

« L'espace urbain de l'IA : transformations, tendances et réponses de la planification » - discussion académique

Auteurs

Otthein Herzog, YUAN Feng, WANG Xingping, LONG Ying, ZHANG Xiaochun, HUANG Jingnan, YANG Junyan, ZHANG Shanqi, ZHEN Feng, YAN Longxu

Résumé / note éditoriale

L'intelligence artificielle (IA) de nouvelle génération transforme avec une ampleur inédite les activités socio-économiques humaines et s'insère de plus en plus profondément dans les systèmes spatiaux urbains. Elle devient une force centrale dans la formation des morphologies urbaines futures, des modes de gouvernance et des règles de fonctionnement de la ville. Alors que les villes passent de la « ville intelligente » conventionnelle à une « ville de l'IA » plus intégrée, une question théorique et pratique majeure se pose à la planification : comment les algorithmes, la puissance de calcul et les données recomposent-ils l'espace urbain, comment anticiper cette évolution, et comment la planification doit-elle y répondre ? Pour éclairer ces questions, la rédaction a invité dix spécialistes à débattre de « l'espace urbain de l'IA : transformations, tendances et réponses de la planification », autour de la cognition urbaine, de l'espace virtuel-réel, des infrastructures, des relations économiques et sociales, ainsi que de la gouvernance de la planification.

Premièrement, les modes de connaissance de la ville et les méthodes de planification changent. L'IA modifie d'abord la manière dont la ville est perçue : celle-ci devient un système complexe pouvant être capté en temps réel, simulé dynamiquement et interprété intelligemment. YUAN Feng souligne que le cœur de la ville de l'IA réside dans le passage de l'appel d'outils à l'inférence autonome, permettant aux planificateurs et aux agents intelligents de formuler ensemble les problèmes, d'organiser les simulations et de vérifier les résultats. Il propose une méthodologie spatiale en trois niveaux - hyper-simulation, hyper-cartographie et hyper-couplage - qui met l'accent sur la simulation parallèle de multiples systèmes urbains et sur la mise en correspondance bidirectionnelle, en temps réel, des espaces physique et numérique. Otthein Herzog, à partir des jumeaux numériques urbains et des grands modèles de langage, estime que la planification future aura besoin d'agents multimodaux et de mécanismes de rétroaction pour traiter la complexité multi-acteurs, multi-objectifs et multi-échelles des villes. L'IA améliore donc l'efficacité de la planification, mais elle déplace aussi ses méthodes du jugement empirique et de l'analyse mono-factorielle vers l'inférence systémique et la décision collaborative.

Deuxièmement, l'objet de l'espace urbain s'étend du seul espace physique à un système composite virtuel-réel. La ville ne se compose plus seulement de terrains, de bâtiments, de routes et d'équipements ; elle comprend aussi des données, des modèles, des algorithmes, des règles et des scènes numériques. YANG Junyan montre que la cyber-ville n'est pas une simple réplique numérique de la ville physique : elle coévolut avec la ville réelle par connexion des éléments et rétroaction bidirectionnelle. A partir de l'expérience des jumeaux numériques à Shenzhen, ZHANG Xiaochun montre que ceux-ci soutiennent le passage d'une planification fragmentée et isolée à une coordination de l'ensemble du territoire, et d'une offre centrée sur l'espace physique à une offre synchronisée d'espaces virtuels et réels. Shenzhen explore l'articulation entre grands modèles généralistes et modèles professionnels de domaine afin de permettre une inférence transversale dynamique et précise.

Troisièmement, les nouvelles infrastructures font passer la ville d'un ordre planaire à une coordination tridimensionnelle. L'association de l'IA avec l'économie de basse altitude, la conduite autonome, la logistique intelligente et d'autres scénarios émergents transforme l'organisation des infrastructures urbaines. HUANG Jingnan souligne que les infrastructures de basse altitude reposent sur l'isomorphie entre équipements physiques et réseaux informationnels : sites de décollage et d'atterrissage, réseaux de routes aériennes, communication et navigation, microclimat, hauteur des bâtiments et droits spatiaux doivent être évalués dans un même cadre. LONG Ying s'intéresse à la conception des quartiers résidentiels et examine comment les grands modèles peuvent identifier les problèmes des quartiers existants et traduire de nouveaux modes de vie - livraison sans conducteur, logistique de basse altitude, services robotisés - en prototypes spatiaux concrets. La ville de l'IA finira par quitter les nuages et les plateformes pour entrer dans les îlots, les communautés, les toits, les rues et les scènes ordinaires de la vie quotidienne.

Quatrièmement, les algorithmes réorganisent l'espace économique et les relations sociales. WANG Xingping montre que la puissance de calcul, les données, les algorithmes et les plateformes constituent une nouvelle géographie industrielle ; l'agriculture, l'industrie manufacturière et les services sont également recomposés par l'automatisation, tandis que de nouvelles inégalités régionales et des risques de marginalisation numérique peuvent apparaître. Dans une perspective de coordination « humain - terre - algorithme », ZHANG Shanqi et ZHEN Feng rappellent que l'IA entraîne aussi des biais algorithmiques, une exposition de la vie privée et une homogénéisation spatiale, ce qui fait de la ville de l'IA un nouvel objet de gouvernance publique.

Cinquièmement, la gouvernance de la planification doit passer du contrôle statique à l'adaptation dynamique. Face aux transformations complexes de la ville de l'IA, la logique traditionnelle de la régulation planificatrice doit être mise à jour. YAN Longxu estime que la ville de l'IA défie la planification à trois niveaux : structure spatiale macro, répartition fonctionnelle méso et usages spatiaux micro. Les systèmes de centralités deviennent plus dynamiques, les frontières fonctionnelles s'estompent et les usages de l'espace deviennent plus composites et flexibles. La planification future devra renforcer sa capacité à identifier, réguler et orienter les processus dynamiques, tout en construisant de nouvelles interfaces institutionnelles entre évolution technologique et valeur publique.

La ville de l'IA présentée dans cette discussion est un système complexe qui concerne la cognition urbaine, les objets spatiaux, les infrastructures, les relations économiques et sociales et les logiques de gouvernance. L'IA exige des algorithmes et de la puissance de calcul, mais aussi des valeurs publiques et un jugement professionnel ; elle requiert un espace numérique, mais doit répondre à la vie réelle. La responsabilité de la discipline de la planification est de ramener l'IA aux questions fondamentales du développement urbain : comment la ville fonctionne, comment l'espace s'organise et à qui la technologie sert en dernier ressort.

