

Perspectives d'avenir pour les villes 2025

IA et villes



ONU-Habitat
Conseil chinois de villes futures
Rapport annuel de 2025



Perspectives d'avenir pour les villes 2025

IA et villes





Perspectives d'avenir pour les villes 2025 : IA et Villes

Droits d'auteur © Programme de l'Organisation des Nations Unies pour les établissements humains (ONU-Habitat), 2025

Bureau de Chine, ONU-Habitat

6-1-83, Résidence diplomatique Jianguomenwai, 1 avenue Xiushui, Arrondissement Chaoyang, Beijing, Chine

Clause de non-responsabilité

Les appellations et les dossiers présentés dans ce rapport n'impliquent aucune prise de position de la part du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies quant au statut juridique d'un pays, d'un territoire, d'une ville ou d'une zone, ou de ses autorités, ni quant à la délimitation de ses frontières ou limites, à son système économique ou à son niveau de développement. Les conclusions analytiques et les recommandations formulées dans cette publication ne reflètent pas nécessairement les vues du Programme de l'Organisation des Nations Unies pour les établissements humains, de l'Organisation des Nations Unies ou de ses États membres.



Perspectives d'avenir pour les villes 2025 : IA et Villes

Editeur : YING Sheng

Auteur principal : WANG Jian

Auteurs : FANG Jie, XUE Guirong, SHI Dazhi, WU Kan

Contributeurs : CHEN Xueye, ZHANG Fangfang, ZHANG Qinghe, YUAN Jun, JIN Yongfei, DONG Yulan, ZHOU Wei, SUN Yi, ZHANG Dong, ZHOU Weichao, LIU Yang, HU Yaofeng, ZHANG Ming, LOU Junping, HUANG Huan, GENG Yunming, YUAN Feng, WANG Tianye, PI Meng, ZHANG Yanhui, ZHOU Xu, RUAN Zhong, YE Bin, LIN Yijin, PANG Cheng, YU Guangtao, YAO Yao et TAN Jiong

Contributeurs aux études de cas : Institut d'Ingénierie Haina de Shanghai ; Université de la ville de Hangzhou ; Institut d'Ingénierie Yunqi de Hangzhou ; Bureau des données de l'Arrondissement Putuo de Shanghai ; Comité de gestion de la Commune Yunqi de Hangzhou ; Bureau de gestion des ressources de données de Hangzhou ; Bureau municipal d'Administration intégrée de Hangzhou ; Bureau municipal de la culture, de la radio, de la télévision et du tourisme de Hangzhou ; Commission municipale du développement et de la réforme de Hangzhou ; Centre de gestion des données de planification et des ressources naturelles de Shenzhen ; Bureau de gestion du transport de Chengdu ; Institut de planification, d'arpentage et de conception urbaines de Guangzhou ; Institut de planification et de conception de Wuhan (Institut de stratégie de développement des transports de Wuhan) ; China Mobile Communications Group Co., Ltd. ; Beijing BOE Sensor Technology Co., Ltd.; Beijing Chaoyang Environmental Group Co., Ltd. ; Succursale de Taizhou, Banque populaire de Chine ; Beijing Dadao Zhijian Technology Co., Ltd. ; INSPRO SCIENCE LIMITED (INSPRO).

Conception de la couverture : ZHANG Xinyi

Mise en page : DIRIL Bernadette, XIAO Xiao

Conseil chinois de villes futures, ONU-Habitat

Président : WANG Shi

Vice-président : PANG Shengdong

Direction de programme : Bruno Dercon, ZHANG Zhenshan

Supervision de programme : YING Sheng

Préface



Dr. WANG Jian
Membre de l'Académie chinoise d'Ingénierie
Directeur du Laboratoire du Zhejiang
Fondateur d'Alibaba Cloud

Les villes représentent la plus grande invention de l'humanité et une marque distinctive de civilisation humaine. Aujourd'hui, nous nous trouvons à un tournant décisif, confrontée aux défis conjugués de l'urbanisation et de la mutation technologique. Selon les projections de l'ONU, d'ici 2050, la population urbaine mondiale augmentera de 2,3 milliards d'habitants, soit l'équivalent de la population mondiale totale de 1950. Cette expansion urbaine exceptionnellement rapide et massive exercera une pression inimaginable sur les villes en matière de logement, de transport, d'environnement et d'énergie. Cette pression découle en grande partie de l'utilisation excessive et inefficace des ressources urbaines lors de l'urbanisation, engendrant des défis sans précédent. Le développement durable des villes mondiales nous oblige de toute urgence à rechercher de nouveaux modèles de croissance, ce qui représente également une opportunité de développement inédite pour chaque ville.

Face à ces défis et opportunités concernant l'avenir des villes, j'ai eu le privilège, avec le soutien indéfectible du gouvernement de

Hangzhou, de co-lancer en 2016 l'initiative à but non lucratif « Cerveau de la ville ». Ce projet a rassemblé près de vingt institutions et entreprises et a introduit pour la première fois le concept de « Cerveau de la ville ». Nous sommes convaincus qu'à l'ère de la transformation impulsée par des technologies telles qu'Internet, l'informatique en nuage, les données massives et l'intelligence artificielle (IA), nous avons l'opportunité de repenser et de redéfinir la logique du développement et du fonctionnement des villes. En appliquant l'« intelligence urbaine », nous pouvons résoudre les problèmes et dilemmes liés à la surexploitation des ressources urbaines, favorisant ainsi une société économe en ressources et permettant un nouveau bond en avant pour la civilisation urbaine. Tel était l'objectif initial de l'initiative « Cerveau de la ville », et il demeure le principe fondamental de ce rapport intitulé « Intelligence artificielle et Villes (IA + Ville) ».

Rétrospectivement, le développement urbain, en Chine comme ailleurs, a largement reposé sur l'expansion et la consommation massives de ressources naturelles telles que les terres, l'eau et l'énergie. Cependant, à l'avenir, les villes



ne peuvent plus, et ne doivent plus, suivre la voie traditionnelle de la « croissance par les ressources ». Les exigences des objectifs de développement durable mondiaux et les limites de l'environnement écologique terrestre nous contraignent à réaliser un développement économique et social de haute qualité avec des ressources limitées. Dans ce contexte, l'avenir du développement urbain réside dans la mise en œuvre d'un développement de meilleure qualité avec une consommation moindre de ressources, offrant ainsi aux habitants un cadre de vie plus agréable.

Le fondement technologique de ce changement de paradigme repose sur Internet et l'informatique en nuage, tandis que les variables déterminantes sont les données et l'intelligence artificielle. Les données deviennent une « nouvelle forme de ressource », au même titre que la terre et l'énergie ; elles constituent la ressource naturelle de l'ère numérique et un élément essentiel pour des villes économes en ressources. Grâce aux données, l'intelligence urbaine peut transformer la « valeur des données » en « valeur des ressources » par la puissance de calcul, améliorant considérablement l'efficacité de l'utilisation des ressources urbaines existantes et atteignant un niveau d'efficacité équivalent à une augmentation des ressources naturelles. Ceci permet aux villes d'optimiser et d'économiser leurs ressources dans des domaines tels que l'énergie, le transport, l'eau et la construction, tels objectifs étaient difficiles à atteindre avec les technologies informatiques traditionnelles. Les villes peuvent ainsi passer progressivement de l'« ère de l'électricité », marquée par l'électrification, à l'« ère de la puissance de calcul », construite par la numérisation et l'intelligence artificielle.

Près d'une décennie s'est écoulée depuis la présentation initiale du concept du Cerveau de la ville, une expérience qui a largement dépassé ma compétence professionnelle. Cette expérience a toutefois renforcé ma conviction que l'intelligence urbaine de demain nous permettrait de concrétiser la perspective du Cerveau de la ville : faire fonctionner normalement une ville en utilisant seulement un dixième des ressources nécessaires d'aujourd'hui. Nous pourrions ainsi consacrer les 90 % restants aux besoins futurs de développement et d'innovation, afin de servir davantage de personnes, sans puiser davantage dans les ressources de notre planète. À l'avenir, la numérisation et l'intelligence artificielle, représentées par le Cerveau de la ville, décupleront l'efficacité de l'utilisation des ressources urbaines, telles que l'énergie, l'eau, l'électricité et le terrain. Nous pourrions ainsi bâtir une civilisation urbaine durable, économe en ressources et centrée sur l'humain. Ceci illustre à la fois la valeur du Cerveau de la ville pour le développement urbain et la conviction d'une nouvelle génération d'urbanistes, de concepteurs et de constructeurs : une moindre extraction de ressources peut créer une vie meilleure.

Moins, c'est plus, pour une vie meilleure.

Le 1^{er} octobre 2025.



Remerciement

« *Perspectives d'avenir pour les villes 2025 : IA et villes* » est le cinquième rapport phare du Conseil chinois de villes futures d'ONU-Habitat. La réalisation de ce rapport a été rendue possible grâce au soutien généreux de la Fondation Vanke et du Groupe de médias Xinchao.

ONU-Habitat tient à remercier tout particulièrement M. WANG Shi, président du Conseil et président de la Fondation Vanke, et M. PANG Shengdong, vice-président et coprésident du Groupe de médias Xinchao, pour leur soutien indéfectible, ainsi que M. ZHANG Li, premier vice-président du Groupe de médias Xinchao, pour sa collaboration précieuse.

Ce rapport a été élaboré sous la direction de M. Bruno Dercon, spécialiste principal d'établissements humains au Bureau Asie-Pacifique, et de M. ZHANG Zhenshan, conseiller principal au Bureau de Chine, ONU-Habitat. M. YING Sheng, directeur du Bureau de Chine, ONU-Habitat, a supervisé sa mise en œuvre. ONU-Habitat adresse ses remerciements particuliers au Dr WANG Jian (membre de l'Académie chinoise d'Ingénierie, directeur du Laboratoire du Zhejiang, fondateur d'Alibaba Cloud et initiateur de l'Institut d'Ingénierie Haina de Shanghai), auteur principal de ce rapport, ainsi qu'aux membres principaux de l'équipe de rédacteurs bénévoles de l'Institut d'Ingénierie Haina de Shanghai : Mme FANG Jie (vice-doyenne exécutive et professeur de l'Institut de recherche sur le Cerveau de la ville de l'Université de la ville de Hangzhou), M. XUE Guirong (bénévole et scientifique principal de l'Institut d'ingénierie Haina de Shanghai), M. SHI Dazhi (expert spécialisé du Laboratoire du Zhejiang et directeur du Bureau de recherche d'Alibaba Cloud) et M. WU Kan (chercheur adjoint spécialisé de

l'Institut de recherche sur le Cerveau de la ville de l'Université de la ville de Hangzhou).

ONU-Habitat remercie l'Institut d'Ingénierie Haina de Shanghai, le Bureau des données de l'Arrondissement Putuo de Shanghai, le Comité de gestion de la Commune Yunqi de Hangzhou, le Comité de gestion de la Cité scientifique et technologique Zijingang de Hangzhou, l'Institut d'Ingénierie Yunqi de Hangzhou, l'Université de la ville de Hangzhou et Hangzhou West Lake Cloud Innovation Industry Service Co., Ltd. pour leur soutien précieux à l'organisation des recherches et des conférences du comité ; remercie également M. XU Qingshan, secrétaire général adjoint de la mairie populaire de Hangzhou, membre du groupe du Parti communiste chinois auprès de l'administration générale de la mairie, secrétaire du groupe du PCC et directeur du Bureau des ressources de données de Hangzhou ; M. HONG Qinghua, ancien secrétaire du Comité du PCC de l'Université de la ville de Hangzhou ; Mme HAN Bin, membre du Comité permanent du district du lac de l'Ouest de Hangzhou du PCC ; M. ZHANG Jun, directeur du Bureau des données de l'Arrondissement Putuo de Shanghai ; et M. YUAN Jun, secrétaire du Comité du PCC et directeur du Comité de gestion de la commune Yunqi de Hangzhou. Nous remercions M. LUO Weidong, ancien vice-président de l'Université du Zhejiang, membre du Comité national de la Conférence consultative politique du peuple chinois, doyen et professeur de l'Institut de recherche sur le Cerveau de la ville de Hangzhou ; et M. LI Zhiqing, secrétaire adjoint du Comité du PCC et professeur de la Faculté d'Économie de l'Université Fudan, pour leur participation et soutien actifs à la rédaction du rapport ; ainsi que Mme ZHANG Xinyi et M. SUN Dawang de la Faculté

de Design et d'Innovation de l'Université Tongji pour leur soutien précieux à la conception de la couverture du rapport.

Au cours du processus de collecte de données, nous tenons à remercier tout particulièrement les organisations suivantes pour leur soutien précieux : l'Institut d'Ingénierie Haina de Shanghai, l'Université de la ville de Hangzhou, l'Institut d'Ingénierie Yunqi de Hangzhou, le Bureau des données de l'Arrondissement Putuo de Shanghai, le Comité de gestion de la commune Yunqi de Hangzhou, le Centre de gestion des données de planification et des ressources naturelles de Shenzhen, le Bureau de gestion du trafic du Bureau municipal de la sécurité publique de Chengdu, l'Institut de planification, d'arpentage et de conception urbaines de Guangzhou, l'Institut de planification et de conception de Wuhan (Institut de stratégie de développement des transports de Wuhan), China Mobile Communications Group Co., Ltd., Beijing BOE Sensor Technology Co., Ltd., Beijing Chaoyang Environmental Group Co., Ltd., la succursale de Taizhou de la Banque populaire de Chine, Beijing Dadao Zhijian Technology Co., Ltd., et INSPRO Science Limited (Shenzhen), ainsi que le Centre des transports ferroviaires et des services publics du Bureau municipal d'Administration intégrée de Hangzhou, le Service d'innovation et de développement de haute technologie de la Commission municipale du développement et de la réforme de Hangzhou, le Centre municipal de développement de la culture et du tourisme de Hangzhou (Laboratoire de l'économie touristique de Hangzhou), Beijing Qianjing Technology Co., Ltd., Tus-Digital Technology et Shanghai Chaosu Intelligent Technology. Co., Ltd.

Nous remercions l'événement principal mondial de la Journée mondiale des villes 2025 et Phoenix New Media Limited pour leur soutien précieux à la publication mondiale de ce rapport en versions chinoise et anglaise.

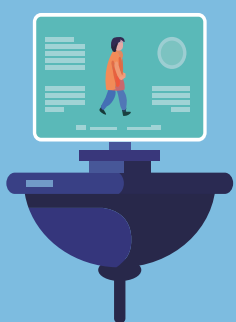


Table des matières

Chapitre 1 Transformation urbaine mondiale à l'ère de l'intelligence artificielle	1
1.1 Les objectifs de développement durable mondial sont confrontés à de défis majeurs	3
1.1.1 Des progrès lents et des défis croissants	3
1.1.2 Finitude absolue des ressources et inefficacité systémique des villes	4
1.1.3. Les villes jouent un rôle décisif dans le développement durable mondial	11
1.2 Villes : de l'expansion des ressources à l'efficacité des ressources	15
1.2.1 Changement de la philosophie de développement	15
1.2.2 Les ressources de données permettent d'optimiser l'efficacité de l'utilisation des ressources urbaines	16
1.2.3 Transformation des modèles de développement urbain et nouvelle civilisation urbaine	18
1.3 Cerveau de la ville et développement urbain durable	19
1.3.1 De l'électrification à la numérisation	19
1.3.2 Question du Cerveau de la ville	20
1.3.3 L'intelligence urbaine induit directement un changement de paradigme du développement urbain	23
Chapitre 2 Cerveau de la ville : Intelligence urbaine et IA + Ville	26
2.1 Défis au développement durable des villes chinoises	28
2.1.1 Goulets d'étranglement des ressources dans un contexte d'urbanisation accélérée	29
2.1.2 Transformation urbaine sous contraintes de ressources	30
2.1.3 Évolution du Cerveau de la ville	33
2.2 Exploration novatrice de l'intelligence urbaine : aucune restriction de la circulation urbaine	35



2.2.1 Embouteillages : un défi commun aux villes	35
2.2.2 Solution d'intelligence urbaine : aucune restriction de la circulation	35
2.3 Architecture technologique de l'intelligence urbaine	38
2.3.1 Trinité de la puissance de calcul, des données et des modèles IA	38
2.3.2 Moteur de l'intelligence urbaine	43
2.3.3 Mécanisme open source pour l'intelligence urbaine	44
2.4 Application généralisée de « IA + Ville » en Chine	44
2.4.1 Pratique globale à l'échelle urbaine	44
2.4.2 Des applications aux scénarios, et des scénarios à une vision plus approfondie et globale	45
2.4.3 Inspirations de la pratique chinoise du Cerveau de la ville	52
Chapitre 3 Feuille de route pour l'évolution de l'intelligence urbaine	57
3.1. Construire des villes économes en ressources grâce à l'intelligence urbaine	59
3.2 Compréhension approfondie des données de référence : une condition préalable essentielle	61
3.3 Orientations pour la mise en œuvre de l'intelligence urbaine	65
3.3.1 Quatre étapes de la mise en œuvre de l'intelligence urbaine	65
3.3.2 Architecture intelligente urbaine et technologies clés	69
3.3.3 Orientations pour les actions clés	70
3.4 Perspectives d'avenir de l'intelligence urbaine	75
Chapitre 4 Études de cas	78
4.1 Cas de villes	80
4.1.1 Hangzhou : exploration du développement urbain durable fondée sur le concept du « Cerveau de la ville »	80
4.1.2 Shanghai : transformation de la gouvernance de la mégapole : de la numérisation à l'intelligence	83
4.1.3 Shenzhen : aménagement intelligent des ressources éducatives urbaines	85



4.1.4 Guangzhou : gouvernance urbaine plus raffinée grâce à l'IA	87
4.1.5 Chengdu : gestion intelligente du trafic autour des hôpitaux	89
4.1.6 Wuhan : solutions intelligentes d'urbanisme	91
4.2 Cas de scénarios	93
4.2.1 Intégration efficace des ressources des infrastructures publiques urbaines	93
4.2.2 Gestion intelligente des déchets ménagers urbains	95
4.2.3 Accès intelligent à des ressources de financement vert inclusif grâce à l'IA	97
4.2.4 Recyclage des ressources de biomasse urbaines	99
4.2.5 Gestion des événements sportifs et du trafic urbains optimisée par « 5G et IA »	101
4.2.6 Intégration et optimisation des ressources innovantes dans des communes vedettes	102
Chapitre 5 Conclusion et initiative	104
5.1 Développement urbain durable piloté par l'IA	106
5.2 Recommandations d'actions communes à des urbanistes	107
5.3 Initiative de collaboration mondiale sur « IA + Ville »	110

Bibliographie



Liste des figures et tableaux

Figure 1-1	17 Objectifs de développement durable (ODD) de l'Organisation des Nations Unies	3
Figure 1-2	Évaluation des progrès accomplis dans la réalisation des ODD de l'ONU	3
Figure 1-3	Pénurie des ressources en eau des pays (et des villes principales mondiales) ^[19]	6
Figure 1-4	Selon le cadre « Limites de la Terre », sept indicateurs du système terrestre ont déjà dépassé en 2025 le seuil critique ^[21]	7
Figure 1-5	Comparaison de la consommation d'eau quotidienne moyenne entre les ménages britanniques et éthiopiens	8
Figure 1-6	aux de fuite des systèmes d'approvisionnement en eau : la réduction des fuites est une mesure essentielle ^[28]	9
Figure 1-7	Tendance de l'urbanisation mondiale ^[34]	11
Figure 1-8	Infrastructures et sources d'énergie pour l'ère du cheval-vapeur, l'ère de l'électricité et l'ère de la puissance de calcul	12
Figure 1-9	Les villes sont des acteurs clés pour la réalisation des objectifs de développement durable mondiaux	13
Figure 1-10	Carte de répartition de l'éclairage nocturne de l'agglomération urbaine du delta du Yangtsé en Chine et de Bogota, en Colombie	14
Figure 1-11	Les 20 plus grandes réalisations de l'ingénierie du XX ^e siècle	19
Figure 1-12	En 2020, le volume de trafic aux heures de pointe dans deux villes chinoises représentatives n'occupait que 10 % du parc automobile réel	22
Figure 1-13	L'optimisation de systèmes de contrôle intelligent des feux de circulation dans les villes peut considérablement atténuer les embouteillages et réduire les émissions de carbone liées aux transports	25
Figure 2-1	Évolution des nombres des populations urbaine et rurale de la Chine	28
Figure 2-2	Comparaison de la consommation d'énergie par habitant entre la Chine et des pays comme le Canada et les États-Unis	28
Figure 2-3	Retard moyen aux intersections à feu dans les principales villes chinoises aux heures de pointe du matin et du soir en 2024	29
Figure 2-4	Extrait de l'article « Construire une société économe en ressources : une révolution sociale »	31
Figure 2-5	Évolution des politiques des villes chinoises pour la transformation à la conservation des ressources	32
Figure 2-6	Extrait du discours prononcé au symposium sur la promotion de la transformation numérique urbaine	33





