à la décision . Le système d'éléments « jumeaux intergénérationnels » fournit aux décideurs urbains un cadre clair pour une aide à la décision plus éclairée dans le développement de stratégies et la planification.

(4) Développement itératif . Le système d'éléments « jumeaux intergénérationnels » contribue à

promouvoir le développement itératif de technologies et de concepts jumeaux grâce au positionnement des dimensions des éléments et des phases jumelles, de manière à mieux s'adapter à l'environnement urbain en constante évolution et aux tendances technologiques.

Sur la base des quatre considérations ci-dessus, l'auteur a inclus les six dimensions suivantes dans la structuration du système total d'éléments « jumeaux intergénérationnels » :

D1 Infrastructure. La dimension infrastructure implique des « jumeaux intergénérationnels » d'infrastructure réseau, d'infrastructure IoT et d'infrastructure arithmétique. L'infrastructure réseau comprend les performances et la couverture critiques des réseaux Internet, mobiles et 5G ; l'infrastructure IoT comprend l'exhaustivité et la précision des appareils IoT, des réseaux de capteurs et de la collecte de données ; et l'infrastructure arithmétique comprend les centres de données, les ressources de cloud computing et la puissance de traitement.

D2 Données d'information. La dimension des données d'information implique la capture, le stockage et la gestion, l'interopérabilité et l'intégration, l'analyse et l'utilisation des données « jumelles intergénérationnelles ». L'acquisition des données comprend la diversité, la fréquence et la qualité des données ; le stockage et la gestion comprennent l'évolutivité et la sécurité des données ; l'interopérabilité et l'intégration comprennent la synergie et la cohérence des données ; et l'analyse et l'utilisation des données comprennent l'exploration approfondie des données et les applications.

D3 . La dimension de la plateforme technologique concerne l'architecture globale et les fonctions du « jumeau intergénérationnel ». Elle comprend notamment l'architecture technique globale, la visualisation, l'analyse spatiale et le calcul, la simulation, la fusion et l'interaction de la réalité virtuelle, l'auto-apprentissage et l'auto-optimisation, ainsi que les applications de crowdsourcing et d'extension, afin de répondre aux besoins de multiples niveaux et perspectives.

D4 Conception de scénarios. Les dimensions de service des scénarios sont liées à l'effet d'application réel du « jumeau intergénérationnel », à la synergie de service et à l'expérience utilisateur. L'efficacité de l'application comprend l'effet des applications numériques sur les entités et les espaces physiques ; la collaboration de service comprend les processus commerciaux numériques et l'efficacité de la collaboration ; et l'expérience client comprend la satisfaction de l'utilisateur et l'expérience interactive.

D5 Construction. La dimension construction implique des équipements, des infrastructures et une protection de sécurité « jumeaux intergénérationnels », qui garantissent non seulement une utilisation fluide et pratique des infrastructures, des données d'information, des plateformes technologiques et des dimensions de conception de scénarios, mais aussi, plus important encore, combinent les systèmes traditionnels de télécommunication, d'énergie électrique, de construction, de décoration, d'aménagement intérieur et de matériaux en un tout complet.

D6 Sécurité opérationnelle. La dimension de sécurité opérationnelle implique le mode de fonctionnement, l'évaluation des avantages, la gestion de projet et la sécurité du « jumeau intergénérationnel ». Le mode de fonctionnement comprend le fonctionnement et la maintenance du système, le fonctionnement de l'équipement, le fonctionnement de la plateforme, le fonctionnement de l'algorithme et le fonctionnement des actifs numériques du projet de jumeau numérique ; l'évaluation des avantages comprend l'acceptation de la qualité, les avantages économiques et sociaux, les avantages écologiques et l'optimisation itérative de l'évaluation multidimensionnelle ; la gestion de projet se concentre sur l'application de la méthode de gestion de l'ensemble du processus et l'optimisation et l'amélioration de l'avancement, de la qualité et du coût du projet ; et la sûreté et la sécurité impliquent les différents aspects de la planification, de la construction, de l'exploitation, de la maintenance et de l'utilisation du projet. La sûreté et la sécurité impliquent la planification, la construction, l'exploitation, la maintenance et l'utilisation.