Mots-clés

espace urbain de l'IA ; ville de l'IA ; jumeaux numériques urbains ; grands modèles de langage ; cyber-ville ; infrastructure de basse altitude ; gouvernance de la planification spatiale

Jumeaux numériques urbains et grands modèles de langage : implications pour la planification des villes réelles

Otthein Herzog (membre étranger de l'Académie chinoise d'ingénierie ; membre de l'Académie nationale des sciences et de l'ingénierie d'Allemagne ; professeur à l'Université Tongji ; professeur à l'Université de Brême, Allemagne)

Une ville, ou une partie de ville, peut être comprise comme un système socio-technique de longue durée, dont l'évolution est façonnée par des intérêts et des interdépendances multiples. Celles-ci incluent l'inscription spatiale de l'objet de planification dans des hiérarchies plus vastes - ville, Etat, système de transport - et dans des relations de plus en plus importantes avec les régions voisines et avec la troisième dimension ; les demandes et ressources des habitants et des gouvernants en matière de mobilité, de logistique des biens, de l'énergie, de l'eau et des données, de développement industriel et commercial, de durabilité, de résilience, de santé, de sûreté et de sécurité ; enfin, les expériences historiques, les infrastructures et les valeurs déjà produites par des décisions antérieures, ainsi que les problèmes récents.

La ville peut donc être considérée comme une entité interactive prise dans un réseau complexe d'objectifs et de dépendances. Pour traiter cette complexité, la planification et la gestion urbaines opèrent au moins à deux échelles temporelles et selon les dimensions structurelle et dynamique de la ville. La planification de long terme part d'un état donné et d'un horizon futur défini afin de créer les conditions du développement des infrastructures, sous des objectifs d'attractivité, de soutenabilité financière, écologique et capacitaire, d'adaptabilité aux idées et innovations futures, et de résilience face à des menaces diverses. La planification opérationnelle quasi en temps réel, le suivi et le contrôle se concentrent sur les sous-systèmes et leurs interactions, à partir de données de l'Internet des objets et d'analyses d'IA associées.

Ces deux niveaux peuvent être étudiés pour partie séparément, mais leurs relations doivent aussi être examinées et pilotées. Les statistiques et les problèmes opérationnels observés grâce à l'IoT et à d'autres données peuvent améliorer la planification urbaine ; inversement, les connaissances produites au niveau de la planification peuvent être réutilisées intelligemment pour les tâches opérationnelles.

Pour couvrir l'ensemble des aspects de la planification urbaine, des cartes et entrepôts de données ne suffisent pas. Des modèles capables de représenter les aspects réels et leurs interdépendances sont nécessaires. Les jumeaux numériques ont déjà été employés avec succès dans de nombreuses tâches de planification. Les jumeaux numériques fondés sur l'IA, associés à des infrastructures d'échange de données et de simulation, facilitent la modélisation du réel. Ils peuvent s'inscrire dans le cadre conceptuel des modèles et services de base du jumeau numérique, tels que définis par le consortium international de l'IoT industriel : le jumeau numérique est une représentation virtuelle d'entités et de processus réels, synchronisée selon une fréquence et une fidélité déterminées ; il accélère la compréhension globale, la décision optimale et l'action efficace ; il utilise des données en temps réel et historiques pour représenter le passé et le présent et simuler les futurs possibles ; il est orienté vers les résultats, adapté aux cas d'usage, alimenté par l'intégration, fondé sur les données, guidé par la connaissance de domaine et mis en oeuvre dans des systèmes IT/OT.

L'ensemble des modèles conceptuels appelé noyau du jumeau numérique porte sur l'interopérabilité entre modèles de données et modèles de calcul, ainsi que sur les métadonnées, le prétraitement, les flux de données et les modèles de validation. Il donne une image très riche de l'environnement

technologique complexe des jumeaux numériques du point de vue de l'analyse et de la conception orientées objet.

L'apparition des grands modèles de langage a élargi cette perspective. Ces modèles jouent déjà un rôle important en planification urbaine et se généralisent désormais en systèmes d'IA agentiques capables de soutenir la multimodalité, l'acquisition de connaissances, la validation de plans, la simulation et la décision. Ils permettent de construire des cadres de systèmes sociaux d'IA agentique pour la planification urbaine, combinant les technologies multi-agents éprouvées avec des LLM multimodaux. Ces cadres sont flexibles, modulaires et extensibles ; ils permettent de représenter, dans un système distribué d'agents coopératifs ou concurrents, les interdépendances entre les dimensions pertinentes de la ville.

Pour les tâches de planification, un tel système peut modéliser les structures urbaines statiques, les dynamiques nécessaires, ainsi que les règles, demandes et contributions des parties prenantes. Il suggère également un flux de travail interactif, avec boucles de rétroaction et validation des plans. L'objectif n'est pas de remplacer les planificateurs, mais de leur apporter un soutien intelligent et coopératif, par des communications multimodales telles que cartes, images, rapports et voix.

Le but d'un tel cycle est de produire un jumeau numérique urbain contenant les détails statiques et dynamiques nécessaires à la mise en oeuvre ultérieure. Il doit arbitrer entre les exigences issues des connaissances de planification, des contraintes techniques, des règles administratives et des demandes des parties prenantes virtuelles puis humaines. Le processus intègre les demandes des citoyens, les réglementations, les contraintes de financement et les conditions de vie et de travail. Il peut aussi identifier et consolider les interdépendances entre usages du sol, voiries, mobilité, énergie, eau, parcs, résilience et santé de la population. Les éléments structurels statiques doivent donc être établis en premier, avant d'ajouter des éléments dynamiques pour la validation et la simulation orientées processus.

Dans une étape suivante, ce jumeau numérique préliminaire peut être validé et amélioré par des modèles de parties prenantes fondés sur les LLM, conçus comme des jumeaux numériques argumentatifs et soutenus par des modèles d'IA agentique multimodale spécialisés. Ces modèles peuvent introduire dans l'élaboration et la négociation du plan des points de vue spécifiques, voire antagonistes, ainsi que des modèles de comportement humain. Les contributions citoyennes, coûteuses et longues à organiser, peuvent alors être mieux ciblées à des stades ultérieurs, lorsque des personnes réelles sont invitées à critiquer le plan.

Ces systèmes permettent aussi d'évaluer par simulation la faisabilité opérationnelle des plans urbains : architectures IoT, distribution et gouvernance des données, extensibilité, robustesse, résilience et ouverture aux innovations futures. Ils peuvent également traiter les questions sémantiques nécessaires à la coopération ou à la concurrence d'un très grand nombre de jumeaux numériques en situation opérationnelle.

L'idée de jumeaux numériques urbains mis en oeuvre par une société d'agents multimodaux fondés sur les LLM - un système social d'IA agentique - élargit clairement la définition initiale du jumeau numérique en matière d'interopérabilité et de complexité. Compte tenu de la complexité des villes et de leur planification, le champ de la planification aura besoin d'un tel cadre pour concevoir des villes habitables. Ce jumeau numérique urbain peut aussi servir de base à la planification, au suivi et au contrôle opérationnels en temps réel des sous-systèmes urbains et de leurs interactions.