Figure 2-7	Scénario de circulation sans restriction grâce au Cerveau de la ville de Nanchang	37
Figure 2-8	Schéma de la construction de l'intelligence urbaine, du cerveau de la ville et des villes économes en ressources	39
Figure 2-9	Observations des formes architecturales et de la distribution spatiale à Pékin et à Shanghai à l'aide d'une combinaison de données de télédétection satellitaire et de modèles d'IA	39
Figure 2-10	Observations des formes architecturales et de la distribution spatiale à plusieurs villes mondiales à l'aide d'une combinaison de données de télédétection satellitaire et de modèles d'IA	40
Figure 2-11	L'architecture « capacités générales + réglage fin basé sur des scénarios » de l'intelligence artificielle soutient le développement de l'intelligence urbaine	41
Figure 2-12	Des scénarios au panorama : Pratiques progressives de l'intelligence urbaine chinoise	46
Figure 2-13	Nombre de véhicules privés et de places de stationnement de Hangzhou	47
Figure 2-14	Scénario « Un seul parking pour toute la ville » du Cerveau de la ville de Hangzhou	48
Figure 2-15	Scénario « Qinqing en ligne » du Cerveau de la ville de Hangzhou	49
Figure 2-16	Scénario « Une heure de plus pour le tourisme » du Cerveau de la ville de Hangzhou	51
Figure 2-17	Architecture du « Cerveau du campus » basée sur « un cerveau unique gouvernant le campus et renforçant simultanément les capacités de tous »	52
Figure 2-18	Positionnement et expression spécifiques de la construction des scénarios centrée sur l'humain du Cerveau de la ville de Hangzhou	53
Figure 2-19	Le concept d'« enregistrement en 30 secondes » du Cerveau de la ville de Hangzhou vise à faire gagner aux touristes des ressources de temps	55
Figure 3-1	« Intelligence terrestre » proposée par l'Organisation mondiale d'observation de la Terre (GEO)	60
Figure 3-2	L'association de données de télédétection satellitaire et de modèles d'IA offre une solution d'observation urbaine à faible coût : l'identification du nombre de véhicules urbains sur la route en est un exemple	63
Figure 3-3	Compréhension des données de référence à partir de données de télédétection satellitaire et de modèles de détection physique : surveillance du nombre de véhicules en circulation dans des villes représentatives du monde	64
Figure 3-4	Étapes de la construction de l'intelligence urbaine et actions clés	67
Figure 3-5	Vue panoramique des technologies « Intelligence artificielle + Ville »	68
Figure 3-6	Règlement local « Règlement relatif à la promotion de la gouvernance urbaine grâce au Cerveau de la ville de Hangzhou »	73
Figure 3-7	À l'ère du numérique, la neutralité carbone peut être atteinte grâce à l'intelligence urbaine avec la conservation et l'efficacité des ressources	75
Figure 4-1	Exemple de vue panoramique urbaine affichée dans le tableau de bord numérique du Cerveau de la ville de Hangzhou de version 1,0	80





Figure 4-2	Micro-analyse et évaluation de la planification et de l'aménagement des infrastructures éducatives de Shenzhen	86
Figure 4-3	Plateforme « Guangzhou Eagle Eye » : Plateforme de surveillance urbaine par drones	88
Figure 4-4	Situation du trafic avant et après la mise en œuvre des mesures de gestion des embouteillages autour de l'Hôpital de l'Ouest de la Chine de Chengdu	90
Figure 4-5	Modèle à grande échelle de l'aménagement spatial du territoire de Wuhan (Dapu)	92
Figure 4-6	Page de retour d'information sur les paramètres techniques du système de détection intelligent urbain de BOE	94
Figure 4-7	Système de surveillance à grand écran de l'incinération intelligente par IA de Chaoyang Environmental	96
Figure 4-8	L'écran numérique « Micro Green » de la Banque populaire de Chine (Taizhou)	98
Figure 4-9	Système de jumeau numérique pour les services d'utilisation et de traitement des ressources en scories organiques solides dans le parc écologique de Yantian, Shenzhen	100
Figure 5-1	Initiative et actions mondiales sur « IA + Ville »	108
Tableau 1-1:	Les 10 villes américaines les plus touchées par le retard de circulation et les pertes économiques (2023)	10
Tableau 2-1	Comparaison de l'open source à l'ère du logiciel et de l'open source à l'ère de l'IA	43
Tableau 3-1	Évolution de la construction de l'intelligence urbaine	71



Principales conclusions et informations

Le Conseil chinois de villes futures ONU-Habitat, créé par ONU-Habitat en 2019, réunit des entreprises technologiques, des gouvernements municipaux, des instituts de recherche et des organisations sociales. Il a pour mission de promouvoir un développement urbain durable grâce aux technologies de pointe et de bâtir un avenir urbain meilleur, centré sur l'humain. « Perspectives d'avenir pour les villes 2025 : IA et villes » est le cinquième rapport annuel phare du Conseil chinois de villes futures d'ONU-Habitat. Le premier chapitre expose les défis majeurs auxquels les villes sont confrontées dans le cadre des Objectifs de développement durable (ODD), et souligne comment l'intelligence urbaine, fondée sur le concept de « Cerveau de la ville », devient un moteur essentiel de la transformation du paradigme du développement urbain. Le deuxième chapitre analyse systématiquement comment les villes chinoises recherchent des solutions novatrices pour un développement durable de haute qualité, de manière économe en ressources et efficace, grâce à une pratique intensive de l'intelligence urbaine. Le troisième chapitre propose une feuille de route et des orientations concrètes pour le développement de l'intelligence urbaine, de la conception à la mise en œuvre, en clarifiant les étapes d'évolution systémique : redéfinition des valeurs, constitution d'une base de données, approches par scénarios et émergence de l'intelligence. Le chapitre quatre présente des exemples chinois pertinents d'« IA + Ville » à travers des études des cas de villes et de scénarios détaillés. Le chapitre cinq résume les expériences principales des villes chinoises en matière de promotion du développement urbain durable grâce à l'intelligence urbaine, et

propose à des urbanistes des recommandations d'actions communes ainsi qu'une initiative de collaboration mondiale sur « IA et Villes ».

Chapitre 1 Transformation urbaine mondiale à l'ère de l'intelligence artificielle

À ce moment critique du développement durable mondial, les villes deviennent des lieux les plus exposés aux pressions. D'une part, des progrès globaux vers les Objectifs de développement durable (ODD) sont à la traîne et des contraintes environnementales et liées aux ressources se font de plus en plus sentir ; d'autre part, des mutations technologiques offrent sans précédent des opportunités d'innovation en matière de gouvernance. Ce chapitre examine systématiquement les défis et la logique de transformation qui caractérisent le développement urbain selon trois dimensions : le progrès mondial, l'évolution de la structure des ressources et la promotion technologique.

1. Les objectifs de développement durable mondial sont confrontés à de défis majeurs

Selon les 17 Objectifs de développement durable (ODD) du Programme de développement durable à l'horizon 2030 adopté par l'Organisation des Nations Unies en 2015, seuls 35 % des 139 cibles spécifiques évaluables affichent en 2025 des progrès suffisants ou modérés, tandis que 18 % ont même connu une régression. Les villes sont au cœur des enjeux mondiaux : occupant moins de 3 % des terres émergées, elles consomment entre 60 et 80 % de l'énergie et sont responsables d'environ 75 % des émis-

sions de carbone ; les contraintes urbaines ne cessent de s'accroître, tandis que leur efficacité opérationnelle demeure faible.

(1) Des progrès lents et des défis croissants: l'intensification des événements climatiques extrêmes, la dégradation des écosystèmes et la pression accrue sur les infrastructures entraînent une stagnation, voire une régression, dans les villes, et ce, pour plusieurs indicateurs clés des ODD.

(2) La finitude absolue des ressources et l'inefficacité systémique : des facteurs tels que les ressources foncières, énergétiques et hydriques présentent la double caractéristique de « ressources absolument finies et systèmes urbains inefficaces », exacerbant des contradictions inhérentes au développement urbain.

(3) Les villes jouent un rôle décisif dans le développement durable mondial : leurs modèles opérationnels déterminent presque entièrement la transition énergétique mondiale et le processus de réduction des émissions, ce qui en fait un nœud clé irremplaçable dans la promotion du développement durable.

2. Villes : de l'expansion des ressources à l'efficacité des ressources

Face à la raréfaction croissante des ressources, les modèles du développement urbain connaissent des transformations profondes. On passe d'une approche fondée sur l'acquisition de terres et l'énergie et l'expansion des infrastructures à grande échelle à un modèle privilégiant l'amélioration de l'efficacité, la synergie des facteurs de production et la durabilité. Les villes repensent en profondeur leurs philosophies de développement, leurs méthodes d'utilisation des ressources et leurs modes de vie. Cette transformation se manifeste sous plusieurs aspects :

(1) Changement de la philosophie de

développement à mesure que les villes passent de l'« ère de l'électricité », centrée sur l'électrification, à l'« ère de la puissance de calcul », représentée par l'intelligence artificielle, la philosophie de développement est passée du soutien à la croissance par une consommation accrue de ressources à la promotion d'un développement urbain durable grâce à une utilisation efficace des ressources fondée sur les données.

(2) Les ressources de données permettent d'optimiser l'efficacité de l'utilisation des ressources urbaines : le cœur d'une ville économe en ressources réside dans la transformation des données en une ressource stratégique calculable et fluide grâce à la « bitisation des données » et à la « tokenisation des données », éliminant ainsi avec précision les maillons inefficaces du système et promouvant une gouvernance urbaine passant d'un jugement basé sur l'expérience à une optimisation précise des ressources fondée sur les données.

(3) Transformation des modèles de développement urbain et nouvelle civilisation urbaine: en prenant comme point de départ les avancées fondées sur les données en matière de gouvernance urbaine, de services et de modèles de développement, les villes peuvent parvenir à une optimisation systémique de l'efficacité des ressources, réaliser un développement durable de haute qualité et évoluer vers une nouvelle civilisation urbaine accessible.

3. Cerveau de la ville et développement durable urbain

L'approche « IA + Ville » permet à l'IA d'évoluer d'une transformation structurelle de la technologie scientifique elle-même à un moteur de changement fondamental dans la logique du développement urbain. La pratique du « Cerveau de la ville » offre une excellente base

concrète pour réaliser cette transformation et revêt une grande importance à la modernisation des systèmes et des capacités de gouvernance urbaine. L'intelligence urbaine est le support technologique du « Cerveau de la ville » et un moyen essentiel de concrétiser l'IA dans les applications urbaines. Grâce aux modèles, à la puissance de calcul et aux systèmes de données, les villes peuvent acquérir une vision globale de leur fonctionnement, se dotant de capacités de prédiction, d'extrapolation et de planification dynamique, et ainsi améliorer leur efficacité opérationnelle tout en réduisant leur consommation de ressources. Cette amélioration significative des capacités accélère l'émergence d'un nouveau modèle de développement urbain.

(1) De l'électrification à la numérisation : La numérisation actuelle est comparable à l'électrification d'il y a un siècle, et « IA et Villes » s'inscrit dans le contexte historique d'une révolution technologique sans précédent. Pour les villes, il s'agit d'une transformation structurelle comparable à l'électrification du XX^e siècle.

(2) Question du Cerveau de la ville : en tant que nouveau paradigme du développement urbain, le concept de « Cerveau de la ville » repose sur la réponse à la question fondamentale suivante : « 10 % des ressources urbaines existantes peuvent-elles soutenir le développement durable et de qualité de la ville ? » et établit les concepts clés de centralité des personnes, de vision holistique, d'efficacité des ressources et de développement durable.

(3) L'intelligence urbaine induit directement un changement de paradigme du développement urbain : la pratique de l'« Intelligence urbaine », fondée sur le Cerveau de la ville, favorise une transformation systémique du paradigme du développement urbain. La force motrice n'est plus l'exploitation simple des ressources physiques, mais l'utilisation des données

et de la puissance de calcul ; le modèle de gouvernance passe d'une fragmentation des secteurs à une collaboration globale ; et l'objectif de valeur n'est plus l'expansion à grande échelle, mais l'optimisation des ressources et le bien-être humain.

Chapitre 2 Cerveau de la ville : Intelligence urbaine et IA + Ville

Dans son processus d'urbanisation rapide, la Chine est confrontée à un double défi: la raréfaction des ressources et l'inefficacité systémique. L'exploration de nouveaux paradigmes de développement urbain s'avère donc cruciale pour surmonter ces obstacles. En 2016, Hangzhou a ouvert la voie à l'expérimentation concrète de ce paradigme avec le concept de « Cerveau de la ville ». En 2020, Nanchang a réalisé une avancée majeure en matière de fluidité du trafic urbain, démontrant ainsi la valeur des données comme ressource et opérant un bond systémique en avant de l'efficacité opérationnelle urbaine sans augmentation des ressources physiques. Ce succès initial de l'intelligence urbaine en est la preuve. Dès lors, cette dernière s'est largement répandue en Chine. Ce chapitre analyse en détail les goulets d'étranglement des ressources auxquels sont confrontées les villes chinoises, l'architecture technologique et les modèles pratiques de l'intelligence urbaine, révélant que le « Cerveau de la ville » représente bien plus qu'une mise à niveau technologique simple : une transformation profonde des modèles de gouvernance urbaine.

1. Défis au développement durable des villes chinoises

(1) Goulets d'étranglement des ressources dans un contexte d'urbanisation accélérée : avec la croissance rapide de la population urbaine, la consommation de ressources par habitant des villes dans les pays développés n'est ni réalisable ni devrait être l'objectif en

Chine, tandis que l'inefficacité systémique des ressources urbaines exacerbe les pressions de ressources.

(2) Transformation urbaine sous contraintes de ressources : guidée par la stratégie selon laquelle « construire une société économe en ressources est une révolution sociale », la philosophie du développement est passée de l'« expansion des ressources » à la « conservation des ressources », et le gouvernement chinois a intégré la construction d'une « société économe en ressources et respectueuse de l'environnement » dans la planification stratégique.

(3) Évolution du Cerveau de la ville : le concept du « Cerveau de la ville » considère la ville comme un tout organique, favorise la conservation des ressources naturelles grâce à une utilisation efficace des ressources de données et applique des technologies urbaines intelligentes pour assurer un suivi et une allocation précis dans des domaines tels que l'environnement écologique et la gestion de l'énergie, offrant ainsi une nouvelle voie pour la transformation urbaine.

2. Exploration novatrice de l'intelligence urbaine : fluidité du trafic urbain

(1) Les embouteillages constituent un défi commun aux villes du monde entier. La Chine a connu une croissance explosive du nombre de voitures particulières et du réseau routier, mais face à des problèmes structurels tels que des taux de vacance élevés et un déséquilibre emploi-logement, les villes adoptent généralement des méthodes de contrôle total du volume de circulation, comme la restriction de la circulation des véhicules en fonction de leur numéro d'immatriculation et la limitation de la délivrance de plaques d'immatriculation (c'est-à-dire « restriction de circulation et restriction de plaque d'immatriculation »).

(2) Solution d'intelligence urbaine de la fluidité

du trafic : cette solution intelligente basée sur le concept de « Cerveau de la ville » a été explorée à Hangzhou pour résoudre le problème fondamental de la déconnexion entre les données et l'action, atténuant ainsi les embouteillages ; la mise en œuvre du concept de « Cerveau de la ville » a par la suite permis des avancées majeures dans la gestion du trafic de Nanchang: la politique de restriction de la circulation des véhicules en fonction de leur numéro d'immatriculation, en vigueur depuis 11 ans, a été abolie en 2020, l'indice de congestion a diminué et la vitesse des véhicules a augmenté.

3. Architecture technologique de l'intelligence urbaine

(1) Trinité de la puissance de calcul, des données et des modèles IA : la réalisation de l'intelligence urbaine repose sur une architecture technologique systémique, dont le cœur est l'intégration de la puissance de calcul, des données et des modèles. Les données constituent la ressource principale, les modèles le moteur intelligent et la puissance de calcul la garantie fondamentale.

(2) Moteur de l'intelligence urbaine : est le vecteur technologique le plus important de l'intelligence urbaine, et les modèles d'intelligence artificielle constituent un moyen essentiel de sa mise en œuvre. Déployé pour la gouvernance urbaine, ce moteur intègre des modèles de perceptions physique et sociale et d'inférence dynamique, ainsi que des modèles de connaissances urbaines au sein d'un modèle urbain de base. Ceci lui confère des capacités générales cognitives et de raisonnement applicables à différents scénarios.

(3) Mécanisme open source pour l'intelligence urbaine : l'open source a évolué, passant de la simple mise à disposition de code source ouvert à la fourniture de ressources d'innovation ouvertes. Les données, les modèles et la puissance de calcul ouverts constituent

des ressources d'innovation ouvertes pour le développement urbain, un mécanisme d'innovation essentiel pour le développement collaboratif des villes.

4. Application généralisée de « IA et Villes » en Chine

(1) Pratique globale à l'échelle urbaine : En Chine, l'intelligence urbaine a déjà démontré son efficacité en matière de gouvernance dans de multiples domaines, notamment l'environnement, la gouvernance et la société. Elle résulte de manière endogène et systémique de l'interaction entre « IA + Ville ».

(2) Des applications aux scénarios, puis des scénarios à une vision plus approfondie et globale : partant d'applications technologiques ponctuelles, en passant par le dépassement des frontières départementales grâce aux scénarios, on aboutit finalement à l'intelligence urbaine. Des pratiques de scénarios telles que « Un réseau pour une gestion unifiée » à Shanghai, « Un seul parking pour toute la ville » à Hangzhou, « Qinqing en ligne », « Une heure de plus pour le tourisme » et « Cerveau du campus » démontrent le potentiel énorme d'une optimisation coordonnée des ressources urbaines globales.

(3) Inspirations de la pratique chinoise du Cerveau de la ville : ce concept repose sur une compréhension profonde et novatrice de l'essence de la conservation des ressources. La notion de « ville dans son ensemble » implique non seulement de décloisonner les services gouvernementaux pour favoriser la collaboration, mais aussi d'impliquer la coopération de tous les acteurs urbains, y compris l'État, les entreprises et la société. La gouvernance doit passer d'une approche axée sur la technologie à une approche axée sur le service, en privilégiant l'expérience des citoyens. Cela favorisera finalement la reconstruction des mécanismes de confiance sociale, instaurant un cercle vertueux de confiance envers l'État,

de crédit citoyen et de civilisation urbaine, et permettant ainsi d'atteindre l'harmonie entre valeur technologique et valeur sociale.

Chapitre 3 Feuille de route pour l'évolution de l'intelligence urbaine

Construire des villes économes en ressources exige une transformation systémique des paradigmes urbains. Premièrement, cela nécessite une redéfinition des valeurs, une compréhension profonde de la ville comme entité holistique, des données comme ressource décisive, et de l'objectif de l'intelligence urbaine : garantir une qualité de vie élevée et promouvoir un développement urbain durable grâce à une utilisation optimisée des ressources. Deuxièmement, cela requiert une compréhension approfondie des données de référence, permettant de quantifier précisément les flux de ressources et l'efficacité de leur utilisation. Ensuite, il est nécessaire de valider la valeur ajoutée par des approches basées sur des scénarios, afin de réaliser un progrès significatif en matière d'intelligence urbaine. En définitive, l'objectif est de bâtir une civilisation urbaine fondée sur la confiance. L'architecture de l'intelligence urbaine requiert non seulement le soutien intégré des données, des modèles et de la puissance de calcul, mais aussi un développement durable grâce à des systèmes de sécurité et des garanties juridiques. Sa valeur ultime peut être validée par la question du « Cerveau de la ville » : 10 % des ressources urbaines existantes peuvent-elles soutenir le développement durable et de qualité de la ville, en réalisant une harmonie entre progrès technologique et valeur sociale ?