4 « Jumelage transgénérationnel » : orientations futures et contributions possibles

4.1 « Personnalisation » : répondre aux besoins individuels des différentes villes

« Le jumeau intergénérationnel est dédié à soutenir les villes avec des besoins plus personnalisés et plus précis grâce à une compréhension approfondie des besoins des villes à différents niveaux de prise de décision, de gestion et de pratique. Au niveau de la prise de décision, le jumeau intergénérationnel fournit un soutien critique à la décision de macro-stratégie et de planification aux gouvernements

municipaux grâce à de puissants services intelligents [24-25]. Au niveau de la gestion, le jumeau intergénérationnel fournit des services de planification en temps réel et de gestion du cycle de vie complet pour répondre aux besoins des gestionnaires régionaux, de campus et d'entreprise en matière d'activité économique et de gestion des ressources. Au niveau substantiel, le jumeau intergénérationnel se concentre sur les services et les opérations de base, fournissant des services intelligents collaboratifs inter-entreprises en temps réel pour soutenir l'ensemble des opérateurs [26].

4.2 « Pénétration des nouvelles technologies » : une itération intelligente pour améliorer progressivement et en continu la réponse urbaine

À l'avenir, le « jumeau intergénérationnel » intégrera en profondeur les technologies de l'informatique de pointe, de l'IoT et de la communication 5G, et intégrera en profondeur les technologies de pointe à la gestion urbaine [27-28]. Cette intégration profonde améliore non seulement la capacité de traitement des données en temps réel et de rétroaction de la gestion urbaine, mais contribue également à créer un mécanisme de réponse urbain doté d'une intelligence et d'une agilité supérieures. Une telle intégration technologique rendra la planification urbaine et la prise de décision plus précises et plus rapides, et aidera les villes à réagir plus efficacement aux changements dynamiques, posant ainsi une base solide pour le développement durable des villes à l'avenir [16,29].

4.3 « Apprentissage adaptatif » : stimuler l'intelligence numérique basée sur l'IA dans les villes

L'avenir de l'urbanisme reposera sur le développement d'une nouvelle génération de technologie d'IA pour développer une approche complètement nouvelle de la perception urbaine, de la conscience urbaine, de l'analyse urbaine, de la simulation urbaine et de la prise de décision urbaine.

La fondation peut [30-31]. L'avenir de la planification urbaine dépendra du développement d'une nouvelle génération de technologies d'IA. Dans ce contexte, le « jumeau intergénérationnel » deviendra un système d'intelligence urbaine doté d'excellentes capacités d'auto-apprentissage et d'auto-adaptation. Cela lui permettra non seulement de mieux voir l'avenir de la ville et de diriger la gestion de la ville aujourd'hui et demain, mais aussi d'intervenir dans la ville de manière moins coûteuse et efficace [32]. Le « jumeau intergénérationnel » simulera également les effets des interventions en temps réel, offrant un cadre de recherche continu, adaptatif et prospectif pour la planification urbaine et rurale. Cette mise à niveau complète améliorera considérablement la valeur et l'impact du « jumeau intergénérationnel » dans la pratique et injectera plus d'innovation dans l'avenir de la planification urbaine [33-34].

4.4 « Le réel et le virtuel » : créer une nouvelle vie pour l'infini de la ville

Le développement de « jumelles intergénérationnelles » conduira à une fusion des formes de ville réelle et virtuelle [35]. La relation entre les villes physiques et virtuelles sera mutuellement coopérative, la ville physique fournissant à la ville virtuelle la capacité de fournir des services réels, et la ville virtuelle apportant des possibilités nouvelles et innovantes à la ville physique [36]. Cette promotion mutuelle des villes virtuelles et réelles formera un modèle de développement en spirale et réalisera le développement innovant des formes de vie urbaine.

4.5 « Crowd Brain Structure » : construire une nouvelle ère de clusters urbains intelligents

Le « jumelage intergénérationnel » coordonnera les besoins des décideurs urbains, des chefs d'entreprise et des dirigeants d'entreprise, des universitaires professionnels, des comités de rue et des comités de quartier, des populations urbaines et rurales et des médias parmi tous les décideurs urbains, pour construire une architecture d'intelligence de cluster tridimensionnelle, multi-niveaux et multi-cerveaux en vue de l'intelligentisation des clusters urbains.