L'ère des super-agents urbains portée par l'espace intelligent spéculatif

YUAN Feng (doyen et professeur titulaire distingué, Collège d'architecture et de planification urbaine, Université Tongji)

L'IA de nouvelle génération dépasse les limites de la pensée instrumentale. Elle ne se contente plus d'accroître l'efficacité ; elle reconfigure les modes cognitifs et intellectuels, tout en s'insérant dans l'ensemble du processus d'intelligentisation de l'espace urbain, y compris les scènes de production, de vie et d'écologie. Comme l'a suggéré le philosophe Yuk Hui, l'humanité passe de la figure humaniste de l'homo faber à celle de l'homo sapiens, voire de l'homo deus. Les relations « humain - agent - nature » redéfinissent le sens de la ville sur un mode plus égal. La question centrale de l'AI City n'est donc plus seulement de rendre la ville plus intelligente, mais de reconstruire la cognition, de découvrir des régularités et de créer des futurs. Il ne s'agit pas d'ajouter une selle luxueuse à une voiture hippomobile, mais de changer de paradigme et d'entrer dans l'âge de l'automobile.

1. De l'appel autonome à l'inférence computationnelle intelligente : l'intelligence urbaine dans la co-gouvernance humain-machine

Dans la planification et la conception traditionnelles, les simulations du vent, des flux piétons, de l'énergie, de la lumière, du son, de la chaleur, du trafic ou de l'évacuation d'urgence restent fragmentées et dépendantes d'experts. Les planificateurs doivent choisir les logiciels, paramétrer les modèles et connecter les données une à une. Cette « jungle d'outils » rend très difficile le couplage multi-objectifs et empêche depuis longtemps une compréhension intégrée entre échelles et disciplines.

L'orientation proposée consiste à construire une architecture « inférence autonome - agent de recherche ». Grâce aux capacités de compréhension sémantique des grands modèles, des grappes distribuées de moteurs de simulation open source peuvent être appelées directement, permettant à l'IA de rechercher, apparier et combiner les outils les plus adaptés selon la sémantique du projet, puis d'en vérifier la fiabilité par dialogue humain-machine. La recherche ne s'organise plus autour du logiciel, mais autour de la signification du problème. Les outils sont découplés, les capacités agrégées, et la planification urbaine atteint un point d'inflexion méthodologique. La collaboration entre planificateur et IA n'est plus une simple délégation de tâches ; elle devient une formulation commune des questions.

Le noyau technique de ce paradigme comprend trois couches. La couche « données + connaissances » intègre des données spatio-temporelles urbaines multi-sources - télédétection, IoT, signalisation mobile, BIM/CIM et archives de planification - avec des graphes de connaissances de domaine tels que normes, modèles de mécanismes et expériences de conception. La couche « invocation + algorithme » couple moteurs de simulation, modèles génératifs, solveurs d'optimisation et raisonnement logique explicable, y compris causalité, règles et contraintes éthiques. La couche de « pilotage intelligent du flux de travail » fournit des chaînes agentiques programmables, traçables et vérifiables pour des problèmes concrets de conception et de recherche.

2. L'espace urbain comme scène centrale de l'espace intelligent : hyper-simulation, hyper-cartographie et hyper-couplage

Si le cœur de l'« espace intelligent » réside dans la visualisation des données et le suivi opérationnel, celui de la ville de l'IA réside dans la génération, la décision et la coévolution. Sa méthodologie spatiale peut être résumée par trois notions progressives.

L'hyper-simulation dépasse les simulations fermées de processus physiques isolés et met en place des simulations parallèles de plusieurs systèmes urbains, échelles et acteurs. Elle permet de faire résonner,

dans un même moteur, les corridors de conduite autonome, les réseaux logistiques de basse altitude, les infrastructures de réponse intelligente, les flux de comportement humain, d'énergie et d'information. L'hyper-cartographie dépasse le jumeau numérique unidirectionnel « physique vers numérique » et établit une correspondance bidirectionnelle, en temps réel et au niveau sémantique, entre l'espace physique et l'espace numérique. L'espace urbain numérique cesse d'être l'ombre du monde physique ; il devient un champ préfiguratif de son évolution. Les plans y prennent forme, y sont testés et contestés, avant de rétroagir sur la construction et la transformation de l'espace physique.

L'hyper-couplage dépasse la séparation entre disciplines et systèmes. Il permet de coupler profondément, au niveau algorithmique, transports, énergie, écologie, société, économie et gouvernance. L'implantation d'un corridor logistique de basse altitude est simultanément une question de bruit, d'espace industriel et d'équité sociale. L'IA donne pour la première fois la capacité de traiter cette complexité intrinsèquement non décomposable dans un même modèle de décision.

3. Réponses des disciplines de la planification et de l'architecture

Face à cette transformation, la planification et l'architecture doivent accomplir trois tâches. Elles doivent d'abord reconstruire un système de connaissances permettant de coexister avec les super-agents, en intégrant la littérature algorithmique, l'ingénierie de simulation et la coopération agentique parmi les compétences centrales des planificateurs et architectes. Elles doivent ensuite bâtir une infrastructure ouverte d'intelligence numérique : bibliothèques partagées de moteurs de simulation urbaine, graphes de connaissances et interfaces de données, afin d'éviter que chaque équipe ne recommence le même travail. Elles doivent enfin reformuler une position éthique à l'ère post-humaniste : plus l'autonomie de l'IA s'étend, plus il faut rester attentif aux boîtes noires algorithmiques, aux fractures numériques et aux nouvelles questions de justice spatiale. Plus la technologie devient autonome, plus le jugement de valeur du planificateur devient décisif.

Une ville intelligente n'est pas une ville qui s'adapte passivement à la technologie, mais une ville qui coévolve avec elle. La mission de la planification est de rouvrir, sur la base de l'hyper-simulation, de l'hyper-cartographie et de l'hyper-couplage, la question fondamentale de ce qui rendra les villes futures meilleures.

IA et production-recomposition de l'espace économique

WANG Xingping (professeur, Ecole d'architecture, Université du Sud-Est ; directeur du Centre international de recherche sur le développement et la planification durables des parcs industriels, Université du Sud-Est)

L'IA est un système technologique qui simule, prolonge et amplifie l'intelligence humaine, permettant aux machines d'accomplir des tâches complexes qui exigeaient auparavant cette intelligence. Ses technologies et industries peuvent être distinguées en deux catégories : le développement propre des logiciels et matériels d'IA, et leur intégration dans les différents secteurs. La société humaine entre dans une nouvelle ère de civilisation de l'IA. Même si le développement actuel demeure à un stade encore précoce, principalement sous la forme d'une automatisation généralisée plutôt que d'une autonomie profonde remplaçant l'intelligence humaine, il produit et recompose déjà en profondeur l'espace économique : celui de la chaîne industrielle de l'IA elle-même, physique et numérique, et celui des activités économiques dans lesquelles ses applications pénètrent.