1. Construire des villes économes en ressources grâce à l'intelligence urbaine

L'intelligence urbaine ne se limite pas seulement aux améliorations technologiques; elle représente plus précisément une transformation

stratégique des paradigmes de développement urbain. Il existe trois formes d'évolution : les applications de base, qui constituent la forme fondamentale et résolvent des problèmes techniques spécifiques ; les scénarios, forme avancée, qui résolvent des problèmes spécifiques de gouvernance urbaine grâce à l'intégration de données multi-sources ; et l'intelligence urbaine, forme de haut niveau, qui permet une gouvernance collaborative et holistique à travers différents domaines, services et niveaux.

2. Compréhension approfondie des données de référence

Pour avoir une compréhension approfondie des données de référence, il faut partir de trois niveaux : premièrement, les données sur les ressources, telles que le volume de trafic, le taux de fuite du réseau de canalisations d'eau et le taux de rotation des places de stationnement; deuxièmement, l'état opérationnel global de la ville, afin de suivre ses indicateurs réels clés ; et troisièmement, les données d'entreprise et les données sur la qualité des données, afin de transformer le travail quotidien en ressources de données de haute qualité.

3. Orientations pour la mise en œuvre de l'intelligence urbaine

(1) Quatre étapes de la mise en œuvre de l'intelligence urbaine : l'évolution réussie de l'intelligence urbaine suit quatre étapes : « transformation des valeurs → construction d'une base de données → vérification des scénarios → construction de la civilisation ».

(2) Architecture intelligente urbaine et technologies clés : l'architecture globale allant des « infrastructures informatiques – réseau de données – moteur intelligent » au « scénario » constitue un fondement essentiel permettant à l'intelligence urbaine de passer des capacités techniques aux capacités de gouvernance.

(3) Orientations pour les actions clés : Action 1: établir un plan global et un cadre d'action par étapes ; Action 2 : faire de la construction d'infrastructures intelligentes une approche clé ; Action 3 : stimuler l'amélioration des infrastructures intelligentes et du système de gouvernance par le biais de scénario ; Action 4: mettre en place un système de sécurité et de protection juridique pour l'intelligence urbaine.

4. Perspectives d'avenir de l'intelligence urbaine

L'intelligence urbaine va apporter une révolution de paradigme du développement urbain, axé sur l'efficacité des ressources, contribuant ainsi à relever le défi de la neutralité carbone et à promouvoir un nouveau modèle de civilisation. Le succès d'une ville future hautement intelligente se mesurera non seulement à sa prospérité économique, mais aussi à sa capacité à optimiser le bien-être de ses habitants, la qualité de son environnement et sa résilience, tout en minimisant la consommation de ressources par unité de population. Ceci marque le passage d'une civilisation urbaine industrielle centrée sur l'expansion à une civilisation urbaine numérique qui privilégie la préservation des ressources, la mesure du bien-être et l'œuvre au profit de tous.

Chapitre 4 Études de cas

Ce chapitre présente la diversité des pratiques et des réalisations de l'« Intelligence artificielle + Ville », depuis les applications fondamentales jusqu'aux scénarios concrets, à travers des études de 6 cas de villes et 6 cas de scénarios. Les études de cas de villes proposent une exploration systémique de la gouvernance intelligente globale dans les mégapoles, ainsi que des pratiques innovantes dans des domaines spécifiques tels que l'éducation, la gouvernance raffinée, les transports et la planification. Les études de cas de scénarios couvrent de multiples

dimensions du fonctionnement urbain, allant des infrastructures publiques à la gestion des ordures ménagères, en passant par la finance verte, les bioressources, le trafic lors d'événements sportifs et les villes vedettes. Il propose des solutions chinoises dont les villes du monde entier peuvent s'inspirer.

Les études de cas de villes incluent Hangzhou, qui explore le développement urbain durable fondé sur le concept de « Cerveau de la ville » ; Shanghai, qui transforme sa gouvernance de la numérisation à l'intelligence artificielle ; Shenzhen, qui planifie intelligemment les ressources éducatives urbaines ; Guangzhou, qui renforce la gouvernance urbaine grâce à l'intelligence artificielle ; Chengdu, qui met en œuvre une gestion intelligente du trafic autour des hôpitaux ; et Wuhan, qui développe des solutions d'urbanisme intelligentes. Les études de cas de scénarios comprennent l'intégration efficace des ressources d'infrastructures publiques urbaines ; la gestion intelligente des déchets ménagers urbains ; l'accès intelligent à des ressources de financement vert inclusif ; le recyclage des ressources de biomasse urbaine ; l'utilisation de la « 5G et IA » pour optimiser la gestion des événements sportifs et du trafic urbains ; et l'intégration et l'optimisation des ressources innovantes dans les villes vedettes.

Chapitre 5 Conclusion et initiative

Ce chapitre résume de manière systémique le concept et les implications pratiques de l'« intelligence artificielle au service du développement urbain durable ». Sur cette base, le rapport propose à des urbanistes des recommandations d'actions communes et une initiative de collaboration mondiale sur « IA+ Ville ».

1. Développement urbain durable piloté par l'IA

La voie de développement qui a privilégié la

grande consommation pour la commodité et la croissance économique au prix d'émissions élevées a entraîné la stagnation, voire la régression, des objectifs de développement durable à l'échelle mondiale dans plusieurs domaines. Les « villes intelligentes » traditionnelles se limitent souvent à une simple accumulation de technologies, sans parvenir à résoudre le problème de la fragmentation des capacités urbaines due à la division du travail entre les différents services. À l'inverse, l'approche chinoise du « Cerveau de la ville » comme modèle de développement urbain repense ce concept dans une perspective holistique et centrée sur l'humain, offrant ainsi une expérience concrète pour promouvoir un développement urbain durable, économe en ressources et efficace grâce à l'intelligence urbaine. Le contexte mondial actuel est propice : les systèmes de données urbaines ouvertes s'améliorent progressivement, les modèles de base open source et les écosystèmes de recherche urbaine ouverts facilitent l'accès à ces technologies, et, forte de la vision d'une communauté de destin pour l'humanité, l'intelligence urbaine porte en elle l'espoir de propulser les villes du monde entier vers un avenir commun caractérisé par une faible consommation, un bien-être élevé et une grande résilience. Un avenir meilleur avec moins de ressources.

2. Recommandations d'actions communes à des urbanistes

- (1) Individus et organisations sociales de base : la génération et l'itération d'une intelligence urbaine centrée sur l'humain ;
- (2) Industrie et institutions académiques : R&D collaborative et promotion des produits publics urbains intelligents ;
- (3) Gestionnaires et constructeurs urbains : une gouvernance urbaine intelligente axée sur les problèmes et fondée sur les scénarios ;

(4) Gouvernements nationaux et locaux : promouvoir systématiquement la construction d'infrastructures et les garanties institutionnelles.

3. Initiative de collaboration mondiale sur « IA + Ville »

(1) Construire des villes économes en ressources pour créer une vie meilleure avec moins de ressources.

(2) Profiter pleinement de l'intelligence artificielle pour soutenir la construction des villes économes en ressources.

(3) Améliorer l'architecture de l'intelligence urbaine et promouvoir l'approche « IA + Ville » dans une perspective holistique.

(4) Adopter une approche centrée sur l'humain et créer des scénarios de bonne gouvernance.

(5) Créer une alliance mondiale des villes intelligentes pour partager les expériences en matière de gouvernance urbaine.

(6) Développer un écosystème open source pour l'intelligence urbaine afin de diffuser plus largement des progrès de l'intelligence artificielle.



Perspectives d'avenir pour les villes 2025

IA et villes



Transformation urbaine mondiale à l'ère de l'intelligence artificielle



Chapitre 1 Transformation urbaine mondiale à l'ère de l'intelligence artificielle

01



Le développement durable mondial est confronté à des défis majeurs. Le Programme de développement durable à l'horizon 2030 de l'Organisation des Nations Unies comprend 17 Objectifs de développement durable (ODD), dont 139 sont mesurables. Selon le Rapport 2025 de l'Organisation des Nations Unies sur les ODD, seuls 35 % d'entre eux affichent des progrès satisfaisants ou modérés, tandis que 18 % ont même régressé. Les villes, en tant que centres de population, d'activité économique et de consommation de ressources, sont à la fois une manifestation concentrée des problèmes de développement durable et un terrain privilégié pour trouver des solutions. D'une part, bien que les villes ne représentent que 2 à 3 % de la surface terrestre, elles consomment 60 à 80 % de l'énergie mondiale et génèrent environ 75 % des émissions de carbone ; d'autre part, elles sont également à la pointe de l'innovation technologique et du changement institutionnel, et possèdent un potentiel unique pour impulser la transformation mondiale.

La finitude absolue des ressources et l'inefficacité systémique des villes constituent une double contrainte au développement urbain. Les ressources foncières se raréfient, la crise mondiale de l'eau s'aggrave et la capacité de charge énergétique et environnementale approche de ses limites. Plus particulièrement, le problème généralisé de la gestion extensive au cours du fonctionnement urbain a engendré une inefficacité systémique, avec un gaspillage considérable de ressources lors de leur circulation et de leur utilisation.

L'intelligence artificielle devient progressivement un moteur essentiel pour surmonter cette situation. À l'instar de l'électrification au XX^e siècle, la numérisation et l'intelligence artificielle vont redéfinir la logique du fonctionnement urbain au XXI^e siècle. Dans le passage des villes de l'« ère de l'électricité » à l'« ère de la puissance de calcul », la bitisation, la tokenisation et l'exploitation intelligente des données les conduiront à passer d'un modèle d'« expansion des ressources » à un modèle de « conservation des ressources ». L'intelligence artificielle est déjà déployée à grande échelle dans certains contextes, et l'association « IA + Ville » forme une « intelligence urbaine » de haut niveau. Le « Cerveau de la ville » est une infrastructure moderne dotée de capacités de gouvernance, au sens du système de gouvernance urbaine, tandis que l'intelligence urbaine en est le support technologique. Les données optimisent la valeur des ressources naturelles, permettant aux villes de multiplier leur potentiel dans un espace limité et de concrétiser la vision du « Cerveau de la ville » : « soutenir un développement urbain durable et de haute qualité avec seulement 10 % des ressources urbaines existantes ». Ce changement de paradigme implique non seulement une innovation technologique, mais aussi un bond en avant global de la civilisation urbaine vers une approche centrée sur l'humain, innovante et économe en ressources.

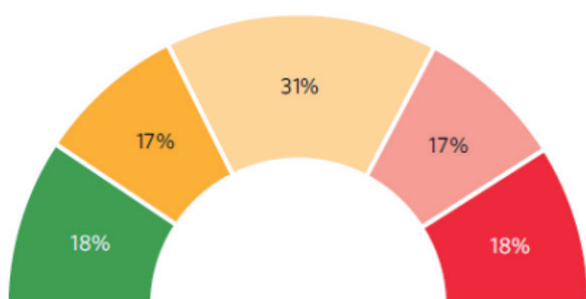
1.1 Les Objectifs de développement durable font face à des défis majeurs

1.1.1 Des progrès lents et des défis croissants



Figure 1-1 : 17 Objectifs de développement durable (ODD) de l'Organisation des Nations Unies
 Source : Rapport 2025 de l'Organisation des Nations Unies sur les ODD

Progrès accomplis en vue d'atteindre les objectifs, d'après les données agrégées mondiales de 2015 à 2025



Remarque : En raison de l'arrondi, la somme des pourcentages peut ne pas être égale à 100 %.

- En bonne voie/Atteint
- Progrès modérés
- Progrès limités
- Stagnation
- Régression

Évaluation des progrès accomplis dans la réalisation des 17 objectifs de développement durable en fonction des objectifs établis (par catégorie d'objectif, en pourcentage)

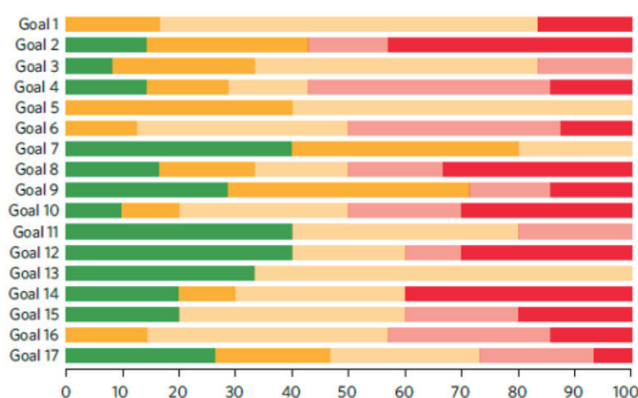


Figure 1-2 : Évaluation des progrès accomplis dans la réalisation des ODD de l'ONU
 Source : Rapport 2025 de l'Organisation des Nations Unies sur les ODD



En 2015, l'Organisation des Nations Unies a adopté le Programme de développement durable à l'horizon 2030, qui proposait 17 Objectifs de Développement Durable (ODD^[1], visant à concilier le bien-être humain, la prospérité économique et la protection de l'environnement (Figure 1-1)^[2]. Toutefois, lors de l'évaluation de 2025, les progrès accomplis dans la réalisation des objectifs mondiaux sont nettement insuffisants. Sur les 139 objectifs spécifiques évaluable (sur un total de 169), seuls 35 % enregistrent des progrès suffisants : 18 % sont en bonne voie et 17 % réalisent des progrès modérés (Figure 1-2). Notamment, 48 % des objectifs ne progressent pas de manière suffisante, dont 31 % ne connaissent que des améliorations marginales et 17 % n'enregistrent aucun progrès. Plus inquiétant encore, 18 % des objectifs régressent même par rapport à la situation de 2015. Par exemple, il est rapporté que l'ODD 11 « Villes et communautés durables » progresse lentement et ne montre pratiquement aucune amélioration significative depuis 2015^[3], ce qui reflète les défis croissants auxquels est confronté le développement urbain mondial.

Bien que les villes ne représentent que 2 à 3 % de la superficie terrestre mondiale, elles abritent plus de la moitié de la population mondiale, consomment 60 à 80 % de l'énergie mondiale et sont responsables d'environ 75 % des émissions de carbone^[4]. La forte concentration de la population, de l'économie, des ressources et des besoins en infrastructures en fait un terrain d'application crucial des défis du développement durable et un levier stratégique pour la mise en œuvre des 17 ODD. Les problématiques urbaines sont étroitement liées à la grande majorité des objectifs de développement durable, et la qualité de leur traitement détermine directement l'efficacité de l'agenda mondial: (1) En matière de réduction de la pauvreté et de logement (ODD 1, ODD 11), le problème des établissements informels et de la pénurie de logements dans les villes entrave directement la réduction de la pauvreté et le développement urbain inclusif ; (2) En matière de santé et de qualité de l'air

(ODD 3), les émissions de PM_{2,5} provenant de l'industrie et des transports urbains sont étroitement liées à la dégradation de l'environnement et des conditions sanitaires ; (3) En matière d'énergie et de climat (ODD 7, ODD 13), la structure énergétique urbaine et les émissions liées aux transports déterminent l'évolution d'un grand nombre de gaz à effet de serre ; (4) En matière d'infrastructures et d'opportunités économiques (ODD 8, ODD 9), le retard des infrastructures urbaines et l'insuffisance des ressources disponibles limitent la production et l'égalité des chances ; (5) En matière d'écologie terrestre et d'utilisation durable des terres (ODD 15), l'expansion urbaine empiète sur les terres arables et les habitats naturels, réduisant ainsi l'efficacité de l'utilisation des ressources. Le rapport de l'Agence internationale de l'énergie, Perspectives énergétiques mondiales 2024, dans son chapitre consacré aux « Technologies clés d'énergie propre », souligne que le déploiement de sept grandes catégories de technologies, dont les véhicules à nouvelles énergies, l'énergie éolienne, le photovoltaïque et le captage du carbone, contribuera à environ 75 % des réductions d'émissions de CO₂ liées à l'énergie entre 2023 et 2035. Ces technologies sont également essentielles pour parvenir à une baisse de la demande en combustibles fossiles sur une décennie et maintenir la trajectoire de réchauffement climatique à 1,5 °C. Les villes abritant plus de la moitié de la population mondiale, leur efficacité énergétique et l'optimisation de leurs infrastructures de transport jouent un rôle important dans la réduction globale des émissions^[5].

1.1.2 Finitude absolue des ressources et inefficacité systémique des villes

Presque tous les défis posés par les Objectifs de développement durable (ODD) de l'Organisation des Nations Unies à l'horizon 2030 sont étroitement liés à la préservation des ressources et à l'amélioration de leur utilisation efficace. Le rapport du Programme de l'Organisation des Nations Unies pour l'environnement

intitulé « Rapport sur l'écart entre les besoins et les perspectives en matière de réduction des émissions 2024 » estime que la trajectoire des émissions de gaz à effet de serre induite par les politiques actuelles et les contributions déterminées au niveau national est insuffisante pour atteindre l'objectif de (limiter le réchauffement climatique à) 1,5 °C et compliquera considérablement la réalisation de l'objectif de 2 °C [6]. Le rapport d'ONU-Habitat intitulé « Rapport sur les villes dans le monde 2024 » souligne que les villes du monde entier souffrent généralement de graves carences en matière de logement, de transports publics, d'infrastructures, de résilience aux catastrophes et de capacités de financement. Les chocs climatiques amplifient ces carences structurelles, particulièrement marquées dans les pays à revenu faible et intermédiaire, les villes où la proportion de quartiers informels est élevée et où les capacités de gouvernance et financières sont limitées [7]. Le rapport du GIEC, « Sixième rapport d'évaluation : Changements climatiques 2023 », indique que le recours exclusif à des améliorations technologiques localisées ou à la croissance économique est insuffisant pour parvenir à une réduction suffisamment rapide des émissions mondiales. Une utilisation plus efficace des ressources et une transformation globale doivent être encouragées dans de multiples domaines systémiques, notamment l'énergie, les transports, le bâtiment et l'aménagement du territoire ; sans cela, il sera difficile de limiter le réchauffement climatique à 1,5 °C ou 2 °C [8].

(1) Finitude absolue des ressources

Aux premiers stades de la civilisation humaine, la disponibilité de ressources naturelles essentielles telles que l'eau et le sol a directement déterminé l'essor et le déclin des villes et des établissements. Prenons l'exemple de l'établissement préhistorique de Telles-Sultan, site archéologique de Jéricho : l'organisation des populations autour de sources permanentes et les premiers systèmes de drainage et de maîtrise des crues témoignent de l'influence déterminante des ressources en eau sur la survie et

l'expansion des premiers établissements [9]. En Mésopotamie, l'irrigation à grande échelle a certes permis d'accroître la production agricole, mais a également engendré les effets cumulatifs à long terme de la salinisation et de la dégradation des sols. Des études historiques et archéologiques, comme l'analyse classique de Thorkild Jacobsen et Robert McCormick Adams sur la salinisation en Mésopotamie, soulignent que ce type de dégradation des terres et ce déséquilibre dans la gestion des ressources en eau constituent un facteur important de redistribution sociale, de migration des populations, voire du déclin des cités-États [10].

La rareté des ressources constitue toujours une contrainte fondamentale au développement des sociétés humaines. Dès les années 1970, l'ouvrage « Les Limites à la croissance » (1972) proposait la logique des « contraintes à la croissance sur une planète aux ressources finies ». Actuellement, les métropoles mondiales atteignent le « plafond » de leurs ressources [11].