5 remarques finales

Le jumeau urbain doit évoluer vers un « jumeau intergénérationnel ». Dans l'environnement urbain, le jumeau industriel doit surtout avoir des caractéristiques intergénérationnelles, sinon il ne pourra pas jouer pleinement le rôle essentiel de l'intelligence numérique urbaine, voir l'avenir de la ville et voir l'histoire de la ville, et ne sera pas en mesure de produire des effets et des contributions plus fondamentaux à la solution des problèmes urbains. Depuis 2004, l'auteur a accumulé, percé et innové dans le domaine de l'intelligence urbaine, qui implique l'exploration de données, la découverte de lois, la projection future et l'analyse des mécanismes de pouvoir. L'auteur espère et invite davantage de chercheurs à participer à la recherche sur la proposition de « jumeau intergénérationnel » et à

promouvoir conjointement l'expansion et l'exploration des théories, des modèles techniques et des scénarios d'application.

Références

- ① <https://www.zhihu.com/pin/16175556339> 72162560. © Académie chinoise de recherche sur l'information et la communication (2018), Rapport de recherche sur les villes jumelles numériques, Pékin : http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/201812/t20181218_190859.htm.
bibliographie
- [1] Zhou Yu , Liu Chuncheng . La logique et l'innovation de la construction d'une ville jumelle numérique dans la nouvelle zone de Xiongan [J]. *Urban Development Research* , 2018.25(10): 60-67.
- [2] MOHAMMADI N, TAYLOR J E. Flux énergétiques urbains : fluctuations spatiotemporelles de la consommation énergétique des bâtiments et prédiction basée sur la mobilité humaine[J]. *Applied Energy*, 2017, 195 : 810-818.
- [3] Wu C , Gan W , Zang W et al . Modélisation de l'intelligence urbaine (CIM) concept et développement [J]. *Urban Planning* , 2021. 45(4): 106-113.
- [4] Wu C . Planification urbaine assistée par intelligence artificielle [J]. *Times Architecture* , 2018(1): 6-11.
- [5] WU Zhiqiang , GAN Wei . Pratique de la technologie de planification urbaine intelligente en période de transition [J]. *Architecture urbaine* , 2018(3) : 26-29.
- [6] TAO Fei , LIU Weiran , LIU Jianhua , et al . Exploration du jumeau numérique et de son application [J]. *Computer Integrated Manufacturing Systems* , 2018,.24(1): 1-18.
- [7] KITCHIN R. Big data, nouvelles épistémologies et changements de paradigme[J]. *Big Data & Society*, 2014, 1(1): 2053951714528481.
- [8] SINGH D , JARA GT A. Un aperçu de l'Internet des objets : vision, architecture, défis et services futurs[M]. *Internet des objets. ieee*, 2014.
- [9] Li Deren . Ville jumelle numérique, ville intelligente, construction de nouvelles Hauteur [J]. *China Survey and Design* , 2020(10): 13-14.
- [10] WU Zhiqiang , WANG De , DAN Liang , et al . Système de gestion de contrôle de simulation et de visualisation tridimensionnelle pour la planification et la construction de l'Exposition universelle de Shanghai 2010[M]. Shanghai : Université de Tongji , 2008.
- [11] HERZOG O, PAN Haixiao , DENG Zhitan , et al . Intelligence artificielle de nouvelle génération pour l'urbanisme : opportunités et défis [J]. *Journal of Urban Planning* , 2023(4) : 1-11.
- [12] XIE Y, WENG Q. Amélioration spatiotemporelle des images de lumière nocturne DMSP/OLS en séries chronologiques pour évaluer la dynamique urbaine à grande échelle[J]. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2017, 128 : 1-15.
- [13] BERILA A, ISUFI F. Deux décennies (2000-2020) Mesure de l'étalement urbain à l'aide de SIG.RS et de mesures paysagères : une étude de cas de la municipalité de Prishtina (Kosovo)[J]. *Journal of Ecological Engineering*, 2021, 22(6).114 - 125.
- [14] WU Zhiqiang , WANG Jian , LI Deren , et al . La réflexion à froid sous l'essor des villes intelligentes [J]. *Journal of Urban Planning* , 2022(2): 1-11.
- [15] GAN Wei , WU Zhiqiang , WANG Yuankai , et al . Modélisation théorique de la conception urbaine assistée par AIGC [J]. *Journal of Urban Planning* , 2023(2) : 12-18.
- [16] WU Zhiqiang , GAN Wei , LIU Zhaohui , et al . AI city : théorie et modélisation de l'architecture [J]. *Journal of Urban Planning* , 2022(5) : 17-23.
- [17] Zhen Feng , Kong Yu. La sagesse de l'intégration « homme-technologie-espace » Cadre de planification urbaine [J]. *Journal of Urban Planning* , 2021(6). 45-52.
- [18] GROSHEV M, GUIMARAES C, MARTIN-PEREZ J, et al. Vers des systèmes cyber-physiques intelligents : le jumeau numérique rencontre l'intelligence artificielle[J]. *IEEE Communications Magazine*, 2021, 59(8) : 14 - 20.
- [19] ALEXOPOULOS K, NIKOLAKIS N,CHRYSOLOURIS G. Apprentissage automatique supervisé piloté par jumeaux numériques pour le développement d'applications d'intelligence artificielle dans le secteur manufacturier[J]. *Revue internationale de fabrication intégrée par ordinateur*, 2020, 33(5) : 429 - 439.
- [20] BATTY M, MARSHALL S. Les origines de la théorie de la complexité dans les villes et la planification