La Chine accorde une grande importance à cette opportunité historique et se situe au premier rang du développement mondial de l'IA. Elle a publié successivement le Plan de développement de l'intelligence

artificielle de nouvelle génération (2017), les Mesures provisoires de gestion des services d'intelligence artificielle générative (2023) et les Avis du Conseil des affaires d'Etat sur la mise en oeuvre approfondie de l'initiative « Intelligence artificielle plus » (2025). Ces textes fixent l'objectif d'une industrie centrale de l'IA dépassant 1 000 milliards de yuans en 2030 et entraînant plus de 10 000 milliards de yuans d'industries associées, tout en formant un système d'orientation couvrant la R&D, les infrastructures, l'application industrielle et les normes de gouvernance.

1. La chaîne industrielle de l'IA produit de nouveaux types et modèles d'espace économique

La production logicielle et matérielle de l'IA crée une nouvelle géographie industrielle et modifie la distribution de la valeur. D'un côté, les activités de recherche, de développement et de fabrication liées à l'IA se concentrent dans l'espace urbain et font émerger de nouvelles formes comme les communautés d'IA ou les communautés OPC. De l'autre, les préférences propres à l'IA reconfigurent la géographie des industries connexes. Côté matériel, la demande massive de calcul pour l'entraînement des grands modèles attire les très grands centres de données vers des régions riches en énergie et au climat frais, comme le Guizhou ou Ulanqab. La fabrication de puces avancées se concentre autour d'entreprises dominantes, accentuant la division entre « coeurs de puissance de calcul » et périphéries. Côté logiciel, les communautés de code open source et les plateformes de services de modèles en nuage (MaaS) franchissent les limites physiques et permettent aux développeurs de participer depuis n'importe où à la création de valeur de l'IA, formant un espace d'innovation numérique sans frontières, à interaction virtuelle-réelle.

2. Les applications de l'IA recomposent les espaces économiques ordinaires

La diffusion automatisée de l'IA favorise la coexistence et la coopération entre humains et robots humanoïdes, réorganise les formes spatiales des trois grands secteurs et produit de nouveaux scénarios économiques. Dans l'agriculture, les drones d'inspection des cultures, de suivi de l'humidité des sols et de prévision des ravageurs permettent à un seul technicien de gérer des milliers de mu, déplaçant la production de fermes familiales dispersées vers des fermes numériques centralisées. Dans l'industrie manufacturière, l'inspection visuelle, la maintenance prédictive et l'ordonnancement intelligent réduisent la dépendance au travail traditionnel, font apparaître des « usines éteintes » et des « parcs sans personnel » et attirent l'activité vers les régions dotées d'infrastructures numériques et de coûts du travail favorables. Dans les services, la télémedecine, le tutorat éducatif par IA et le service client intelligent découplent l'offre de services des lieux physiques et des horaires, donnant aux habitants des régions éloignées un accès plus comparable à celui des métropoles. Cette évolution réduit certains écarts d'accessibilité, mais contracte aussi certains emplois de services traditionnels dans les centres urbains. L'IA favorise ainsi un nouveau modèle où agglomération virtuelle et dispersion physique coexistent et interagissent.

3. Les préférences propres à l'IA accentuent l'inégale répartition régionale de l'espace économique

Les gains d'efficacité de l'IA se concentrent actuellement dans les entreprises de plateforme et les régions disposant de données, de puissance de calcul et d'algorithmes. Beijing, Shenzhen, la Silicon Valley et d'autres pôles dotés d'infrastructures de calcul et de ressources de données renforcent leur position. Certaines régions périphériques riches en énergie et aux conditions climatiques favorables obtiennent aussi de nouvelles opportunités de rattrapage. En revanche, les territoires dépourvus de ces facteurs risquent la marginalisation numérique. Les travailleurs ordinaires et les petits producteurs captent une part relativement faible des bénéfices, ce qui peut consolider la structure centre-périphérie

et engendrer des risques de déconstruction et de reconstruction irrationnelle des relations interrégionales.

Qualifier l'IA de stade « foetal » signifie que son orientation reste très malléable. L'automatisation constitue une étape nécessaire vers la coopération autonome humain-machine. La recomposition actuelle de l'espace économique par l'IA offre des opportunités d'optimiser l'allocation des ressources et de réduire les écarts de services entre villes et campagnes, mais elle comporte aussi des défis comme le déséquilibre régional. Elle modifie également l'allocation des forces productives et les modes d'existence humaine. Les relations homme-terre s'élargissent en relations complexes entre humains, IA humanoïde et espaces virtuel-réel, réécrivant les relations traditionnelles entre production et ville. Orienter l'IA vers un développement bénéfique exige donc un dessein institutionnel - puissance de calcul inclusive, écosystèmes ouverts, mécanismes de distribution améliorés - et une planification scientifique adaptée. Alors seulement la production spatiale de l'IA pourra devenir plus inclusive et permettre à tous de partager les dividendes du progrès technologique.

Déclaration d'usage de l'IA : cet article a été rédigé avec une assistance d'IA. L'auteur a élaboré les idées centrales, la structure principale et les informations clés ; il demeure responsable du texte.

La conception des quartiers résidentiels à l'ère des grands modèles : diagnostic, adaptation aux tendances et réponses pratiques

LONG Ying (professeur titulaire, Ecole d'architecture, Université Tsinghua)

Les technologies d'IA de nouvelle génération, représentées par les grands modèles, se développent rapidement. Leurs capacités de compréhension du langage naturel, de traitement transmodal et de raisonnement logique offrent de nouveaux outils à la planification urbaine et à la conception spatiale. En tant qu'unités spatiales de base de la ville, les quartiers résidentiels combinent des informations complexes et de nombreux éléments ; ils constituent donc un terrain concret d'intégration des grands modèles. Mon équipe explore trois maillons : repérer les problèmes et extraire l'expérience des quartiers existants, s'adapter aux nouveaux modes de vie et répondre par la collaboration humain-machine.

Pour le diagnostic et l'extraction d'expérience, nous cherchons à identifier les problèmes des quartiers existants et à formaliser des méthodes d'intervention spatiale. Les capacités humaines de traitement limitaient auparavant l'analyse rapide de grandes quantités de cas non structurés. Les grands modèles, grâce à leur compréhension image-texte, permettent de dépasser cette limite. En collectant des matériaux visuels et textuels sur de nombreux quartiers et en définissant clairement les règles d'extraction dans les prompts, ils analysent rapidement les cas, extraient des objets typiques - unités bâties, espaces publics, infrastructures vertes, organisation du trafic - et résument leurs points de douleur. L'analyse textuelle des cas permet ensuite d'extraire des méthodes fines de conception, de les vectoriser, de les regrouper et de transformer une expérience dispersée en un référentiel structuré.