Premièrement, la disponibilité des ressources foncières est limitée. Des études prévoient qu'entre 2000 et 2030, la superficie bâtie des villes mondiales pourrait augmenter d'environ 1,2 million de kilomètres carrés, soit deux à trois fois la superficie urbaine mondiale de l'an 2000 [12]. Mais imaginons : par exemple, en Chine, il sera impossible de développer dans les trente prochaines années les villes de la même manière, en étendant la superficie de façon exponentielle. Parallèlement, cette expansion foncière à grande échelle pousse les villes vers des limites écologiques critiques ; l'étalement urbain se fait souvent au détriment des forêts, des zones humides et des terres agricoles. Les scientifiques estiment qu'au rythme actuel, d'ici 2030, les modifications du couvert végétal dues à l'expansion urbaine libéreront environ 1,38 milliard de tonnes de carbone et menaceront gravement la biodiversité [13]. De nombreuses zones urbaines sont déjà proches de leurs limites de capacité de charge, et les

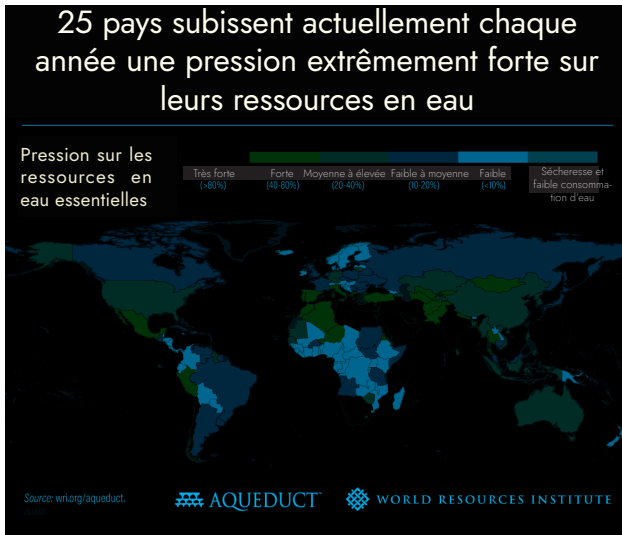


Figure 1-3 : Pénurie des ressources en eau des pays (et des villes principales mondiales) [19]
Source : Institut des Ressources Mondiales

nouveaux projets de développement se heurtent au dilemme suivant : occuper des terres arables précieuses ou des zones écologiquement sensibles. Cette limitation absolue des ressources foncières exige que le développement urbain privilégie l'optimisation du stock plutôt qu'une expansion progressive et sans fin.

Les ressources en eau s'accroissent comme les contraintes énergétiques. La demande urbaine en eau douce augmente rapidement, mais l'approvisionnement est fortement limité par les conditions naturelles, et le changement climatique aggrave la crise de l'eau. Des analyses connexes montrent que, environ 10 % des prélèvements mondiaux d'eau sont actuellement destinés à l'approvisionnement en eau potable [14]. Selon le Rapport mondial sur la mise en valeur des ressources en eau (2023) de la Banque mondiale et de l'UNESCO, le nombre de citoyens confrontés à des pénuries d'eau devrait passer de 933 millions en 2016 (un tiers de la population urbaine mondiale) à 1,7 à 2,4 milliards en 2050 (un tiers à près de la moitié de la population urbaine mondiale) [15] [16]. Parallèlement, l'urbanisation rapide a accentué la demande en eau, comme en témoignent les crises du « Jour Zéro »

à Bangalore (Inde) et au Cap (Afrique du Sud). Les modèles climatiques prévoient qu'en 2050, le changement climatique réduira de plus de 10 % les ressources en eau douce disponibles pour au moins 685 millions d'habitants des villes. Certaines villes fortement dépendantes de sources d'eau extérieures ont déjà subi une baisse brutale des précipitations, de l'ordre de 30 à 50 % (comme Amman en Jordanie, Melbourne en Australie et Le Cap en Afrique du Sud, qui ont déjà connu de graves pénuries d'eau ces dernières années) [17]. Le réchauffement climatique, conjugué à l'augmentation de la demande en eau urbaine, rend les ressources en eau des villes extrêmement vulnérables. L'UNESCO prévoit qu'en 2050, le nombre d'habitants des villes confrontés à des pénuries d'eau dans le monde doublera, passant de 930 millions en 2016 à 1,7 à 2,4 milliards [18]. Selon les observations de l'Institut des Ressources mondiales, 25 pays subissent actuellement chaque année une pression extrêmement forte sur leurs ressources en eau (Figure 1-3).

En termes de capacité de charge énergétique et environnementale, les villes dépendent des ressources mondiales telles que les carburants, les denrées alimentaires et les matériaux de construction pour assurer leur fonctionnement. Cette consommation concentrée exerce une pression sur le climat et les écosystèmes. L'accumulation actuelle de gaz à effet de serre a entraîné une hausse de la température moyenne mondiale d'environ 1,1 °C par rapport aux niveaux préindustriels, et les records de chaleur sont devenus plus fréquents ces dernières années [20]. Selon le cadre « Limites de la Terre » proposé par le Centre de Résilience Stockholm, sept indicateurs du système terrestre ont déjà dépassé en 2025 le seuil critique (Figure 1-4).

(2) Inefficacité systémique des ressources

La finitude des ressources ne suffit pas à expliquer à elle seule le retard pris dans la réalisation des Objectifs de développement durable à

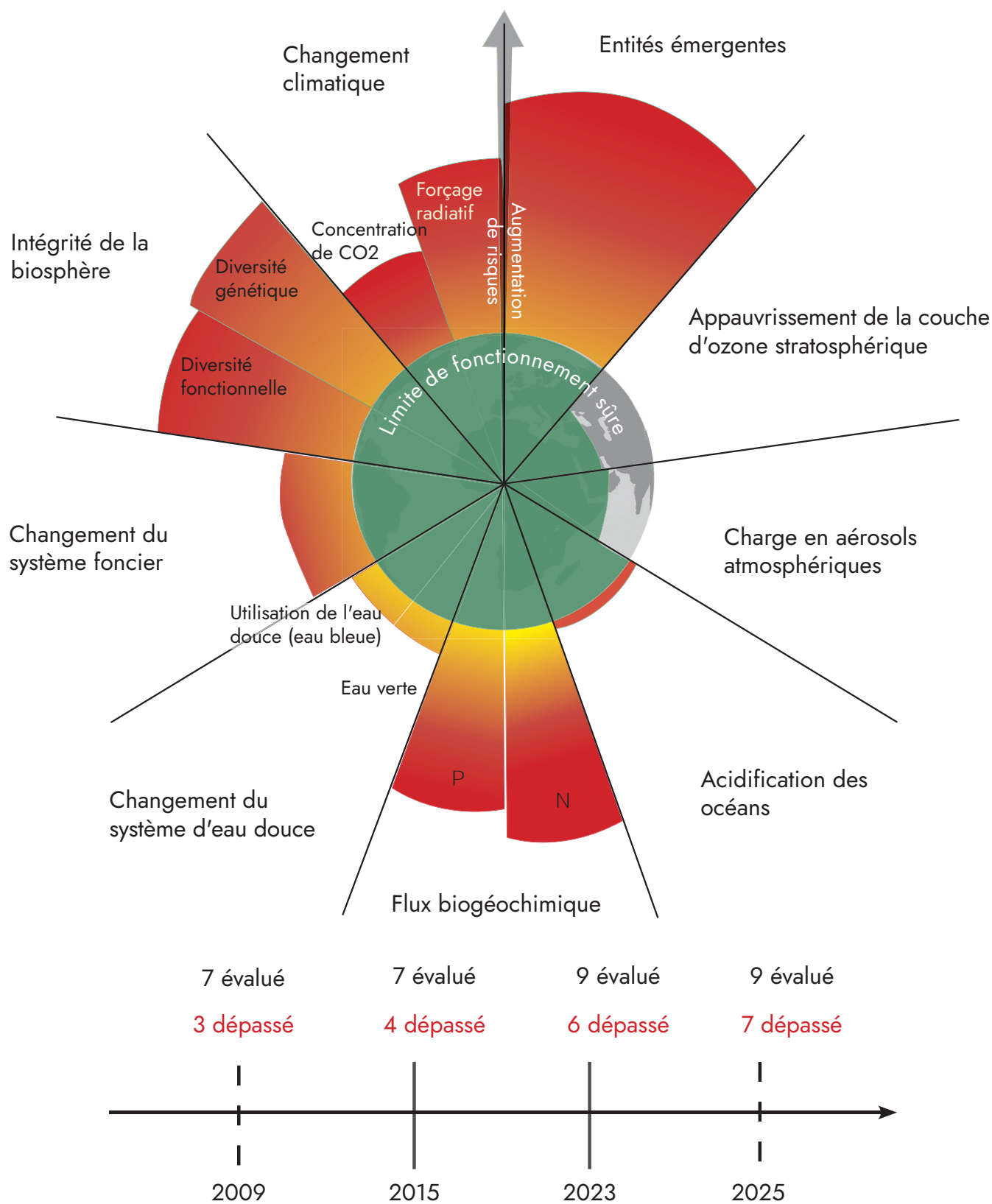


Figure 1-4 : Selon le cadre « Limites de la Terre », sept indicateurs du système terrestre ont déjà dépassé en 2025 le seuil critique^[21]

Source : Centre de Résilience Stockholm^[22]



l'horizon 2030 de l'Organisation des Nations Unies. Plus fondamentalement, l'inefficacité systémique et le gaspillage dans l'utilisation des ressources à tous les niveaux amplifient les risques et les conséquences de cette « finitude ». L'inefficacité systémique des ressources urbaines est particulièrement flagrante ; elle constitue une source majeure de pression sur les ressources mondiales et un axe prioritaire de transformation.

Premièrement, l'utilisation des sols est inefficace. De nombreuses villes se sont étendues de manière anarchique, à la manière d'une crêpe, ce qui a engendré une fragmentation des zones fonctionnelles urbaines, une utilisation extensive des sols, un gaspillage des ressources foncières et une faible utilisation des infrastructures. Entre 2000 et 2014, le taux d'expansion des surfaces urbaines à l'échelle mondiale a été 1,28 fois supérieur au taux de croissance démographique, et la superficie bâtie urbaine par habitant n'a cessé d'augmenter [23]. Le rapport « Efficacité énergétique 2023 » de l'Agence internationale de l'énergie souligne que, bien que la demande d'énergie par unité de surface ou par passager-kilomètre diminue depuis 2000 dans les secteurs résidentiels et des véhicules légers, les améliorations de l'efficacité dans les secteurs des véhicules lourds et industriels sont très lentes [24]. Le rapport de l'OCDE intitulé « Repenser l'étalement urbain » souligne également que l'étalement urbain dans la plupart des pays développés est caractérisé par une utilisation fragmentée des sols et des fonctions non compactes, ce qui entraîne une réduction de l'efficacité des services publics et des infrastructures [25]. En matière de ressources en eau, l'inefficacité systémique résulte d'un double gaspillage dû à une demande mal définie et à une offre insuffisante. Premièrement, les besoins précis en eau sont encore mal connus. Un ménage britannique type consomme en moyenne 340 litres d'eau par jour, tandis qu'en Éthiopie, ce chiffre n'est que de 40 litres (Figure 1-5). Il est toujours impossible de déterminer avec précision la quantité d'eau quotidienne nécessaire à un ménage pour que sa consommation soit

considérée comme raisonnable. Si cette quantité se situe entre ces deux extrêmes, cela indique à la fois d'importantes pénuries d'eau dans certaines régions et un gaspillage considérable dans les régions à forte consommation, reflétant les inégalités et les problèmes de durabilité illustrés par les disparités de ressources en eau par habitant.

De plus, les fuites du côté de l'approvisionnement constituent également un gaspillage considérable. À l'échelle mondiale, environ 126 milliards de mètres cubes d'eau sont perdus chaque année à cause des fuites dans les réseaux de canalisations, un chiffre impressionnant qui suffirait à couvrir les besoins annuels en eau de près de 90 millions de personnes. Dans certaines régions, jusqu'à 30 % de l'approvisionnement total en eau est perdu avant d'atteindre les utilisateurs, ce qui souligne l'urgence d'améliorer les infrastructures [26]. Selon les taux de fuite des systèmes d'approvisionnement en eau dans différents pays, fournis par Roland Berger International Management Consulting, la réduction des fuites est une mesure essentielle (Figure 1-6). Prenons l'exemple de l'Irlande, qui accorde une grande importance à la lutte contre les fuites d'eau : le taux de fuite du réseau national



Figure 1-5 : Comparaison de la consommation d'eau quotidienne moyenne entre les ménages britanniques et éthiopiens
Source : photographié à Londres en 2018



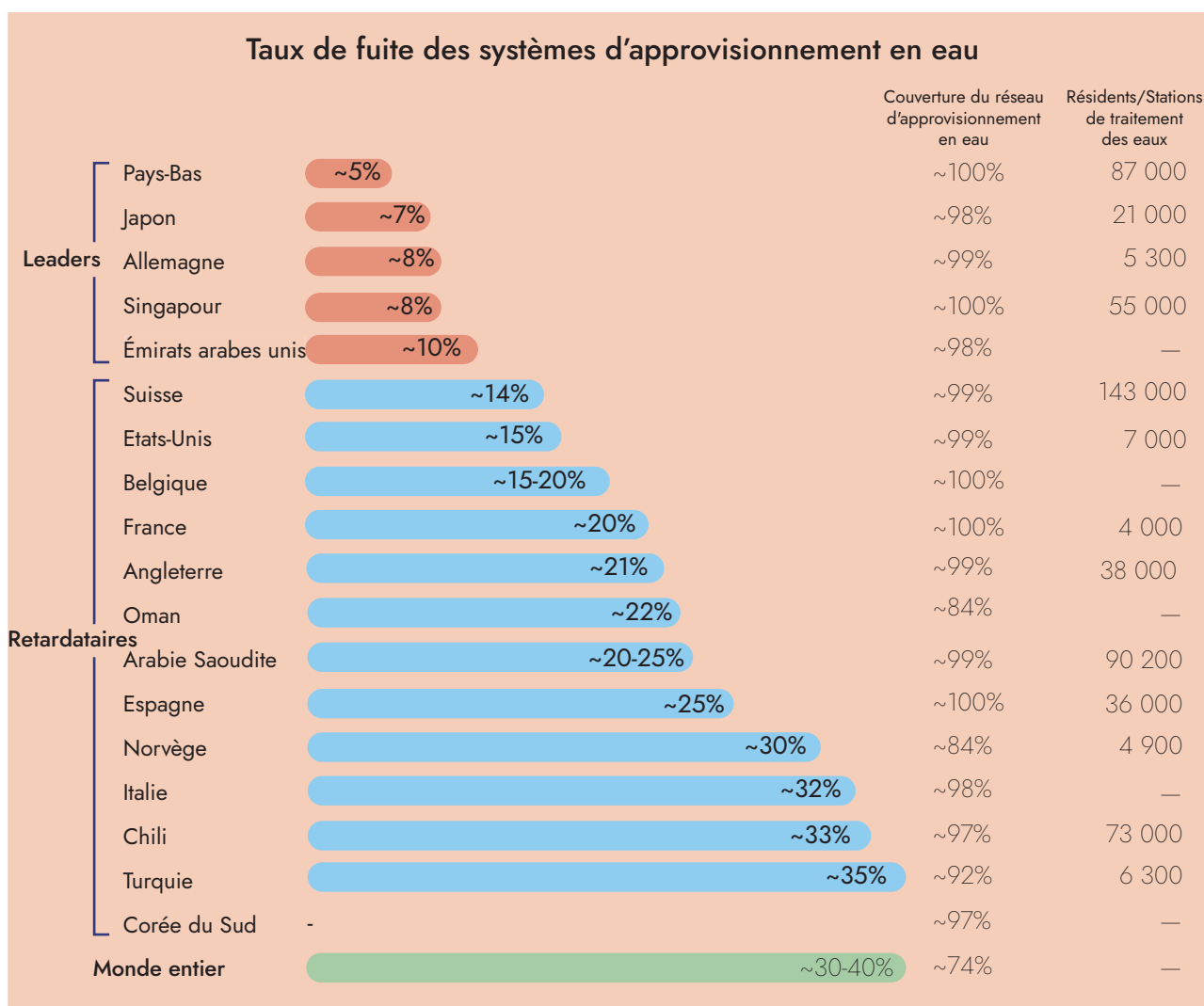


Figure 1-6 Taux de fuite des systèmes d'approvisionnement en eau: la réduction des fuites est une mesure essentielle [28] / Source : Roland Berger International Management Consulting

d'approvisionnement en eau était de 46 % en 2018. Après des efforts constants, il est tombé à 40 % en 2020, avec un objectif de 25 % d'ici 2030. De 46 % à 25 %, le taux diminuerait de près de moitié, mais un quart des ressources en eau perdues à cause des fuites représente toujours un gaspillage colossal pour les villes [27].

L'utilisation de l'énergie est aussi inefficace. Selon les Perspectives énergétiques mondiales 2023 de l'Agence internationale de l'énergie, le rendement de conversion de l'énergie primaire mondiale oscille depuis longtemps entre 30 et 40 %, avec des pertes d'énergie considérables

lors de la production, du transport et de la consommation. Si l'on ne tient pas compte des arrêts de production, le facteur de capacité annuel moyen (rapport entre la production d'électricité réelle et la production théorique à pleine charge) des centrales au charbon devrait chuter de plus de 50 % à environ 30 % d'ici 2030 [29]. Cette utilisation inefficace des infrastructures énergétiques entraîne une surconsommation de ressources énergétiques limitées. Du côté de la consommation d'énergie, l'efficacité énergétique des bâtiments urbains et des industries présente également un potentiel d'amélioration important. Les conceptions tradi-



tionnelles des bâtiments ne prennent souvent pas suffisamment en compte les économies d'énergie, ce qui engendre une forte consommation pour la climatisation en été et le chauffage en hiver ; les équipements industriels et commerciaux anciens contribuent également au gaspillage d'énergie.

Les transports constituent un autre domaine important d'utilisation inefficace des ressources. Selon le rapport INRIX Global Traffic Scorecard 2023, publié par la Société d'analyse et de données sur les transports INRIX, les citoyens américains perdent en moyenne 42 heures par an dans les embouteillages (soit 4 heures de plus qu'en 2022), ce qui représente un gaspillage de 70 milliards de dollars en temps (voir le Tableau 1-1 pour les données relatives au retard de circulation et aux pertes économiques dans les 10 principales villes américaines). À l'échelle mondiale, les citoyens perdent en moyenne entre 50 et 150 heures par an dans les embouteillages, ce qui équivaut à un gaspillage de plusieurs

centaines de milliards de dollars en productivité ^[30]. Une inefficacité plus profonde réside dans l'inefficacité structurelle des déplacements en voiture individuelle : il est courant qu'une personne par voiture occupe plusieurs dizaines de mètres carrés de chaussée, et les routes et les parkings restent inutilisés la plupart du temps, n'étant saturés que pendant de courtes périodes aux heures de pointe. Parallèlement, l'insuffisance des transports en commun contraint davantage de personnes à utiliser leur voiture, créant ainsi un cercle vicieux. Les données montrent que, selon les chiffres de la Division de statistique de l'Organisation des Nations Unies de 2023, sur un échantillon couvrant 126 pays et 1507 villes, seulement 51,6 % environ de la population urbaine mondiale avait un accès aisé aux transports en commun (à moins de 500 mètres d'un arrêt de bus ou à moins de 1 000 mètres d'une gare) ^[31]. Cette faible accessibilité aux transports en commun incite davantage de personnes à utiliser leur voiture, ce qui aggrave la dégradation du réseau routier et la consommation d'énergie.

Tableau 1-1: Les 10 villes américaines les plus touchées par le retard de circulation et les pertes économiques (2023)

Rang	Ville	Retard de circulation par habitant (heures)	Coût du retard par habitant (USD)	Pertes totales dues aux retards (milliards de dollars américains)
1	New York	101	1 762	9,1
2	Chicago	96	1 672	6,1
3	Los Angeles	89	1 545	8,3
4	Boston	88	1 543	2,9
5	Miami	70	1 219	3,1
6	Philadelphia	69	1 209	2,9
7	Washington D. C.	63	1 095	2,7
8	Houston	62	1 082	3,2
9	Atlanta	61	1 066	2,6
10	Seattle	58	1 010	1,6

1.1.3 Les villes jouent un rôle décisif dans le développement durable mondial

Les villes constituent la plus grande invention de l'humanité ^[32]. Elles concentrent la population, l'économie, la culture et les technologies de manière spatiale hautement organisée, favorisant ainsi le développement continu de la civilisation. Les villes jouent un double rôle dans le développement durable mondial : d'une part, elles sont les principaux pôles de consommation et d'utilisation inefficace des ressources, exerçant une forte pression sur l'environnement et la répartition des ressources à l'échelle mondiale; d'autre part, elles sont à l'avant-garde des transformations du développement, rassemblant des atouts technologiques, humains et institutionnels, et possèdent un potentiel unique pour impulser la transition vers un modèle de développement économe en ressources. À l'avenir, les villes qui prendront l'initiative d'utiliser les technologies émergentes, telles que l'intelligence artificielle, pour accélérer cette transformation, joueront

un rôle déterminant dans le futur modèle de développement durable mondial.