- [J]. Les théories de la complexité des villes ont atteint leur maturité : un aperçu avec des implications pour la planification et la conception urbaines, 2012 : 21-45.
- [21] MOHAMMADI N, TAYLOR J E. Smart jumeaux numériques urbains[C]//2017 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence, 2017.
- [22] BATTY, M. Jumeaux numériques[M]. Environnement et planification B : Analyse urbaine et science de la ville, 2018.
- [23] SUN AY, SCANLON B R. Comment les grands Les données et l'apprentissage automatique profitent à l'environnement et à la gestion de l'eau : un aperçu des méthodes, des applications et des orientations futures [J]. Environmental Research Letters, 2019, 14(7) : 073001.
- [24] Wu Z . Extrapolation de l'intelligence artificielle pour la planification urbaine future [J]. Revue économique , 2020(1): 58-62.
- [25] RUOHOMÄKI T, AIRAKSINEN E. HUUSKA P, et al. Plateforme de ville intelligente activant le jumeau numérique[C]//2018 Conférence internationale sur les systèmes intelligents (IS), 2018.
- [26] Smith J., Johnson A., Thompson B. Le rôle du CIM dans la planification urbaine moderne[J]. Urban Planning Journal, 2018, 45(2): 120-135.
- [27] WANG T, ZHAO M, ZHANG L. Numérique villes jumelles : une nouvelle approche pour un urbanisme durable[J]. Urban Studies Journal, 2019, 56(8): 1598-1615.
- [28] LEE H, PARK J. Exploration de la relation entre CIM et BIM : une nouvelle perspective[J]. Construction and Building Research, 2020, 58(3) : 230-245.
- [29] LIU H, WANG F, ZHOU K. Intégration de l'IA à la modélisation urbaine : vers des villes plus intelligentes[J]. AI & Urban Planning, 2020, 12(1) : 25-42.
- [30] XUE F, LU W, CHEN Z, et al. Du nuage de points Li- DAR à la ville jumelle numérique : regroupement d'objets urbains basé sur les principes de la gestalt[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2020, 167.418-431.
- [31] CHEN L, ZHANG X, LIU Y. CIMAI. l'avenir de l'urbanisme[J]. City Development Review, 2021, 67(4): 410-427.
- [32] FAN C, ZHANG C, YAHJA A, et al. Jumeau numérique d'une ville sinistrée : une vision pour intégrer l'intelligence artificielle et humaine dans la gestion des catastrophes[J]. Int. J. Inf. Manag, 2021, 56 : 102049.
- [33] WHITE G, ZINK A, CODECÁ L, et al. Un jumeau numérique de ville intelligente pour le feedback citoyen[J]. Villes, 2021, 110 : 103064.
- [34] Shahat E, Hyun CT, Yeom C. Potentiels des jumeaux numériques urbains : un examen et un programme de recherche [J]. Durabilité, 2021, 13 (6): 3386.
- [35] DENG T, ZHANG K, SHEN Z J. Une revue systématique d'une ville jumelle numérique : un nouveau modèle de gouvernance urbaine vers des villes intelligentes[J]. Journal of Management Science and Engineering, 2021, 6(2) : 125-134.
- [36] ALLAM Z, DHUNNY Z A. Sur le big data. intelligence artificielle et villes intelligentes[J]. Villes, 2019, 89 : 80-91.

Révisé : 2024-01