Pour l'adaptation aux nouveaux modes de vie, l'IA aide à saisir les transformations émergentes de la vie résidentielle et à les traduire en prototypes spatiaux. La livraison autonome, les services robotisés, la logistique de basse altitude, le télétravail et l'économie de plateforme modifient les seuils, les circulations, les espaces partagés, les toits, les sous-sols et les interfaces entre communauté et ville. Les grands modèles peuvent produire des scénarios, relier comportements et configurations spatiales, comparer des variantes et accélérer l'expérimentation. L'enjeu n'est pas d'ajouter des fonctions

intelligentes à un plan existant, mais d'organiser des espaces capables d'accueillir des usages flexibles, temporaires et composites.

Pour la réponse pratique, nous explorons un processus de conception collaborative humain-machine. Les grands modèles peuvent participer à la recherche de précédents, à la génération d'hypothèses, à l'évaluation multicritère et à la communication avec le public. Ils aident à rendre plus explicites les compromis entre confort, sécurité, efficacité, coûts, carbone et équité. Toutefois, ils ne remplacent ni la responsabilité professionnelle ni le jugement situé. Les quartiers résidentiels impliquent des habitudes de vie, des relations de voisinage et des perceptions fines de sécurité et de dignité ; ces dimensions ne peuvent être réduites à des sorties algorithmiques. Les planificateurs doivent donc construire des procédures où l'IA augmente la capacité de diagnostic et d'imagination, tandis que les valeurs publiques, l'expérience locale et la délibération gardent un rôle décisif.

Les jumeaux numériques au service de la planification spatiale urbaine dans la nouvelle période

ZHANG Xiaochun (ingénieur en chef, Bureau municipal de la planification et des ressources naturelles de Shenzhen)

La planification spatiale urbaine est entrée dans une période où les contraintes de ressources, les exigences de gouvernance fine et les risques complexes se renforcent simultanément. Les méthodes traditionnelles, fondées sur des données fragmentées, des analyses statiques et des plans relativement fermés, peinent à répondre à la dynamique des grandes villes. Les jumeaux numériques offrent une infrastructure cognitive et opérationnelle nouvelle : ils intègrent l'espace physique, les données, les modèles et les règles, soutiennent la simulation, l'évaluation et la rétroaction, et rendent possible une planification plus coordonnée et adaptative.

L'exploration de Shenzhen montre que le jumeau numérique peut soutenir une transformation de la planification à trois niveaux. Le premier est l'intégration des données et des scènes : il agrège les données de base du territoire, des bâtiments, des réseaux, de l'environnement, de la population, de l'industrie et des services publics, et forme une représentation dynamique de l'espace urbain. Le deuxième est l'intégration des modèles : les modèles de transport, d'écologie, de sécurité, d'économie, de population ou d'énergie ne sont plus isolés, mais peuvent être appelés et combinés selon les problèmes. Le troisième est l'intégration de la gouvernance : les résultats de simulation et d'évaluation peuvent être réintroduits dans les processus d'approbation, de mise en oeuvre et de suivi, reliant planification, construction et gestion.

Dans ce cadre, Shenzhen explore l'articulation entre grands modèles généralistes et modèles professionnels. Les grands modèles améliorent la compréhension sémantique, la recherche d'informations, la synthèse de connaissances et l'interaction humain-machine ; les modèles de domaine garantissent la précision technique et la conformité aux règles professionnelles. Leur coordination peut produire une inférence transversale plus dynamique, par exemple pour évaluer l'impact d'un projet sur la mobilité, le climat, les équipements publics, la résilience et l'utilisation du sol. Elle transforme le jumeau numérique d'une plateforme d'affichage en un système capable de raisonner, d'alerter et d'aider à la décision.

La valeur des jumeaux numériques ne réside donc pas seulement dans la reproduction visuelle de la ville, mais dans leur capacité à soutenir une boucle perception - simulation - décision - action. Pour la planification, cela signifie passer d'une coordination ponctuelle à une coordination continue, d'une offre spatiale physique à une offre simultanée d'espaces virtuels et réels, et d'une gouvernance postérieure à

une gouvernance anticipatrice. La difficulté principale reste de garantir la qualité des données, la compatibilité des modèles, la responsabilité des décisions et la protection de l'intérêt public.

Construction d'infrastructures urbaines de basse altitude « physique-information » et réponses de la planification

HUANG Jingnan (professeur, Ecole d'architecture et de planification urbaine, Université Tongji)

Le développement rapide des drones et des aéronefs électriques à décollage et atterrissage verticaux (eVTOL) stimule l'économie de basse altitude et transforme les transports urbains : d'un système principalement terrestre, ils évoluent vers une mobilité intégrée air-sol et stratifiée verticalement. Les infrastructures de basse altitude en sont la condition de base et le support clé.

Leur différence majeure par rapport aux infrastructures traditionnelles est qu'elles associent deux systèmes : un système physique et un système informationnel. Les installations physiques comprennent les sites de décollage et d'atterrissage, les stations de recharge et d'autres objets visibles. Les installations informationnelles forment un réseau invisible de communication, de navigation et de perception. Sans fonctionnement simultané des deux systèmes, l'exploitation des aéronefs ne peut être garantie. Les situations de « sites sans réseaux » ou de « réseaux sans sites » constituent déjà un problème fréquent de planification.

L'isomorphie physique-information de ces infrastructures se heurte à de fortes contraintes. La basse altitude urbaine n'est pas une extension plane et homogène, mais un espace tridimensionnel dense et hétérogène. Les immeubles créent des obstacles physiques, des zones d'ombre et des microclimats brusques, tels que vents de canyon, tourbillons de sillage et cisaillements. Les réseaux intégrés communication-perception subissent l'atténuation des signaux, les réflexions multiples et la fragmentation des angles morts dans les tissus bâtis. De plus, les flux de logistique de basse altitude suivent les rythmes des activités humaines et présentent de fortes variations temporelles ; en situation extrême, lorsque les routes terrestres sont interrompues ou qu'une urgence mobilise massivement les réseaux, ceux-ci peuvent être rapidement saturés.

Les infrastructures de basse altitude posent aussi des défis de régulation sociale et d'effets de voisinage. Les conflits de droits d'usage spatial sont directs : toits, espaces publics de quartier et façades peuvent devenir supports d'installations, se superposant aux fonctions urbaines existantes. Les mécanismes de propriété, de responsabilité et de distribution des bénéfices doivent être clarifiés. Par ailleurs, les aéronefs pénètrent à courte distance dans les lieux de vie. Bruit, risques de vie privée et de sécurité, danger de chute d'objets peuvent facilement atteindre le seuil psychologique de sécurité des habitants et soulever des enjeux de justice environnementale.