(1) Les villes sont les zones les plus touchées par la consommation et l'utilisation inefficace des ressources.

Depuis 1960, la population urbaine mondiale est passée d'environ 1 milliard à près de 4,5 milliards d'habitants, affichant une croissance continue et accélérée. À l'inverse, la population rurale, après avoir atteint un plateau, a amorcé un lent déclin au cours de la dernière décennie. En 2008, la population urbaine mondiale a dépassé la population rurale pour la première fois, marquant une étape importante du processus d'urbanisation. Après 2010, la population urbaine a connu une croissance rapide et l'écart entre les populations urbaine et rurale n'a cessé de se creuser. Actuellement, plus de la moitié de la population mondiale vit en zone urbaine et cette proportion devrait atteindre environ les deux tiers d'ici 2050. De manière générale, le monde est entré dans une

Nombres des populations mondiale urbaine et rurale

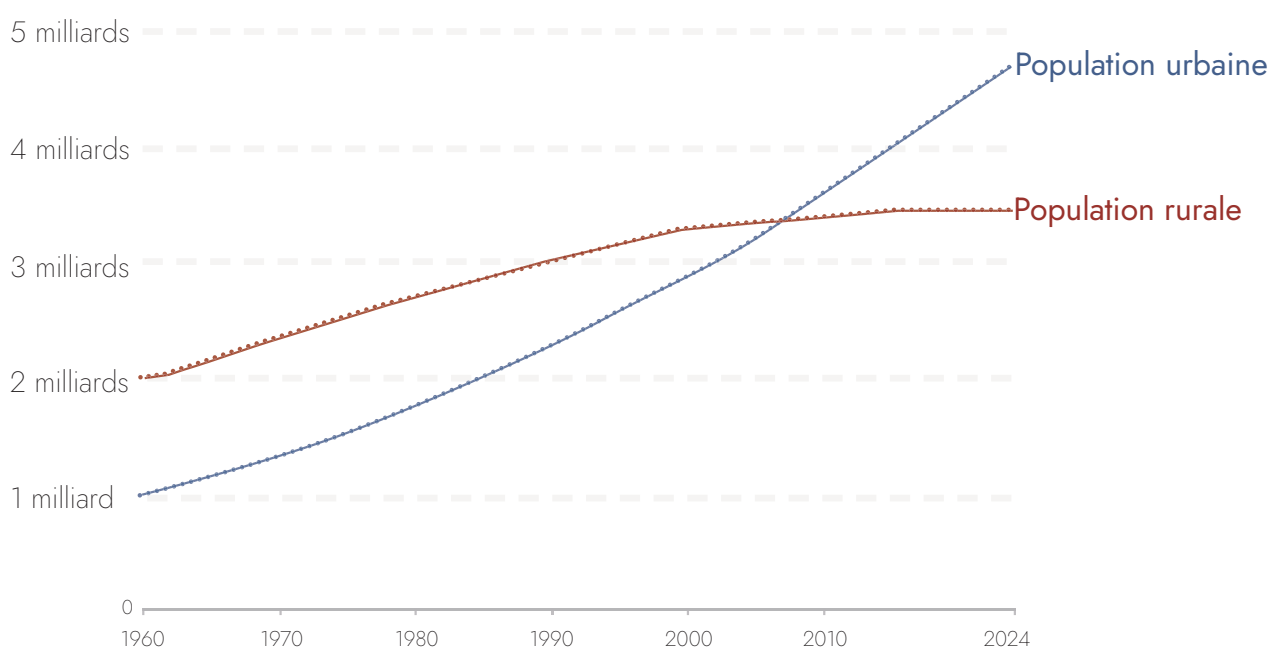


Figure 1-7 : Tendence de l'urbanisation mondiale ^[34]

Source : site d'Internet de Our World in Data



ère dominée par les populations urbaines et l'urbanisation remodèle profondément la répartition de la population, faisant des villes un espace crucial pour relever les défis du développement mondial.

En matière de ressources en eau, la forte concentration de population et d'industries urbaines a engendré une demande en eau dépassant les capacités locales dans de nombreuses régions, contraignant les villes à satisfaire leurs besoins par des transferts d'eau interbassins et une surexploitation des eaux souterraines. Certaines mégapoles sont même devenues de véritables « entonnoirs » de ressources en eau à l'échelle régionale. Par exemple, Mexico et Delhi, parmi d'autres mégapoles, ont connu des problèmes géologiques tels que des affaissements de terrain dus à une surexploitation des eaux souterraines, témoignant de l'énorme pression exercée par la consommation d'eau urbaine sur l'environnement. De plus, l'insuffisance des réseaux d'approvisionnement en eau et la mauvaise gestion entraînent un gaspillage important, accentuant encore la pression sur les ressources. Cette concomitance d'une forte

demande et d'une faible efficacité a fait des villes des « amplificateurs » de la crise mondiale de l'eau.

Les problèmes de circulation et de pollution atmosphérique illustrent également l'impact profond des villes sur l'environnement. La plupart des véhicules à moteur et des activités de circulation dans le monde sont concentrés dans les villes, et les gaz d'échappement des véhicules à combustion font des villes des foyers de pollution atmosphérique. Les données de surveillance de la qualité de l'air, couvrant 117 pays et plus de 6 000 villes, ont montré qu'en 2022, 99 % de la population urbaine mondiale vivait dans des zones où la qualité de l'air dépassait les normes : la concentration de PM2,5 dans ces zones excédait la nouvelle norme fixée par l'Organisation mondiale de la Santé en 2021 (concentration moyenne annuelle inférieure à 5 microgrammes par mètre cube) [34]. La pollution atmosphérique urbaine nuit non seulement à la santé des citoyens, mais affecte également la qualité environnementale des régions et même du monde entier par le biais de la circulation atmosphérique.

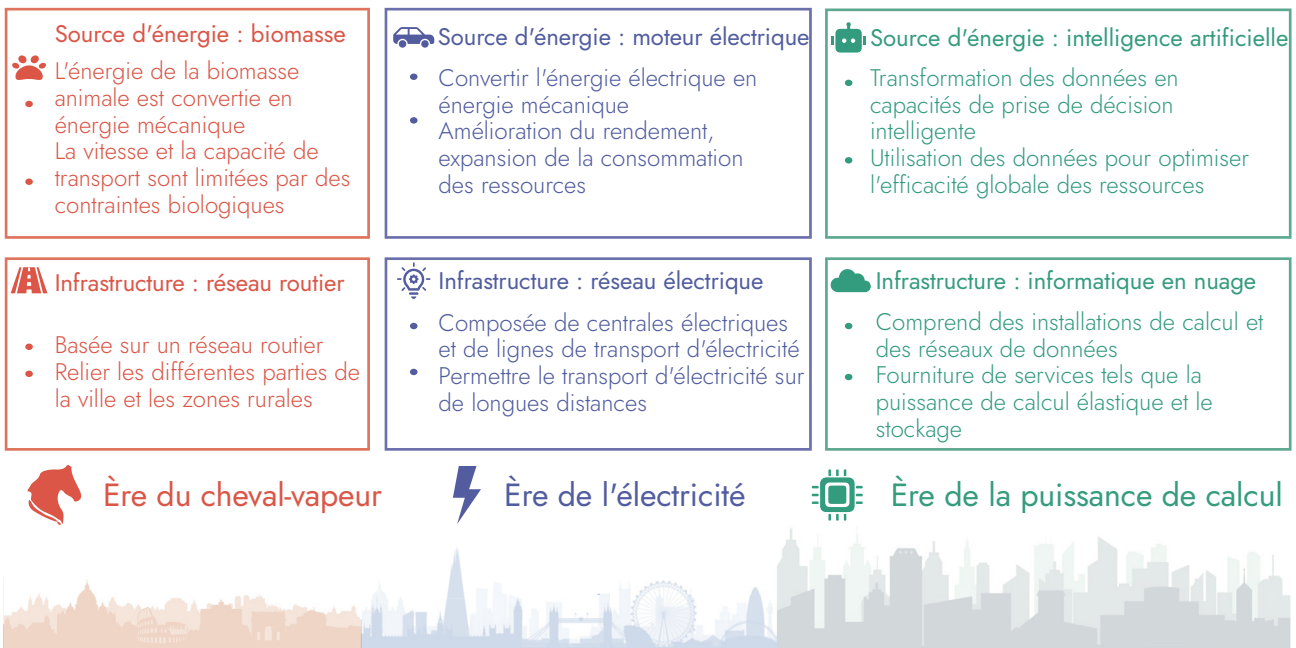


Figure 1-8 : Infrastructures et sources d'énergie pour l'ère du cheval-vapeur, l'ère de l'électricité et l'ère de la puissance de calcul

Source : Illustration réalisée par l'auteur



Plus particulièrement, le modèle de développement urbain actuel a amplifié l'inefficacité de l'utilisation des ressources. Des problèmes tels que la consommation d'énergie, les embouteillages et les déchets de construction sont particulièrement marqués dans les environnements urbains denses. Ceci souligne non seulement l'urgence d'une réforme des modèles de développement urbain, mais jette également les bases permettant aux villes de jouer un rôle moteur dans la transition durable à l'avenir ^[35].

(2) Les villes sont également à l'avant-garde du développement et du changement

Les villes sont aussi le berceau des grandes inventions humaines. Tout au long de l'histoire, chaque révolution de la productivité a eu lieu dans les villes. L'« ère du cheval-vapeur » a été incarnée par la Rome antique, dont les réseaux routiers, hydrauliques et de bâtiments publics illustraient les avantages considérables des premières villes en matière de transport, d'énergie et d'organisation. La première révolution industrielle a débuté à Manchester, en Angleterre ^[36], avec la machine à vapeur et les usines textiles qui ont marqué le début de cette révolution et donné naissance à la société industrielle moderne. La vague d'électrification a été représentée par New York ^[37], dont l'éclairage a inauguré l'« ère de l'électricité » et transformé radicalement la production et les modes de vie. L'éclairage nocturne est l'indicateur global le plus intuitif et le plus unifié pour représenter l'intensité de l'activité humaine, la structure spatiale et l'activité économique des villes. Par exemple, les cartes de répartition de l'éclairage nocturne de l'agglomération du delta du Yangtsé et de Bogota montrent que ces zones débordent de vitalité (Figure 1-9).

À l'« ère de la puissance de calcul », l'intelligence artificielle et les infrastructures numériques remodelent la logique du fonctionnement urbain à une vitesse sans précédent (Figure 1-8). Qu'il s'agisse du bond en avant en matière de cheval-vapeur, d'électricité ou de puissance de calcul, les villes sont toujours à l'avant-garde du progrès technologique et du changement social.

Les villes sont des acteurs clés pour la réalisation des objectifs de développement durable mondiaux (Figure 1-10). Elles représentent plus de 80 % de la production économique mondiale et près de 60 % de la population, et constituent les unités spatiales les plus concentrées en matière d'innovation et de gouvernance ^[39]. Leur flexibilité et leur réactivité leur permettent souvent d'être plus rapides que les États à mettre en œuvre des politiques durables. Nombre d'entre elles ont pris l'initiative d'assumer des responsabilités en matière de réduction des émissions, au-delà des engagements nationaux. Par exemple, le C40, groupe de leadership climatique des villes, rassemble plus de 100 grandes villes du monde entier qui s'engagent conjointement à atteindre la neutralité carbone d'ici le milieu du siècle et à partager



Figure 1-9 : Les villes sont des acteurs clés pour la réalisation des objectifs de développement durable mondiaux / Source : Illustration réalisée par l'auteur



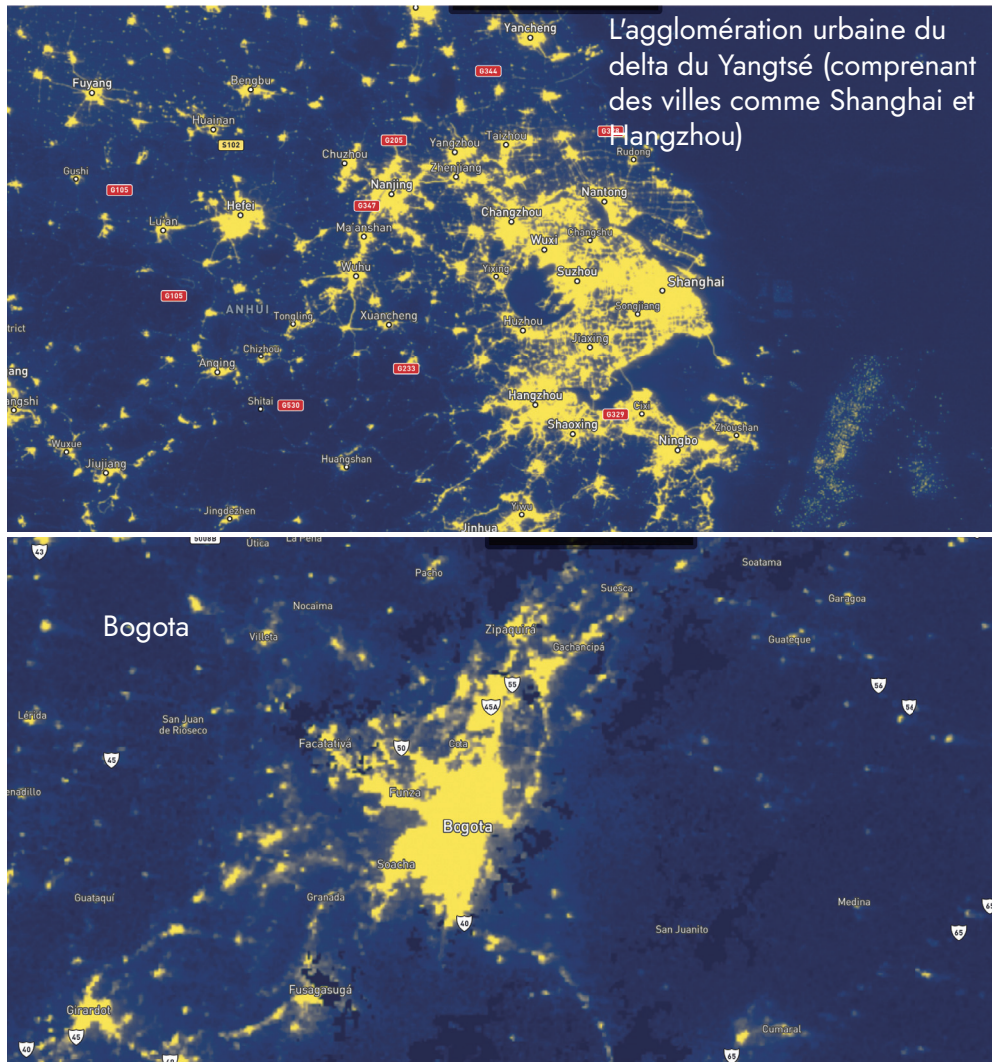


Figure 1-10 : Carte de répartition de l'éclairage nocturne de l'agglomération urbaine du delta du Yangtsé en Chine et de Bogota, en Colombie
 Source : Illustration réalisée par l'auteur à partir des données mensuelles composites de luminance nocturne moyenne du satellite Suomi NPP VIIRS DNB (bande jour/nuit) en août 2025 [38].

leurs meilleures pratiques^[40]. En 2024, plus de 500 villes ont rejoint l'initiative « Objectif zéro » de l'Organisation des Nations Unies, visant à promouvoir les objectifs climatiques mondiaux par des actions locales.

Les villes servent également de terrain d'expérimentation pour l'innovation institutionnelle et la transformation des comportements. Des concepts tels que la « ville du quart d'heure », la « mobilité partagée » et les « transports verts » sont nés d'expérimentations à l'échelle urbaine avant de se diffuser à l'échelle mondiale. Copenhague et Amsterdam ont considérable-

ment réduit leur consommation d'énergie et leurs émissions de carbone liées aux transports en limitant l'usage de la voiture individuelle et en augmentant la part des déplacements domicile-travail à vélo, proposant ainsi des modèles reproductibles pour des transports durables^[41].

Sur le plan humaniste et social, les modes de vie et la conscience citoyenne sont tout aussi essentiels. La forte densité de population, la circulation rapide de l'information et le dynamisme de la société civile font des villes des lieux privilégiés pour la participation citoyenne



à des actions durables. De Earth Hour à la Journée sans voiture, de nombreuses initiatives environnementales mondiales naissent d'actions spontanées de citoyens urbains et se propagent à l'échelle planétaire grâce aux réseaux urbains. L'accroissement de la participation citoyenne et de la conscience sociale constitue le socle social nécessaire à la transformation des marchés et à l'innovation politique.

Le Secrétaire général de l'ONU, António Guterres, a souligné : « C'est dans les villes que se gagnera ou se perdra la bataille pour le climat ^[42]. » Ce constat s'applique non seulement à l'action climatique, mais aussi à l'agenda plus large du développement durable. Les villes ne sont pas seulement le lieu de concentration des risques mondiaux, mais aussi une source d'espoir et de changement. La capacité du monde à inverser la tendance du développement durable dépendra de la capacité des villes à jouer un rôle moteur dans la transformation par l'innovation technologique et la préservation des ressources.

1.2 Villes : de l'expansion des ressources à l'efficacité des ressources

1.2.1 Changement de la philosophie de développement

Tout au long de l'histoire du développement urbain, la civilisation humaine a connu trois grandes étapes, chacune impulsée par des transformations majeures des infrastructures clés. Il y a plus de 2 000 ans, Rome a introduit les routes comme infrastructure, et la société humaine est entrée dans l'« ère du cheval-vapeur », où la taille et le niveau de développement d'une ville pouvaient, pour la première fois, être mesurés en nombre de chevaux. Il y a plus de 130 ans, Edison a introduit le réseau électrique à New York, et la ville est entrée dans l'« ère de l'électricité ». L'électrification a transformé non seulement le visage de la ville, mais a favorisé

également dans l'industrie une vague d'innovations des appareils électriques, des ampoules aux climatiseurs, en passant par les télévisions, les réfrigérateurs, etc. Depuis lors, le niveau économique d'une ville est directement lié à son niveau de consommation d'électricité^[43]. Aujourd'hui, avec la maturité d'Internet, de l'informatique en nuage et de l'intelligence artificielle, les villes amorcent une troisième étape : passer de l'« ère de l'électricité » à l'« ère de la puissance de calcul ». Le développement urbain nécessitait des routes à l'« ère du cheval-vapeur », et des réseaux électriques à l'« ère de l'électricité ». Lorsque les villes deviennent dépendantes de la puissance de calcul, elles ont besoin d'une infrastructure entièrement nouvelle.

De la Rome antique, à l'ère du cheval-vapeur, à New York, à l'ère de l'électricité, les villes ont misé longtemps sur une consommation croissante de ressources pour répondre aux besoins de la population et de la croissance économique, condition essentielle à leur développement urbain. En particulier, la généralisation de l'électricité a entraîné une forte augmentation de la consommation d'énergie, de la production industrielle et de la consommation énergétique des ménages, exerçant une pression considérable sur les ressources naturelles mondiales^[44]. Ces dernières décennies, de nombreuses villes ont adopté un modèle de développement par étalement urbain : elles ont soutenu leur croissance économique en augmentant continuellement l'offre de ressources telles que les terrains, l'énergie et l'eau. Ce modèle d'expansion progressive, qui a jadis permis aux villes de se développer rapidement, n'est plus viable face à la raréfaction des ressources et aux pressions environnementales croissantes.

Avec l'avènement de l'ère de la puissance de calcul, nous prenons conscience, pour la première fois, que les données constituent une ressource essentielle. Les technologies émergentes, telles que l'intelligence artificielle et le big data, permettent aux villes d'optimiser le fonctionnement de systèmes

comme l'énergie, l'eau et les transports, et d'utiliser efficacement les autres ressources urbaines grâce à une exploitation optimale des données. Ceci marque un tournant stratégique pour les villes : elles ne se contentent plus d'exploiter les ressources naturelles, mais recherchent une utilisation efficace de ces ressources. Elles passent ainsi d'une expansion progressive à une optimisation des stocks, c'est-à-dire à la réalisation des objectifs de développement sans modifier la consommation de ressources. À l'ère de la puissance de calcul, l'émergence de nouvelles infrastructures va engendrer une transformation profonde de la philosophie du développement urbain : les villes ne miseront plus sur l'expansion illimitée des ressources naturelles, mais amélioreront l'efficacité de leur utilisation grâce à l'optimisation des données. Elles passeront ainsi d'une logique d'expansion des ressources à une logique de conservation, instaurant une voie de développement urbain durable.