La planification doit répondre à ces caractéristiques de quatre façons. D'abord, dépasser la pensée bidimensionnelle centrée sur le sol et construire une méthode intégrée pour le sol, le sous-sol, l'air et les systèmes air-sol. Hauteur des bâtiments, capacité portante des toits, disponibilité de l'espace aérien, couverture de communication et de navigation, environnement électromagnétique et autres facteurs doivent être réunis dans un même cadre. Les algorithmes d'IA et les plateformes de jumeaux numériques peuvent optimiser conjointement le choix des sites et des routes.

Ensuite, les installations de décollage et d'atterrissage doivent être intégrées aux scènes de transport, de santé, d'urgence et de logistique, sous des modèles intensifs et composites. Les fonctions peuvent se superposer et basculer entre temps ordinaire et temps de crise : améliorer l'efficacité logistique en

période normale et assurer des missions d'urgence en période de catastrophe. Cette polyvalence renforce l'efficacité spatiale et la résilience urbaine.

Troisièmement, l'acceptabilité sociale et l'équité spatiale doivent devenir des variables centrales de décision. Le bruit, l'atteinte à la vie privée et les risques de sécurité doivent être évalués quantitativement, puis intégrés dans des modèles d'optimisation multi-objectifs qui équilibrent efficacité technique et impact social. Il s'agit de réduire la résistance des habitants et d'éviter que des communautés vulnérables ne supportent de manière disproportionnée les externalités négatives.

Enfin, de nouveaux mécanismes de coordination de l'usage de l'espace aérien doivent être explorés. L'insertion des infrastructures de basse altitude complexifie les droits spatiaux, et l'usage de l'espace passe de la possession exclusive au partage composite. Il est urgent de clarifier les règles de définition, d'allocation et de transfert des droits d'usage aérien, afin de faire évoluer la gouvernance des « droits fonciers » vers celle des « ressources spatiales ».

Résonance et symbiose entre villes virtuelles et villes réelles : nouvelles questions pour la discipline de la planification

YANG Junyan (professeur, Ecole d'architecture, Université du Sud-Est)

A l'échelle mondiale, plus de 200 millions de personnes passent désormais davantage de temps dans le cyberspace que dans la vie réelle. Avec la pénétration des jumeaux numériques, de l'IA, du métavers et des technologies associées, l'humanité construit progressivement un cyberspace numérique complet, et la forme urbaine s'étend de la seule dimension physique vers une double dimension virtuelle-réelle. La planification urbaine doit affronter trois nouvelles questions : l'existence possible et les mécanismes de construction des cyber-villes ; les mécanismes de cartographie interactive entre cyber-villes et villes réelles ; et l'élévation du numérique du statut d'outil à celui de paradigme de planification.

1. Cyber-villes : formes urbaines futures prévisibles et mécanismes de construction distincts du monde physique

Les cyber-villes ne relèvent pas de la science-fiction. Elles sont le produit inévitable de l'intégration profonde des technologies numériques et des besoins d'habiter. Leur mécanisme de construction diffère fondamentalement de celui des villes physiques. Ces dernières s'organisent autour de l'agglomération matérielle et spatiale ; les cyber-villes s'organisent autour de l'agglomération des données et des relations. Appuyées sur les réseaux numériques, les modèles algorithmiques et les scènes virtuelles, elles franchissent les limites géographiques et présentent des caractères sans frontière, itérables et multidimensionnels. Elles prolongent et reconstruisent les relations sociales et les besoins d'activité dans l'espace numérique, formant un nouveau type d'espace social au-delà du lieu géographique.

Cette différence confère aux deux types de villes des traits distincts. La croissance des villes physiques est contrainte par les conditions naturelles et les ressources ; leur forme évolue graduellement et de manière largement irréversible. Les cyber-villes, au contraire, sont définies par des règles. Leur forme spatiale et leur organisation fonctionnelle peuvent être ajustées rapidement par itération algorithmique, et elles peuvent simuler l'évolution des villes physiques, permettant une inférence virtuelle avant l'action. Les cyber-villes futures ne seront donc pas de simples copies numériques des villes matérielles, mais des « secondes villes » dotées de logiques propres, capables de porter de nouvelles formes de travail, de sociabilité et de divertissement, tout en influençant la ville physique par rétroaction des données.

2. Interaction virtuel-réel : connexion, rétroaction et évolution entre cyber-villes et villes réelles

La cartographie interactive entre cyber-villes et villes réelles n'est pas une copie du virtuel vers le réel. Elle repose sur la connexion des éléments, la rétroaction bidirectionnelle et l'évolution interactive. La numérisation complète des éléments de la ville physique constitue la base de l'interaction, tandis que les cyber-villes utilisent optimisation algorithmique et simulation de scénarios pour rétroagir sur la réalité. Les règles sociales et les inférences fonctionnelles produites dans l'espace virtuel peuvent donc influencer directement l'évolution des villes physiques.

La ville, méga-système complexe et organisme vivant, possède ses propres lois de croissance et d'évolution. Les cyber-villes sont elles aussi des méga-systèmes complexes, avec leurs cycles de construction et d'évolution. Même si leurs règles de fonctionnement diffèrent, d'innombrables éléments virtuels et réels sont connectés. La culture régionale, les coutumes et les gènes spatiaux des villes réelles influencent fortement les cyber-villes ; inversement, l'innovation et l'interaction dans les cyber-villes rétroagissent sur la disposition fonctionnelle et le fonctionnement des équipements réels. Les deux systèmes forment progressivement leurs propres mécanismes d'évolution coordonnée.

3. Transition de paradigme : de l'outil numérique au paradigme numérique de planification

Le passage des outils numériques au paradigme numérique est la réponse centrale de la planification à l'essor des cyber-villes. Pendant longtemps, la technologie numérique a joué un rôle auxiliaire : cartographie SIG, statistiques et appui technique à une planification dominée par l'espace physique. Le coeur du paradigme numérique est de considérer l'espace numérique comme un objet de planification aussi important que l'espace physique, de déplacer l'attention de la construction spatiale vers la conception des règles, et de bâtir un système de planification collaborative virtuel-réel.

Cette montée de paradigme comporte trois niveaux. L'objet de la planification s'élargit d'un espace matériel unique à un espace double réel-cyber, intégrant la confirmation des droits sur les données, l'éthique algorithmique et les limites de l'espace virtuel. Les méthodes se renouvellent : la planification guidée par l'expérience cède la place aux jumeaux numériques et aux grands modèles urbains, permettant simulation virtuelle, inférence dynamique et optimisation en temps réel. Les objectifs s'élèvent enfin de l'optimisation spatiale vers la symbiose virtuel-réel : il faut garantir l'habitabilité des villes physiques, mais aussi l'inclusivité et la sécurité des cyber-villes, en évitant monopoles algorithmiques et enclaves numériques.

Deux voies l'expriment. La première est la complémentarité fonctionnelle : les cyber-villes assument des fonctions immatérielles des villes physiques - travail à distance, éducation en ligne, loisirs, sociabilité - et allègent ainsi la pression spatiale. Les villes physiques fournissent les supports matériels et l'expérience réelle qui compensent le manque d'authenticité du virtuel. La seconde est la coordination dynamique : par le suivi en temps réel, les cyber-villes peuvent anticiper congestion, catastrophes ou défaillances d'équipements, tandis que les pratiques réelles améliorent en retour les modèles et algorithmes, formant une boucle perception - simulation - décision - optimisation.

4. Conclusion : symbiose virtuel-réel et planification urbaine à l'ère de la civilisation numérique

Les cyber-villes représentent une montée de paradigme des formes d'habitat humain. Leur planification ne nie pas la planification traditionnelle ; elle en étend la signification disciplinaire. Le coeur de la planification future sera de comprendre les lois internes de la cartographie virtuel-réel et de concilier rationalité technologique et valeur humaniste. Par la conception des règles, la planification doit réguler la construction et le fonctionnement des cyber-villes ; par des mécanismes d'interaction, elle doit

réaliser l'évolution coordonnée des espaces virtuels et réels. Les planificateurs doivent dépasser la pensée par outils et reconstruire leur logique à travers un paradigme numérique, en associant la sagesse orientale de « l'unité du ciel et de l'humanité » aux technologies numériques. Ainsi, cyber-villes et villes physiques pourront porter ensemble la recherche d'une vie meilleure et ouvrir une nouvelle ère de civilisation numérique.

Coordination « humain - terre - algorithme » : restructuration de l'espace urbain à l'ère de l'IA

ZHANG Shanqi (professeure associée, Laboratoire clé provincial d'IA urbaine et de construction d'environnements humains verts, Ecole d'architecture et de planification urbaine, Université de Nanjing), ZHEN Feng (professeur, même laboratoire et même école, Université de Nanjing)

La technologie a toujours été une force majeure de l'évolution des fonctions urbaines et de la recomposition de l'espace. Les technologies d'IA de nouvelle génération font passer les villes de la « gouvernance numérique » à la « gouvernance autonome ». A la différence des technologies classiques de ville intelligente, centrées sur la perception, la transmission, la cognition et le contrôle, l'IA se manifeste par la conduite autonome, la logistique de basse altitude, les robots de service et les agents génératifs de planification. Elle possède des capacités de prédiction, de génération et d'aide à la décision, et s'insère progressivement dans les maillons clés du fonctionnement urbain. La ville n'est plus seulement un support spatial répondant passivement à la demande externe ; elle devient un système complexe qui s'ajuste et s'optimise sous impulsion algorithmique. L'espace urbain passe ainsi d'un système de production dominé par les relations humain-terre à un système génératif de coordination humain-terre-algorithme.

Premièrement, l'IA reconfigure la perception et la décision spatiales des habitants par des mécanismes de prédiction et de recommandation. La cognition spatiale traditionnelle repose surtout sur les éléments matériels ; avec l'IA, la compréhension de la ville se construit de plus en plus à partir de données en temps réel, d'algorithmes et de recommandations d'agents. La conduite autonome et la logistique de basse altitude illustrent cette transition. Elles réduisent certains risques perçus, raccourcissent les délais de livraison et élargissent les rayons de service ; mais les défaillances de système, les chutes d'objets, l'incertitude des responsabilités et les réponses d'urgence insuffisantes font de la technologie elle-même une nouvelle source d'anxiété. La perception de la sécurité spatiale passe d'un risque physique isolé à des jugements multidimensionnels mêlant biais algorithmique, exposition de la vie privée et confiance technologique. L'IA générative abaisse aussi le seuil d'accès à l'information de planification et d'expression des demandes spatiales. Cependant, lorsque l'expérience individuelle est remplacée par l'interprétation algorithmique et la recommandation personnalisée, la perception de l'espace peut être orientée par la logique des plateformes et du capital.

Deuxièmement, l'IA transforme le mode de production et la logique d'organisation de l'espace urbain par génération et optimisation. Conduite autonome, livraison sans personnel et logistique de basse altitude recomposent voiries, stationnement, entrepôts et noeuds de distribution, faisant évoluer les infrastructures d'une allocation statique vers des réseaux à réponse dynamique. L'IA générative entre progressivement dans la conception, la comparaison de scénarios et la consultation publique, passant d'outil auxiliaire à sujet co-générateur des projets spatiaux. Cette transformation accroît fortement l'efficacité de la production spatiale, mais elle comporte des risques : lorsque les modèles apprennent et reproduisent les exemples les plus visibles ou les plus rentables, différentes zones peuvent converger vers des formes et scènes de consommation similaires, entraînant homogénéisation spatiale et

affaiblissement de la localité. Le remplacement de certaines tâches professionnelles dans la conception, la conduite ou la livraison étend aussi les questions de production spatiale à la restructuration du travail et à la distribution sociale.

Dans l'ensemble, l'impact de l'IA sur l'espace urbain passe d'une insertion locale à une recomposition systémique. Son mécanisme d'action s'élargit de l'amélioration de l'efficacité à la reconfiguration de l'organisation spatiale, des relations sociales et des structures de gouvernance. L'intégration de la prédiction, de la génération et de la décision fait passer le fonctionnement urbain de la réponse ex post à l'anticipation et à la répartition dynamique, offrant à la planification plus de prévoyance et d'adaptabilité. Mais transfert des risques, frontières floues de la vie privée, homogénéisation spatiale et accumulation des biais montrent que la ville de l'IA ne produit pas nécessairement un meilleur ordre spatial.

Aujourd'hui, la technologie évolue vite tandis que l'offre institutionnelle accuse un retard. La tension entre capacité technique et valeur publique devient plus forte. Les réponses de la planification ne doivent donc pas se limiter à l'accès aux outils ; elles doivent conduire à une reconstruction institutionnelle et méthodologique. Les règles algorithmiques, flux de données et mécanismes de plateforme doivent être intégrés aux systèmes d'analyse et de contrôle de la planification spatiale. Des indicateurs de suivi et d'évaluation des impacts de l'IA doivent être élaborés pour identifier les inégalités et biais spatiaux induits par les algorithmes. Enfin, les simulations multi-agents et les modèles génératifs doivent être mobilisés pour prévoir l'évolution spatiale selon différents chemins d'intervention technologique. Ce n'est qu'en construisant des interfaces efficaces entre évolution technologique et valeur publique que l'IA pourra devenir une force de développement urbain de haute qualité et de modernisation de la gouvernance spatiale.