1.2.2 Les ressources de données permettent d'optimiser l'efficacité de l'utilisation des ressources urbaines

Le principe fondamental des villes économes en ressources réside dans l'optimisation systématique et globale de leur utilisation, plutôt que dans une simple réduction passive de la consommation. Ce changement de paradigme découle d'une compréhension approfondie du métabolisme urbain, comme le révèlent les pratiques de gestion de l'eau en Irlande : même dans les pays développés, jusqu'à 25 % de l'eau est « mystérieusement perdue » à cause des fuites dans les canalisations, un chiffre bien supérieur à l'efficacité des efforts d'économie d'eau des habitants. Un véritable développement durable ne se limite pas à la maîtrise de la demande, mais implique l'élimination des maillons inefficaces du système. L'exploitation des données pour optimiser l'utilisation des ressources est essentielle pour atteindre cet objectif.

(1) Bitisation des données : le fondement de la valeur des ressources émergentes

À l'ère de la puissance de calcul, les données subissent une transformation fondamentale, passant d'informations traditionnelles à ressources stratégiques grâce au processus de « bitisation ». Selon la « Loi du bit en ligne »^[44], cette transformation établit trois conditions essentielles à la création de valeur à partir des données : premièrement, chaque bit est sur Internet ; deuxièmement, chaque bit peut circuler librement sur Internet ; troisièmement, tout objet représenté par un bit est calculable sur Internet. Cette loi du bit en ligne est la loi d'efficacité des données : lorsque les bits sont séparés d'Internet et confinés à des disques durs locaux, ils ne peuvent générer de valeur économique ; lorsque les bits ne peuvent pas circuler librement, leur valeur potentielle est fragmentée ; lorsque les bits ne peuvent pas être calculés, les données ne peuvent être transformées en productivité réelle. Ce processus de « bitisation » constitue non seulement une évolution technologique, mais aussi une révolution dans la conception des ressources, jetant les bases indispensables pour que les données deviennent la ressource stratégique centrale, moteur d'un développement urbain durable.

Les villes constituent les plus riches centres de ressources de données. Dans les villes modernes, des capteurs tels que les caméras génèrent quotidiennement des quantités massives de données. Ces données devraient servir à optimiser la circulation, la sécurité et les services publics urbains, mais à l'état binaire, la plupart d'entre elles restent « dormantes » (hors ligne). Cette situation illustre le fait que, bien que les données existent sous forme binaire, elles ne sont pas encore véritablement transformées en une ressource exploitable et dynamique. Par conséquent, l'optimisation des ressources urbaines est limitée par les capacités cognitives humaines, ce qui rend difficile l'obtention d'une optimisation globale.

(2) Tokenisation des données : un bond qualitatif de la valeur des ressources

L'effet d'échelle permis par la combinaison de données, de modèles et de puissance de calcul est essentiel pour réaliser un bond qualitatif en intelligence artificielle. Si l'essor de l'apprentissage profond en 2012 a inauguré l'ère de l'IA, le volume de données, la complexité des modèles et la puissance de calcul n'ont pas encore permis de créer une synergie aussi puissante avant l'introduction de l'architecture Transformer et de la technologie de tokenisation en 2017. Dans les modèles d'IA, les tokens deviennent l'unité de mesure des données, et la tokenisation est le processus de transformation des données en tokens. Les données subissent une transformation qualitative grâce à la tokenisation : elles deviennent structurées, calculables et agréables, directement utilisables dans les modèles d'IA et permettent véritablement le développement d'applications d'IA à grande échelle. La tokenisation n'est pas seulement une méthode de traitement technique, mais aussi un paradigme d'organisation des ressources : elle permet aux données d'intégrer le processus de calcul sous une forme unifiée et efficace, libérant ainsi une valeur exponentielle. Dans le contexte urbain, la tokenisation consiste à transformer des données urbaines dispersées et hétérogènes en unités de ressources pouvant circuler, être traitées et partagées. Le partage ouvert des ressources joue un rôle fondamental dans l'innovation systémique. Grâce à la tokenisation, les données urbaines peuvent circuler efficacement et permettre une informatique collaborative entre les services et les systèmes, dans le respect de la sécurité et de la contrôlabilité, ce qui permet de décloisonner les données et de promouvoir une gouvernance urbaine allant de l'optimisation locale à l'intelligence globale ^[45].

(3) Les ressources en données permettent d'optimiser l'efficacité des ressources urbaines

L'essence de l'utilisation des ressources de données pour optimiser l'efficacité des ressources

urbaines réside dans l'élimination des angles morts cognitifs par la quantification et la reconstruction du système grâce à des mécanismes de partage ouverts.

Les ressources de données permettent d'abord de lever les « angles morts » de la gouvernance urbaine grâce à la quantification. Les villes traditionnelles ont longtemps souffert d'une certaine ambiguïté quant à l'utilisation des ressources et manquent de repères scientifiques pour définir des besoins raisonnables. Par exemple, de quelle quantité d'eau une famille a-t-elle besoin ? Il n'existe pas de repères scientifiques permettant de définir des besoins raisonnables. Grâce à la bitisation et à la tokenisation intégrale des données relatives aux différentes ressources urbaines, les villes peuvent mettre en place un système de surveillance complet, de la source à l'utilisateur final. Le système Cerveau de la ville de Hangzhou a permis de découvrir, grâce à des données en temps réel, que dans une ville comptant 3 millions de véhicules à moteur, seuls 300 000 véhicules environ étaient réellement à l'origine des embouteillages aux heures de pointe ^[46]. Cette nouvelle perspective, qui passe du parc de véhicules au nombre de véhicules sur la route, a complètement transformé notre compréhension des règles fondamentales de fonctionnement urbain et a également fourni un objectif précis pour l'optimisation des ressources.

Une optimisation plus poussée résulte du partage de données ouvertes et de la reconstruction du système à partir des ressources de données. « Aujourd'hui, l'ouverture des pondérations des modèles équivaut à l'ouverture des ressources de données et de calcul ^[45]. » Ce mécanisme favorise la circulation des données par tokenisation entre les différents services urbains dans un contexte de sécurité, partage la puissance de calcul et les modèles selon des normes unifiées, évite la duplication des ressources et permet ainsi un gain d'efficacité global du système de ressources urbaines.

1.2.3 Transformation des modèles de développement urbain et nouvelle civilisation urbaine

L'optimisation de l'efficacité des ressources urbaines par les données propulse la civilisation urbaine humaine de l'ère de l'électrification, fondée sur l'électricité, à l'ère de l'intelligence, centrée sur la puissance de calcul. Lorsque la loi du bit en ligne sera systématiquement mise en œuvre grâce à l'infrastructure numérique urbaine, la circulation des ressources dans la ville – chaque parcelle de terrain, chaque kilowattheure d'électricité et chaque goutte d'eau – sera détectée, mesurée et optimisée grâce aux données. Cette transformation se traduit concrètement par une triple avancée majeure du modèle de gouvernance, du modèle de service et du modèle de développement ^[43].

Tout d'abord, une avancée majeure dans les modèles de gouvernance urbaine : le passage d'une prise de décision fondée sur l'expérience à des approches basées sur les données. La gouvernance urbaine connaît une transformation profonde, passant d'une réaction passive à une prédiction proactive, et d'une gestion extensive à une mise en œuvre précise des politiques.

Deuxièmement, une avancée majeure dans les modèles de services urbains : du recours à une offre extensive à une adéquation précise. Les données commencent à apporter une valeur ajoutée plus directe à la société, permettant de résoudre des problèmes de développement urbain qui ne peuvent être résolus, aujourd'hui, par la seule intelligence humaine. Lorsque les services publics urbains deviendront un droit fondamental, au même titre que l'électricité, et atteindront un maximum de bénéfices sociaux avec une consommation minimale de ressources, la préservation des ressources et l'amélioration des conditions de vie ne seront plus un jeu à somme nulle, mais un nouveau paradigme de progrès synergique.

Troisièmement, une avancée majeure dans les modèles de développement urbain : du recours à la consommation de ressources à une croissance tirée par la puissance de calcul. Les ressources de données urbaines ouvertes peuvent être comparées « au pétrole et aux semi-conducteurs de la nouvelle ère », constituant des éléments clés pour la modernisation industrielle et le développement innovant des villes. L'économie numérique présente des caractéristiques distinctes : si le développement économique urbain est de plus en plus corrélé à la consommation d'électricité, il est également de plus en plus lié à la consommation de puissance de calcul. Cela signifie qu'une nouvelle économie numérique remplace progressivement l'ancienne économie pétrolière, ouvrant ainsi des perspectives inédites pour un développement urbain durable.

Les villes doivent planifier leurs ressources en données à l'instar des ressources foncières, valoriser le traitement des données urbaines comme la gestion des déchets et planifier leur approvisionnement en puissance de calcul comme celui en électricité. Lorsque ces transformations seront pleinement mises en œuvre, les villes accompliront un véritable bond civilisationnel, passant de l'« ère de l'électricité » à l'« ère de la puissance de calcul », et la croissance économique ne s'accompagnera plus d'une forte consommation de ressources ^[43]. Ce concept fait désormais consensus à l'échelle mondiale. L'initiative « Villes efficaces en ressources » du Programme de l'Organisation des Nations Unies pour l'environnement ^[47] préconise systématiquement que les villes dissocient la croissance économique de la consommation de ressources et minimisent cette dernière ainsi que les émissions polluantes par unité de PIB.

Bien sûr, la transformation des villes en villes économes en ressources ne se limite pas à un enjeu technique ; elle implique également des changements de comportements et de modes de vie. La forte densité de population et la circulation rapide de l'information font des villes des

terrains d'expérimentation privilégiés pour les modes de vie durables. Des pratiques telles que le tourisme durable, l'économie collaborative, les communautés à faible émission de carbone et les logements économes en énergie sont souvent promues en premier lieu dans les villes, favorisant ainsi l'adhésion du public grâce à l'éducation et à la participation citoyenne. Cette participation accrue des citoyens contribue non seulement à l'écologisation des marchés, mais alimente également les politiques publiques, permettant ainsi une double optimisation de la préservation des ressources et de la culture sociale. Cependant, toutes ces transformations restent indissociables du soutien des infrastructures urbaines. À l'ère du calcul numérique, où les données deviennent de nouvelles ressources pour le développement urbain, l'efficacité des infrastructures existantes peut être considérablement améliorée grâce aux données, produisant un effet comparable à celui de l'accroissement des ressources naturelles. La civilisation urbaine humaine s'orientera alors véritablement vers un avenir durable, fondé sur la préservation des ressources, le respect de l'environnement et la prospérité économique. En ce sens, les nouvelles infrastructures numériques seront comparables

aux routes de l'époque romaine et aux réseaux électriques de l'ère de l'électricité, jetant les bases d'un développement urbain durable rendu possible par les données ^[48].

1.3 Cerveau de la ville et développement urbain durable

1.3.1 De l'électrification à la numérisation

Les profonds bouleversements structurels survenus dans le monde au début du XX^e siècle ont découlé d'une technologie fondamentale saluée par l'Académie nationale d'Ingénierie des États-Unis comme « la plus grande réalisation de l'ingénierie du XX^e siècle » : l'électrification. Celle-ci a été non seulement un projet d'ingénierie majeur, mais aussi la technologie fondatrice de la civilisation moderne. Presque tous les systèmes technologiques et les formes industrielles modernes, notamment les communications, l'informatique, les transports, la production manufacturière et la médecine, ont été bâtis grâce à l'électrification (Figure 1-11). Par conséquent, l'électrification a largement influencé



Figure 1-11 : Les 20 plus grandes réalisations de l'ingénierie du XX^e siècle
Source : Académie nationale d'Ingénierie des États-Unis



la direction et le rythme du développement des pays du XX^e siècle, remodelant leurs modes de production, d'organisation et de gouvernance.

De ce point de vue, la numérisation et l'intelligence artificielle actuelles sont comparables à l'électrification d'il y a un siècle. Les villes du XX^e siècle ont été profondément transformées par l'électrification, tandis que celles du XXI^e siècle le seront probablement par la numérisation et l'intelligence artificielle. L'interaction « intelligence artificielle + ville » s'inscrit dans le contexte historique d'une révolution technologique sans précédent, une transformation structurelle comparable à l'électrification. Elle ne se limite pas à une évolution technologique au niveau industriel, mais va aussi remodeler en profondeur le fonctionnement des systèmes urbains, induisant une nouvelle transformation fondamentale.

1.3.2 Question du Cerveau de la ville

Les problèmes urbains tels que les embouteillages et la pénurie d'eau constituent des défis mondiaux pour lesquels aucune solution idéale n'a encore été trouvée. Le développement des villes intelligentes, autrefois très attendu, s'est rapidement heurté à un biais technologique, une intégration globale insuffisante et une faible durabilité. Dans ce contexte, le concept de « Cerveau de la ville » a émergé à Hangzhou, en Chine. Il marque un tournant, passant de l'expansion des ressources à leur conservation, en utilisant les données pour optimiser leur utilisation et en explorant un paradigme de développement urbain entièrement nouveau.

En 2016, en amont du sommet du G20, Hangzhou a décidé de s'attaquer systématiquement à ses problèmes urbains, en commençant par les embouteillages. À cette époque, WANG Jian, membre de l'Académie chinoise d'Ingénierie, a proposé pour la première fois à Hangzhou le concept de « Cerveau de la ville », posant la question cruciale : « 10 % des ressources

urbaines existantes peuvent-elles soutenir le développement durable et de qualité de la ville ? » Il a soutenu qu'une véritable transformation urbaine devait reposer sur une vision holistique de la ville, appréhendée comme un « organisme vivant complet », nécessitant le développement d'un cerveau – un cerveau que seul un organisme vivant complet pouvait posséder. La fonction principale de ce « cerveau » est la coordination, élément essentiel d'une gouvernance efficace ; une action organique et holistique est la plus efficiente en termes de ressources. Ainsi, le « Cerveau de la ville » est une infrastructure numérique qui coordonne le fonctionnement efficace des différents services et systèmes, au lieu de se contenter de résoudre des problèmes locaux et interdépartementaux. WANG Jian a été recruté comme « Architecte en chef du Cerveau de la ville de Hangzhou ». Avec le soutien de la ville de Hangzhou, plus d'une douzaine d'entreprises de diverses régions ont commencé à explorer et à mettre en pratique le concept de « Cerveau de la ville » en tant que bénévoles, ce qui constitue également une forme d'innovation de mécanisme. L'équipe de co-construction, composée de représentants du gouvernement, des entreprises et de la société civile, prend pour point de départ la construction du scénario du Cerveau de la ville, effectue un calcul global et en temps réel des données de l'ensemble de la ville, alloue dynamiquement les ressources publiques et transforme finalement ces données en une ressource essentielle pour la gouvernance et le développement urbains^[49].

L'émergence du concept de « ville intelligente » est largement due à une réflexion sur les problèmes liés à la construction des villes intelligentes, visant à résoudre le problème persistant du « traitement des symptômes plutôt que des causes profondes » dans les villes intelligentes traditionnelles. Le concept de ville intelligente a émergé au début du XXI^e siècle avec les progrès des technologies de l'information et de la communication (TIC)^[50]. Dans les premières phases du développement des « villes intelligentes 1,0 »,

la technologie était le principal moteur : les grands fabricants ont piloté le déploiement de capteurs et de réseaux au niveau des infrastructures pour assurer la collecte de données et la gestion de l'information de base, mais ont négligé souvent les besoins des citoyens et la coordination entre les différentes entités de la ville^[51]. Au début du XXI^e siècle, certains pays ont envisagé la construction de « villes numériques » et l'optimisation de la signalisation routière et de la distribution d'énergie grâce à un système de contrôle centralisé (comme Songdo en Corée du Sud et Masdar City dans le nouvel Abou Dhabi). Vers 2010, l'avènement des villes intelligentes 2,0 a mis l'accent sur la participation citoyenne et l'ouverture des données, et de nombreuses villes traditionnelles ont lancé des projets de transformation intelligente. Cependant, ces villes intelligentes traditionnelles ont révélé de nombreuses limites dans la pratique^[52].

(1) Axé sur la technologie, déconnecté des besoins humains

Les projets étaient souvent menés par des entreprises technologiques, qui ont privilégié excessivement les réseaux de capteurs et la collecte de données. Ils se sont contentés de quantifier et d'algorithmiser les activités urbaines, sans se soucier des besoins et des expériences réelles des citoyens. Il en résulte des applications peu pratiques qui nuisent à l'amélioration de la qualité de vie.

(2) Insuffisance de globalité et d'inclusivité

La plupart des applications intelligentes se sont adressées principalement à des groupes spécifiques ou à des secteurs particuliers, tandis que les populations urbaines vulnérables étaient marginalisées faute d'accès aux services numériques. La plupart des projets se sont concentrés dans les villes développées et les nouvelles zones urbaines, avec peu d'implantations dans les zones sous-développées et les vieux quartiers, ce qui compromet l'inclusion sociale.

(3) Investissements élevés, faible durabilité

Les premières constructions de villes intelligentes étaient axées sur la technologie, reposant sur des réseaux de capteurs à grande échelle, une infrastructure informatique et des systèmes de gestion centralisés, et privilégiant l'amélioration de l'efficacité locale. Cependant, ce modèle présente des problèmes tels que des coûts élevés, un important gaspillage d'investissements et une utilisation inefficace des ressources, et contribue de manière limitée au développement durable^{[53][54]}.

Les causes profondes de ces problèmes étaient doubles. Premièrement, les villes intelligentes traditionnelles peinaient à appréhender la nature et la fonction de la « ville » en tant qu'espace de vie et de développement humain, et ont adopté généralement une approche purement technique : elles la considéraient comme un dispositif physique, un objet d'application des technologies numériques et intelligentes. Deuxièmement, la ville était insuffisamment appréhendée comme un tout, ou comme un système, et son développement durable n'était pas envisagé sous l'angle de la préservation et de l'efficacité des ressources. Auparavant, on pensait généralement que la résolution des problèmes de congestion urbaine ne pouvait se faire qu'en mesurant le « parc de véhicules ». Or, il est essentiel de comprendre le « nombre de véhicules sur la route ». Le « parc de véhicules » désigne le nombre total de véhicules officiellement immatriculés dans une ville – une notion statique, basée sur un parc existant. Le « nombre de véhicules sur la route », quant à lui, désigne le nombre de véhicules circulant effectivement sur le réseau routier à un instant précis – une notion dynamique, basée sur les flux. Par essence, le premier se concentre sur le nombre total statique (le nombre de voitures), tandis que le second met l'accent sur les données dynamiques en temps réel (le nombre de voitures actuellement sur la route). Concernant les sources de données, le premier provient des informations d'immatriculation fournies par

les services de gestion des véhicules, tandis que le second provient des données en temps réel issues du système de capteurs de la ville (caméras, capteurs géomagnétiques, GPS, etc.). Le premier se concentre sur l'ampleur du parc automobile de la ville, tandis que le second se concentre sur l'état et l'efficacité immédiats de la circulation. Pour la première fois, le système de Cerveau de la ville de Hangzhou a comptabilisé avec précision le nombre de véhicules circulant sur les routes de Hangzhou. Lorsque Hangzhou comptait environ 3 millions de véhicules, le projet « Cerveau de la ville », après avoir évalué le trafic, a constaté avec surprise que même aux heures de pointe, seuls 300 000 véhicules circulaient réellement, soit à peine 10 %. Les ressources urbaines nécessaires pour gérer 300 000 véhicules étaient totalement différentes de celles requises pour en gérer 3 millions. Par la suite, lors de la mise en place de « Cerveau de la ville » dans plusieurs villes, il a été constaté à plusieurs reprises que le taux de circulation par rapport au nombre total de véhicules n'était que de 10 % (Figure 1-12). Ce contraste saisissant met en lumière le gaspillage et l'inefficacité systémique engendrés par les méthodes traditionnelles d'allocation extensive des ressources, et confirme la valeur pertinente de la question du « Cerveau de la ville ».

Lancée à Hangzhou en 2016, la pratique du Cerveau de la ville s'est étendue de manière

inattendue et rapide à des villes de toutes tailles à travers la Chine, redéfinissant la logique du développement et du fonctionnement urbains, résolvant le problème de la surconsommation des ressources urbaines et promouvant systématiquement le développement durable grâce à une allocation optimale de ces ressources ^[55] ^[56]. Elle repose sur quatre concepts fondamentaux :

(1) Axé sur l'humain

Les scénarios du système « Cerveau de la ville » sont étroitement liés aux besoins des résidents, avec pour objectif principal d'améliorer leur bien-être et leur confort. Par exemple, à Hangzhou, ce système a permis d'améliorer l'efficacité des interventions médicales d'urgence en priorisant le passage des ambulances, et son système de stationnement sans barrière propose pour la première fois en Chine « Paiement après sortie », facilitant ainsi les déplacements des citoyens ^[57].

(2) Vision holistique

Le concept de « Cerveau de la ville » hérite et approfondit la notion de vision systémique holistique, en mettant l'accent sur le passage de l'optimisation locale à l'optimisation systémique, permettant ainsi aux villes d'optimiser l'allocation des ressources comme un tout organique pour la première fois.

(3) Efficacité des ressources

	Parc de véhicules (million)	Nombre de véhicules sur la route aux heures de pointe (million)	Longueur du réseau routier (km)	Intersection/feu tricolore	Nombre total de sections de route
Ville A	3	0,3	3057	3819 (2864)	5462
Ville B	1,18	0,12	1289	2067 (1004)	3041

Figure 1-12 : En 2020, le volume de trafic aux heures de pointe dans deux villes chinoises représentatives n'occupait que 10 % du parc automobile réel
Source : Illustration réalisée par l'auteur

La question du « Cerveau de la ville » est fondamentalement une question de ressources. La condition préalable à la construction d'une société économe en ressources est la mise en place d'un système cognitif précis pour la gestion des flux de ressources^[58]. Le « Cerveau de la ville » vise à améliorer l'efficacité opérationnelle avec un minimum de ressources, en économisant ces dernières grâce au calcul. Par exemple, il réduit la fuite inutile des réseaux d'approvisionnement en eau, permettant ainsi d'économiser des ressources hydriques ; il diminue également les embouteillages, voire supprime la nécessité d'imposer « des restrictions de circulation ». À titre d'exemple, le modèle de « Aucune restriction de la circulation urbaine » de Nanchang a considérablement amélioré l'expérience de déplacement des citoyens sans nécessiter la construction de nouvelles routes^[60].

(4) Développement durable

Le concept de « Cerveau de la ville » améliore l'efficacité de l'utilisation des ressources grâce à la réutilisation des données et à une régulation intelligente. La clé réside dans la capacité de la ville à optimiser son efficacité fonctionnelle sans augmenter sa consommation de ressources physiques. L'épuisement des ressources entraîne l'insoutenabilité des villes ; pour atteindre les objectifs de « double bilan carbone » et parvenir à un développement urbain durable grâce à une utilisation rationnelle des ressources, le concept de « Cerveau de la ville » pourrait constituer une solution essentielle.

1.3.3 L'intelligence urbaine induit directement un changement de paradigme du développement urbain

De la numérisation à l'intelligence artificielle, l'intelligence artificielle transforme notre monde. La numérisation en est le fondement, accumulant les données, tandis que l'intelligence artificielle représente l'étape avancée, révélant la valeur de ces données grâce aux technologies informa-

tiques et d'intelligence artificielle. L'intelligence artificielle n'est pas seulement une révolution des outils, mais aussi un vecteur de révolution scientifique^[61]. Avec le mécanisme clé de l'« Intelligence artificielle + », toute logique de développement a connu des bouleversements profonds. Les villes en sont un excellent exemple. Elles évoluent vers une intelligence urbaine en utilisant l'intelligence artificielle selon leurs propres lois de développement. Les villes, en tant que telles, possèdent leur propre mécanisme de fonctionnement, au lieu de simplement subir l'imposition d'idées subjectives humaines^[62]. Autrement dit, l'intelligence urbaine n'est pas la réalisation technologique de l'intelligence humaine au sein de la ville, mais un système organique doté de sa propre sagesse. Le fondement logique du développement urbain s'en trouve ainsi transformé.

Le Cerveau de la ville est une infrastructure moderne qui intègre les capacités de gouvernance au sein du système de gouvernance urbaine, l'intelligence urbaine servant de support technologique. Intégrant profondément données, modèles et puissance de calcul, l'intelligence urbaine permet une perception globale de la ville, une analyse en temps réel et une prise de décision holistique. Elle remodelera la base de ressources, la logique de gouvernance et les objectifs de développement de la ville, transformant systématiquement le paradigme du développement urbain et permettant d'atteindre l'objectif d'une ville économe en ressources. Son essence repose sur trois avancées majeures : le moteur du développement urbain passe de la dépendance à la terre et à l'énergie à celle aux données et à la puissance de calcul, rendant les opérations urbaines mesurables et optimisables ; la méthodologie de gouvernance évolue d'« applications technologiques » fragmentées vers une intelligence collaborative à l'échelle de la ville, permettant une allocation systématique des ressources ; et l'objectif de valeur passe de la poursuite de l'expansion à la recherche de l'optimisation des ressources et du bien-être humain. Malgré les fortes contraintes liées aux limites des ressources urbaines, elle

évolue vers une civilisation numérique fondée sur la confiance et l'efficacité – une forme urbaine entièrement nouvelle.

Le passage de l'« expansion » antérieure des ressources à la « révolution de l'efficacité » des ressources signifie que le mécanisme de fonctionnement de la ville intelligente consiste à réaliser une amélioration systématique de la qualité et de l'efficacité en « remplaçant la consommation de nouvelles ressources naturelles par l'amélioration de l'efficacité apportée par les données »^[63]. Les systèmes « Un réseau pour une gestion unifiée » de Shanghai et « Cerveau de la ville » de Hangzhou ont considérablement amélioré l'efficacité de l'allocation des services publics grâce à l'intégration des données et à la collaboration interdépartementale. Les données ouvertes sur le trafic de Paris^[64], la plateforme de données ouvertes de New York et le projet Green Light de Seattle^[65] exploitent tous les technologies de données et d'intelligence artificielle pour optimiser les opérations urbaines. Le projet de Seattle utilise l'intelligence artificielle pour analyser les données de trafic, ce qui pourrait réduire le stationnement d'environ 30 % et les émissions de CO₂ d'environ 10 %, transformant ainsi directement les informations issues des données en économies de carburant et en temps^[65]. Une étude publiée dans Nature Communications (Figure 1-13) montre que les systèmes de contrôle intelligent des feux de circulation basés sur les données ont réduit le temps de trajet aux heures de pointe de 11 % dans les 100 villes les plus congestionnées de Chine, ce qui représente un bénéfice social équivalent à une réduction des émissions de carbone pouvant atteindre 31,73 millions de tonnes par an^[66].

Les stratégies des organisations internationales mondiales confirment également cette tendance. Par exemple, le Groupe sur l'observation de la Terre (GEO) a recentré sa stratégie sur l'intelligence géospatiale^[67], transformant les données environnementales mondiales de haute précision en intelligence exploitable pour soutenir

l'adaptation urbaine au changement climatique et les décisions d'investissement durable. Entre autres, le Service mondial de résilience aux hautes températures du GEO vise à fournir des solutions intelligentes et concrètes aux villes à revenu faible et intermédiaire qui manquent de données locales fiables^[68]. Le C40, groupe de leadership climatique des villes, utilise des données en temps réel pour orienter les pratiques de réduction des émissions urbaines et de résilience aux catastrophes^[69]. Ces évolutions stratégiques sont parfaitement cohérentes avec le concept d'intelligence urbaine du « Cerveau de la ville ».

L'idée de l'« intelligence urbaine » symbolise le passage d'une gouvernance urbaine fondée sur une expérience vague et des estimations globales à une reconstruction paradigmatique basée sur des données précises. Son objectif ultime est en accord avec la quête fondamentale de la civilisation humaine. « Une ville centrée sur l'humain et dotée des compétences numériques est la clé d'une intelligence urbaine qui mène à une ville heureuse »^[70]. Cela signifie que la technologie doit servir à améliorer le bien-être des citoyens et l'équité sociale. Ce concept s'étend à la vision d'une prospérité partagée, c'est-à-dire la construction d'une structure sociale durable et rationnelle, axée sur le développement continu des compétences des individus. L'idée que « la ville n'aura besoin que de 10% de ses ressources initiales pour satisfaire ses besoins » est l'expression technique de cet objectif. Elle dépeint un avenir durable où la consommation matérielle est fortement réduite grâce à l'« intelligence urbaine », tandis que le bien-être humain et la prospérité de la civilisation continuent de progresser.

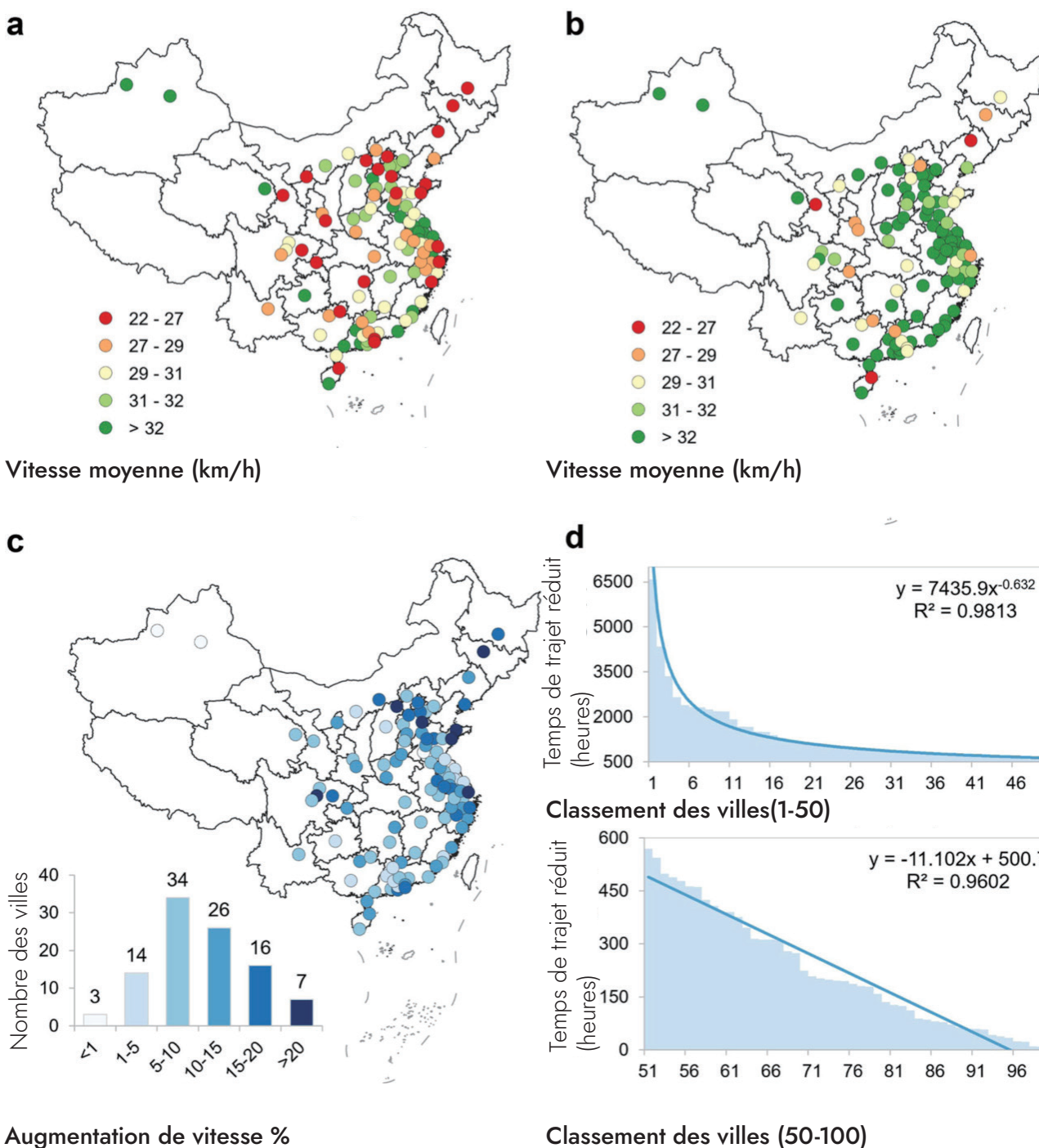


Figure 1-13: L'optimisation de systèmes de contrôle intelligent des feux de circulation dans les villes peut considérablement atténuer les embouteillages et réduire les émissions de carbone liées aux transports
 Source : Illustration réalisée par l'auteur





Cerveau de la ville : Intelligence urbaine et IA + Ville



Chapitre 2 Cerveau de la ville : intelligence urbaine et IA + Ville

02



Tout en engendrant une croissance fulgurante, l'urbanisation chinoise se heurte à de sérieux défis, tels que la surconsommation des ressources et l'inefficacité systémique. Guidée par la stratégie selon laquelle « bâtir une société économe en ressources est une révolution sociale », l'approche « Intelligence artificielle + Ville », fondée sur une vision holistique des villes, conduit à l'émergence de l'« Intelligence urbaine » en Chine. Les solutions d'intelligence urbaine, explorées à travers le concept et le système du « Cerveau de la ville », sont devenues un outil essentiel pour promouvoir un développement urbain durable.

La réalisation de l'intelligence urbaine repose sur une architecture technologique collaborative, dont le cœur est l'intégration des données, des modèles et de la puissance de calcul. Les données constituent la ressource essentielle, les modèles le moteur intelligent et la puissance de calcul la garantie fondamentale. Un moteur de l'intelligence urbaine déployé pour la gouvernance urbaine intègre des modèles de perception physique, sociale et d'inférence dynamique, ainsi que des modèles de connaissances urbaines, au sein d'un modèle urbain de base. Ce dernier possède ainsi des capacités générales cognitives et de raisonnement applicables à différents scénarios. En 2025, Hangzhou est devenue une ville pionnière en matière de modèles de base d'intelligence artificielle open source. Dans le cadre de la construction de l'intelligence urbaine, l'ouverture des données, des modèles et de la puissance de calcul est celle des ressources innovantes pour le développement urbain, constituant ainsi un mécanisme d'innovation majeur pour le développement collaboratif entre les villes.

L'approche « IA + Ville », illustrée par le concept de « Cerveau de la Ville », s'est progressivement étendue du secteur des transports à de multiples domaines tels que l'environnement, la gestion de l'énergie, la santé et l'éducation, pour former une pratique globale à l'échelle de la ville. Des scénarios représentatifs du « Cerveau de la Ville », comme « Un seul parking pour toute la ville », « Qinqing en ligne », « Une heure de plus pour le tourisme » et « Cerveau du campus », démontrent une couverture plus large, de l'application au scénario, et du scénario à la vision d'ensemble. Ce processus a engendré un profond changement de paradigme dans la gouvernance : sur le plan cognitif, d'une expérience subjective à une prise de décision scientifique fondée sur les données ; sur le plan méthodologique, en abolissant les cloisonnements interdépartementaux et en adoptant une vision holistique de la ville comme entité vivante et organique ; et en termes de valeurs, en revenant d'une approche de contrôle axée sur la technologie à une approche de service centrée sur l'humain. Son importance fondamentale réside dans la reconstruction de la confiance et la construction d'une nouvelle civilisation urbaine grâce à une transformation intelligente.



2. 1 Défis au développement durable des villes chinoises

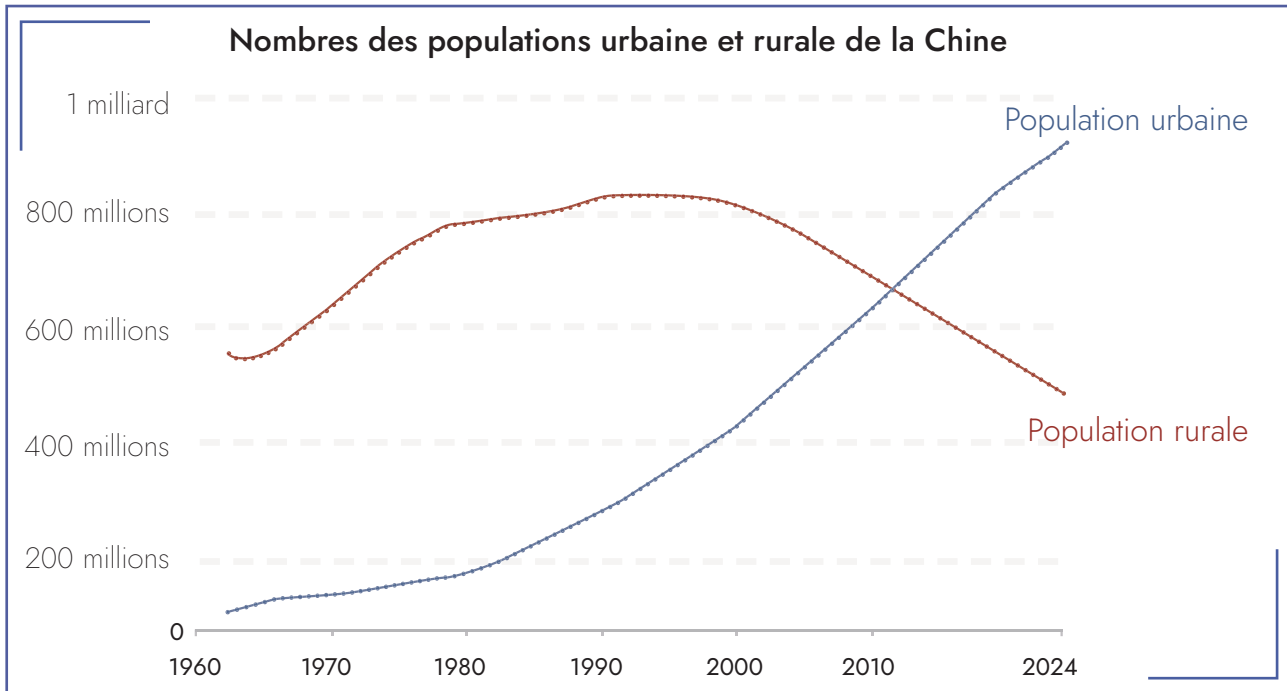


Figure 2-1 : Évolution des nombres des populations urbaine et rurale de la Chine

Source : site d'Internet de Our World in Data

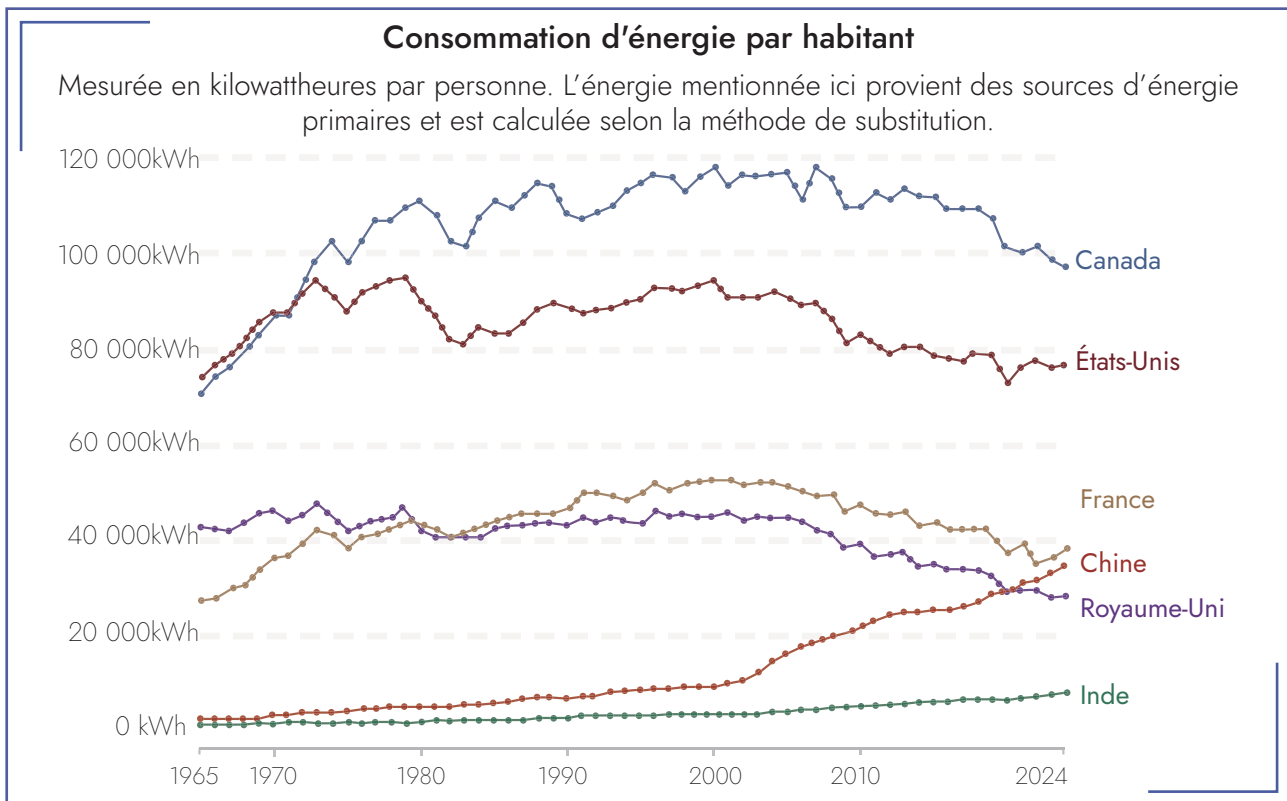


Figure 2-2 : Comparaison de la consommation d'énergie par habitant entre la Chine et des pays comme le Canada et les États-Unis / Source : site d'Internet de Our World in Data



2.1.1 Goulets d'étranglement des ressources dans un contexte d'urbanisation accélérée

Au cours des dernières décennies, l'urbanisation de la Chine s'est accélérée, entraînant une forte croissance de sa population et de son échelle physique (Figure 2-1). Selon les prévisions du Département des affaires économiques et sociales de l'organisation des Nations Unies, la Chine devrait accueillir environ 255 millions de citoyens supplémentaires entre 2018 et 2050 (la plaçant au deuxième rang mondial, après l'Inde^[71]). Les statistiques annuelles du Bureau national des statistiques chinois indiquent également qu'à la fin de 2024, le nombre de résidents urbains permanents en Chine a atteint 944 millions, et que la demande absolue en ressources devrait continuer de croître significativement^[72].