Défis de la planification dans le contexte des villes de l'IA

YAN Longxu (professeur associé, Collège d'architecture et de planification urbaine, Université Tongji)

Une nouvelle transformation technologique, centrée sur les mégadonnées, l'IA et les infrastructures de calcul, fait passer les villes de la « ville intelligente » à une « ville de l'IA » plus profonde. La technologie n'est plus seulement un outil attaché au fonctionnement urbain ; elle devient progressivement une force de base qui recompose la structure spatiale, l'allocation fonctionnelle et l'exploitation de la ville. Les défis de planification peuvent être examinés à trois niveaux : structure spatiale, disposition fonctionnelle et usage concret de l'espace.

1. Défis pour la planification de la structure spatiale macro

A l'échelle macro, l'IA et les technologies associées réduisent fortement le coût des flux de facteurs, accélèrent les échanges et ébranlent la structure arborescente centre-périphérie fondée sur la distance physique et les coûts de transport. Du côté des forces centripètes, l'économie urbaine classique explique les centres par les économies d'échelle et d'agglomération liées à la proximité. Avec le recul de la fabrication, les centres reposent davantage sur les services aux producteurs et le commerce haut de gamme, qui exigent interactions en face à face, diversité des milieux et réseaux complexes. Or la collaboration à distance, le cloud computing et les jumeaux numériques affaiblissent cette dépendance. Développement logiciel, applications d'IA et services de données peuvent coopérer de manière distribuée, réduisant leur dépendance aux centres traditionnels. Reste à savoir s'ils se concentreront dans quelques « centres numériques » ou se diffuseront plus largement.

Du côté des forces centrifuges, la théorie des lieux centraux repose sur les contraintes que la distance impose aux aires de service. Sous l'effet de l'IA et de l'économie numérique, les services aux producteurs, la consommation en ligne et l'économie de plateforme se libèrent de plus en plus de ces aires nettes. Par les plateformes, des noeuds urbains peuvent servir des marchés nationaux, voire mondiaux ; leur « aire de marché » n'est plus contrainte par la distance physique. Les noeuds capables d'élargir leur portée acquièrent donc des avantages d'échelle hors de la hiérarchie classique.

Lorsque forces centripètes et centrifuges deviennent instables, les systèmes urbains-ruraux et les systèmes de lieux centraux deviennent plus dynamiques et complexes. Le défi est de résumer de nouveaux modèles d'organisation spatiale, d'identifier les mécanismes d'évolution structurelle et de former des cadres macro-guides dans des conditions technologiques incertaines. Cela dépendra clairement de recherches interdisciplinaires et d'une accumulation longue d'expériences.

2. Défis pour l'idée de zonage fonctionnel dans la disposition spatiale

A l'échelle méso, la ville de l'IA remet en cause l'organisation spatiale fondée sur le zonage fonctionnel. Les systèmes modernes de planification se sont développés dans le contexte de l'industrialisation, avec l'hypothèse que les fonctions présentent des externalités conflictuelles et que leur séparation améliore l'efficacité et la sécurité. Les zonages résidentiel, industriel, commercial et de services publics ont ainsi constitué le socle de l'organisation spatiale.

L'IA et les technologies connexes favorisent toutefois un recouplage entre production et vie quotidienne. L'automatisation, la fabrication intelligente et les systèmes sans personnel réduisent la dépendance industrielle à certaines conditions spatiales et affaiblissent des externalités comme pollution et bruit. A l'inverse, le télétravail, l'économie de plateforme et la production de contenus numériques insèrent de nombreuses activités productives dans les espaces résidentiels et communautaires. L'identification de la demande, la livraison instantanée et les réseaux de services distribués poussent les commerces, la logistique et les services publics vers les cercles de vie et les noeuds de quartier. La ville passe d'un système où quelques centres concentrent les fonctions à un système de services multi-noeuds et de proximité.

Dans un contexte d'espace incrémental limité et de tissu existant figé, cette réorganisation fonctionnelle pose des difficultés pratiques. Les zonages actuels intègrent mal des combinaisons très composites et dynamiques, tandis que les grands ajustements spatiaux coûtent cher. Il faut donc repenser le sens du zonage, en passant d'une séparation rigide à une organisation non arborescente qui soutient la coexistence des fonctions, la compatibilité et la flexibilité. Ce n'est pas seulement une question de forme, mais une transformation de la logique de contrôle.

3. Défis pour l'usage concret de l'espace et son contrôle

A l'échelle micro, l'impact le plus direct de la ville de l'IA réside dans la recomposition des usages spatiaux et l'affaiblissement des systèmes de contrôle d'usage. Lorsque l'IA s'insère dans le fonctionnement urbain, les espaces de production et de consommation se réorganisent. Les espaces commerciaux et publics, les équipements de service public et les transports s'appuient de plus en plus sur des données en temps réel pour s'ajuster dynamiquement. Les espaces publics peuvent être configurés selon la demande ; les commerces modifient leurs contenus selon les flux piétons ; les transports optimisent leurs circulations par algorithmes.

L'espace urbain devient donc plus flexible et réactif. Un même lieu peut porter différentes fonctions selon les moments, et les modes d'usage deviennent très variables. Pourtant, les systèmes actuels

demeurent centrés sur un contrôle statique : catégories d'usage du sol, indicateurs et normes prédéfinissent l'espace. Fondé sur l'hypothèse de fonctions relativement stables, ce système s'adapte mal aux usages dynamiques et composites. De nouvelles activités entrent difficilement dans les classifications existantes, créant des zones grises d'approbation ; des contrôles trop stricts peuvent aussi contraindre le renouvellement urbain, l'adaptation des bâtiments et la réutilisation des espaces.

Le cœur de la question est donc le passage du contrôle statique à la gouvernance dynamique. Il faut réduire les contrôles uniformes, introduire des catégories d'usage plus flexibles et ouvrir un espace institutionnel aux usages temporaires et composites. Les moyens numériques doivent parallèlement permettre un suivi en temps réel et des ajustements dynamiques, afin d'améliorer l'adaptabilité spatiale tout en protégeant la sécurité et l'intérêt public.

Dans l'ensemble, les villes de l'IA recomposent la logique générative et les mécanismes de fonctionnement de l'espace urbain. Au niveau macro, les systèmes de centralités deviennent plus dynamiques et instables ; au niveau méso, les frontières du zonage fonctionnel s'estompent et l'espace devient plus composite et distribué ; au niveau micro, les usages se flexibilisent tandis que les contrôles traditionnels montrent leurs limites. La planification a donc besoin non seulement de nouveaux outils technologiques, mais d'un ajustement institutionnel plus profond. En ce sens, la ville de l'IA n'est pas seulement une question technique ; elle est le point de départ d'une transformation du paradigme de la planification.

Note : l'ordre des contributeurs n'implique aucune hiérarchie. Certains passages ont été légèrement abrégés pour des raisons de longueur.

Révisé : mai 2026

Traduction assistée par l'IA