D'après les statistiques de « Our World in Data », bien que la consommation d'énergie par habitant en Chine soit inférieure à celle des principaux pays développés, l'écart se réduit rapidement (Figure 2-2)^[73]. Si les grandes villes chinoises continuaient de se rapprocher du niveau des pays développés en matière de mode de vie (possession de voitures particulières, consommation d'énergie liée à la climatisation, popularité des appareils électroménagers, etc.), cela exercerait une pression considérable sur les infrastructures, notamment l'aménagement du territoire, l'énergie et les transports.

En Chine, l'inefficacité systémique des infrastructures est plus marquée que la moyenne mondiale dans plusieurs domaines clés : le niveau d'eau non facturée (ENF) dans les réseaux d'adduction d'eau urbains est un indicateur important de l'efficacité de la gestion. Un rapport de la Banque mondiale montre que le niveau

Les 20 villes chinoises les plus touchées par le retard aux intersections à feux aux heures de pointe du matin et du soir

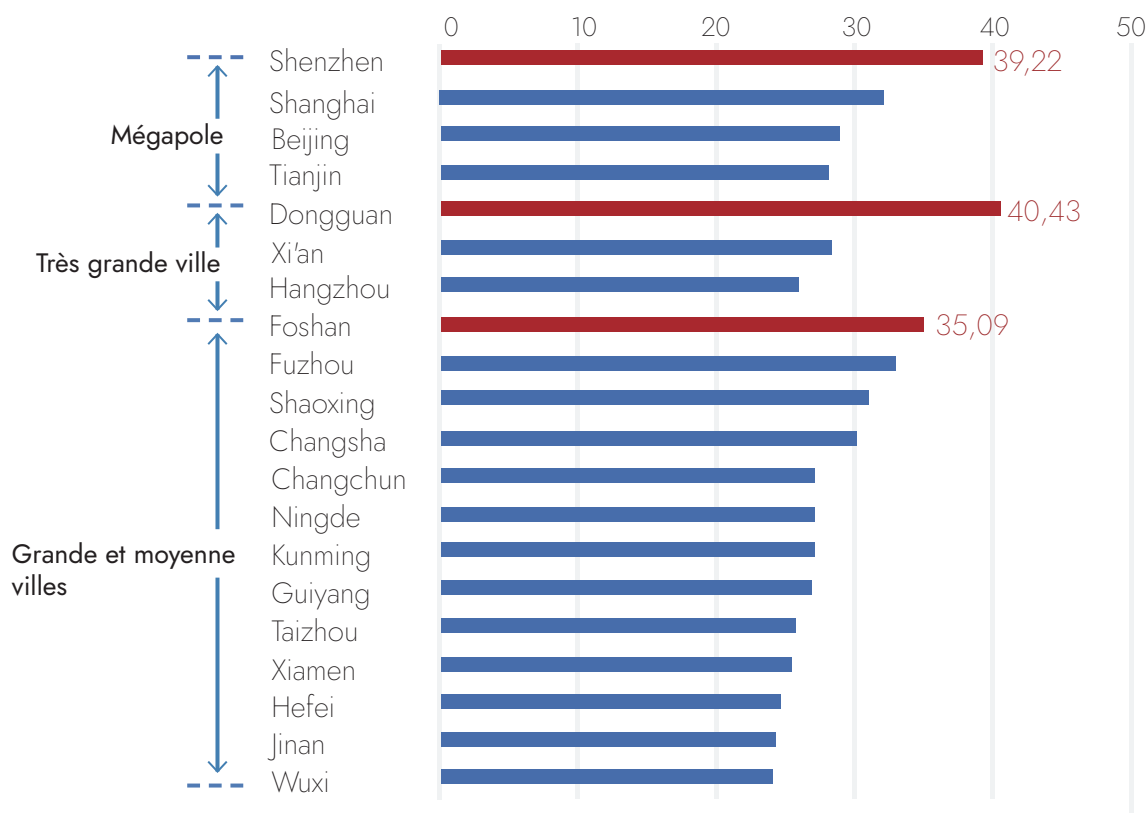


Figure 2-3: : Retard moyen aux intersections à feu dans les principales villes chinoises aux heures de pointe du matin et du soir en 2024 / Source : Rapport sur l'efficacité des intersections routières urbaines en Chine



d'ENF de certaines villes chinoises se situe dans la moyenne des pays en développement, avec des millions de mètres cubes d'eau non facturés quotidiennement en raison de fuites dans les canalisations ou d'une facturation inadéquate, ce qui entraîne un gaspillage d'eau important et une inefficacité de la gestion. En revanche, les niveaux d'ENF des grandes villes européennes et du Japon sont nettement inférieurs à ceux des villes des pays en développement, ce qui indique qu'ils bénéficient de niveaux plus élevés de gestion des canalisations, de contrôle des fuites et de modernisation des infrastructures ^[74].

En matière de transport, depuis le début du XXI^e siècle, la voiture particulière s'est massivement achetée par les foyers chinois, saturant les routes urbaines et faisant des embouteillages un problème national. Malgré l'augmentation constante des travaux d'infrastructure à travers le pays, cette expansion urbaine galopante a également engendré de nouveaux problèmes: le développement urbain rapide empiète sur les terres arables, réduit les espaces verts, amoindrit les barrières écologiques autour des villes et exacerbe les conflits liés aux ressources et à l'environnement. De nombreuses grandes villes ont été contraintes de mettre en œuvre des mesures telles que la restriction de la circulation des véhicules en fonction de leur numéro d'immatriculation et l'organisation de tirages au sort pour l'achat de véhicules afin de désengorger les routes aux heures de pointe et de réduire la pollution. Fin septembre 2025, la Chine comptait 465 millions de véhicules à moteur. Malgré la mise en place de mesures de restriction de la circulation par diverses collectivités locales, le nombre total de voitures continue d'augmenter et les embouteillages persistent ^[75]. Le « Rapport sur l'efficacité des intersections routières urbaines en Chine », publié en 2024 (Figure 2-3), montre que dans les villes à forte congestion et à forte valeur temporelle (comme Pékin et Shanghai), une seule intersection congestionnée a entraîné une perte économique d'environ 1 277 yuans pour chaque millier de véhicules retardés par heure de pointe, ce qui signifie une perte

annuelle dépassant 1,27 million de yuans ^[76].

L'urbanisation de la Chine a amplifié la demande en ressources ; l'amélioration du niveau de vie et de la consommation par habitant a accru l'intensité de la consommation de ressources par unité de population ; parallèlement, du côté de l'offre et de la gouvernance, des inefficacités systémiques telles que les fuites dans les réseaux d'adduction d'eau, les embouteillages et les pertes dans le transport et la distribution d'électricité empêchent une répartition et une utilisation optimales des ressources limitées. Sous l'ancien modèle de développement extensif, de nombreuses villes ont privilégié la croissance par une forte consommation de ressources, exerçant une pression considérable sur l'environnement. De nombreux rapports, tant nationaux qu'internationaux, soulignent que si ce modèle de développement énergivore n'était pas modifié, la pression sur les ressources engendrée par l'urbanisation chinoise se transformerait en un goulot d'étranglement systémique à long terme.

2.1.2 Transformation urbaine sous contraintes de ressources

Le modèle de développement urbain chinois connaît une profonde mutation, dont l'essence même réside dans le passage d'une expansion à grande échelle fondée sur la consommation de ressources à une économie de ressources axée sur la croissance intrinsèque. L'article « Construire une société économe en ressources : une révolution sociale », paru dans le « Nouveau discours du Zhejiang » ^[77] (Figure 2-4), met en lumière la contradiction fondamentale entre les besoins de développement humain et la rareté des ressources terrestres, soulignant que « Bâtir une société économe en ressources est une révolution sociale qui vise à instaurer une coexistence harmonieuse entre l'humanité et la nature ». Cette réflexion prospective sur la voie de la modernisation en Chine nous invite à explorer un modèle de modernisation durable. Face à de fortes contraintes en matière de ressources,



Construire une société économe en ressources : une révolution sociale

(le 23 février 2005)

« Bâtir une société économe en ressources est une révolution sociale qui vise à instaurer une coexistence harmonieuse entre l'humanité et la nature. La quête humaine du développement et la limitation des ressources terrestres constituent une contradiction éternelle. L'adage ancien, « Le ciel nourrit les choses en leur temps, les ressources de la Terre sont finies, mais les désirs humains sont sans bornes », reflète en partie cette contradiction. Durant les périodes de faible productivité et de pauvreté matérielle, la société humaine a prospéré pendant des millénaires sans nuire significativement à l'écosystème. Cependant, au cours des trois derniers siècles, depuis le début de la civilisation industrielle, l'immense productivité de la société humaine a engendré une modernisation de type occidental dans quelques pays développés, mais celle-ci a menacé déjà la survie de l'humanité et la perpétuation de la vie sur Terre. La civilisation industrielle occidentale repose sur le principe d'une minorité riche et d'une majorité pauvre ; si la plupart des gens aspiraient à vivre comme cette minorité, la civilisation humaine s'effondrerait. La modernisation de type occidental que poursuit le monde aujourd'hui est inaccessible ; c'est un piège pour l'humanité. Par conséquent, guidés par une vision scientifique du développement, nous devons explorer la voie d'une modernisation durable. Pour la province du Zhejiang, en particulier, Comme il s'agit d'une région à la fois pauvre en ressources et importante sur le plan économique, la mise en place d'une société économe en ressources est d'autant plus urgente, et c'est là l'essence même de notre objectif de créer une province écologique. »

« Nouveau discours du Zhejiang »

Figure 2-4 : Extrait de l'article « Construire une société économe en ressources : une révolution sociale »
Source : Xi Jinping, « Nouveau discours du Zhejiang », Maison d'édition populaire du Zhejiang, 2007

le cadre politique national a réagi (Figure 2-5). Le 11^e Plan quinquennal (2006-2010) a marqué un tournant, intégrant pour la première fois la construction d'une « société économe en ressources et respectueuse de l'environnement » dans ses grandes lignes et fixant des objectifs contraignants, tels qu'une réduction de 20 % de la consommation d'énergie par unité de PIB. Depuis lors, la préservation des ressources est devenue une contrainte fondamentale du développement urbain, inscrite dans la législation et les politiques publiques^[78]. Le 14^e plan quinquennal et la nouvelle stratégie d'urbanisation ont clairement affirmé l'objectif de bâtir une société « économe en ressources et respectueuse

de l'environnement », visant un développement vert et durable fondé sur une faible utilisation des ressources, une forte production, une faible consommation et de faibles émissions.

À l'échelle urbaine, le développement intensif passe de la planification à la réalité. Le « 14^e Plan quinquennal de mise en œuvre de la nouvelle urbanisation » de la Commission nationale du développement et de la réforme propose de limiter d'ici 2025 la superficie des nouvelles constructions à 29,5 millions de mu (environ 1 000 hectares), favorisant ainsi la transformation des villes, passant d'une urbanisation tentaculaire à une optimisation du parc immobilier existant^[79].



Perspectives d'avenir pour les villes 2025



Figure 2-5 : Évolution des politiques des villes chinoises pour la transformation à la conservation des ressources / Source : Illustration réalisée par l'auteur



Pékin, Shanghai et d'autres villes ont considérablement amélioré l'efficacité du recyclage des ressources grâce à la rénovation énergétique des anciens quartiers résidentiels, au recyclage des eaux pluviales et à des projets d'utilisation des eaux grises. De nombreuses villes ont intégré l'intensité du développement foncier et la consommation d'énergie par unité de PIB dans l'évaluation d'un développement de qualité, afin de garantir que la croissance ne dépasse pas la capacité de charge environnementale.

2.1.3 Évolution du Cerveau de la Ville

Face à la raréfaction des ressources liée à l'urbanisation et à l'impératif d'une évolution des modèles de développement vers la conservation et l'efficacité, le concept de « Cerveau de la ville », fondé sur une vision holistique des villes, favorise l'émergence d'une « intelligence

urbaine » en Chine. Les solutions d'intelligence urbaine développées grâce à ce concept et à ce système sont devenues un outil essentiel pour promouvoir un développement urbain durable.

Lors du lancement de son projet « Cerveau de la ville » en 2016, Hangzhou a proposé les concepts suivants : « les données sont essentielles au développement urbain futur »^[51] et « le Cerveau de la ville est un plan d'exploration pour les technologies intelligentes ». La mise en œuvre de différents scénarios a démontré que l'utilisation des données pour optimiser la gestion des ressources et garantir une gouvernance efficace était une voie viable et performante. De la gestion des embouteillages à la gouvernance urbaine, l'application de scénarios tels que « Paiement après sortie » illustre l'évolution du Cerveau de la ville. En 2017, Hangzhou a été pionnière au niveau national en créant un « Bureau de gestion des ressources de

Symposium sur la promotion de la transformation numérique urbaine de Shanghai

(le 25 mars 2021)

L'accélération de la transformation numérique de la ville est une stratégie majeure du 14^e plan quinquennal de Shanghai. Pour y parvenir, il est impératif de respecter, de comprendre et d'appliquer les principes fondamentaux qui la sous-tendent. Nous devons identifier avec précision les tendances, analyser en profondeur l'évolution des villes numériques futures et, compte tenu du contexte shanghaien, tirer parti de ses atouts uniques pour planifier et mener à bien ce processus de manière proactive et méthodique. Il nous faut appréhender pleinement l'état actuel du développement numérique et les conditions de base dans les différents secteurs, cerner les lacunes et les défis de la transformation numérique, nous attacher à surmonter les obstacles et les difficultés, et concentrer nos efforts sur le développement de nos forces et la création de caractéristiques distinctives. Nous devons renforcer les améliorations continues et le développement global, en considérant la ville dans son ensemble et en promouvant la transformation numérique de manière plus consciente, systématique et globale.

...

Discours de LI Qiang, alors secrétaire du Comité municipal de Shanghai du PCC, lors d'un symposium sur la promotion de la transformation numérique urbaine

Figure 2-6 : Extrait du discours prononcé au symposium sur la promotion de la transformation numérique urbaine / Source : Actualités du soir Xinmin (le 25 mars 2021)



données », premier organisme portant ce nom, chargé de la gestion de ces ressources, de la construction du « Cerveau de la ville » et de la coordination du développement des infrastructures numériques. La même année, le Conseil d'État a publié le « Plan de développement de l'intelligence artificielle de nouvelle génération », classant l'intelligence artificielle parmi les technologies stratégiques nationales et fixant des objectifs industriels et applicatifs pour 2030. Les innovations concrètes et orientations politiques ont conjointement favorisé la généralisation de l'intelligence artificielle, de la recherche et de l'expérimentation scientifiques à la gouvernance urbaine et aux services publics. En 2018, Hangzhou a déployé une version complète du « Cerveau de la ville », s'appuyant sur un « système centralisé » novateur pour dépasser l'architecture traditionnelle, instaurer une collaboration interdépartementale et passer d'un projet pilote technologique à un service systémique, jetant ainsi les bases de l'intelligence globale de la ville.

La pratique expérimentale de Hangzhou a suscité rapidement un intérêt répandu et a fait l'objet d'orientations stratégiques. En 2018, le président Xi Jinping a visité le « Cerveau de la ville de Pudong de Shanghai » au Centre de gestion intégrée des opérations urbaines de la Nouvelle Arrondissement Pudong et a déclaré : « Les villes de premier plan doivent avoir une gouvernance de premier plan, et nous devons œuvrer sans relâche à une gouvernance scientifique, performante et intelligente. » En 2020, lors de sa visite du Centre de commandement opérationnel du Cerveau de la ville de Hangzhou, le président Xi Jinping a réaffirmé que le recours aux technologies de pointe telles que les données massives, l'informatique en nuage, la chaîne de blocs et l'intelligence artificielle pour promouvoir l'innovation des méthodes, des modèles et des concepts de gestion urbaine, de la numérisation à l'intelligence urbaine, afin de rendre les villes plus intelligentes, était la seule voie possible pour moderniser le système et les capacités de gouvernance urbaine, et offrirait de vastes

perspectives^[80].

L'intelligence urbaine est une conséquence inévitable de la numérisation. Cette dernière a profondément transformé la gouvernance urbaine, contribuant fortement à l'optimisation de l'allocation des ressources, à l'amélioration de l'efficacité des services et au renforcement de la participation citoyenne. La transformation numérique a un impact considérable sur la gouvernance urbaine^[81]. En 2021, Shanghai a fait de la promotion globale de la transformation numérique une stratégie majeure de son 14e plan quinquennal. Lors du symposium, Li Qiang, alors secrétaire du Comité municipal de Shanghai du PCC, a souligné la nécessité d'appréhender la ville dans sa globalité, de promouvoir la transformation de manière systématique et globale, et de lever les obstacles en analysant la situation et en renforçant la coordination (Figure 2-6).

Depuis 2020, le modèle de développement, la technologie et les méthodes du Cerveau de la ville ont été mis en œuvre dans de nombreuses villes de tailles et de niveaux de développement économique variés. Parallèlement, il a suscité l'intérêt de nombreuses entreprises à travers le pays, des grandes entreprises aux start-ups. Grâce aux efforts conjoints des villes et des entreprises, le Cerveau de la ville a obtenu des résultats concrets dans des domaines clés, en s'attaquant directement aux contraintes liées aux ressources et à l'environnement. Dans le secteur des transports, face à la congestion et aux pertes d'efficacité engendrées par l'augmentation du nombre de véhicules à moteur, Hangzhou a optimisé la gestion des feux de circulation et la planification du trafic en intégrant des données multi-sources provenant de caméras, de capteurs et d'autres sources, et en appliquant des algorithmes d'intelligence artificielle. Dans la zone pilote, cette mesure a permis d'améliorer la fluidité du trafic d'environ 15 %, atténuant ainsi les embouteillages aux heures de pointe^[82]. Dans le secteur de l'environnement, de nombreuses régions ont combiné les données masses, l'Internet des objets et l'IA



pour mettre en place des systèmes de surveillance intelligents. Ces systèmes permettent la perception en temps réel et l'alerte précoce concernant les indicateurs de qualité de l'air, tels que les particules fines (PM_{2,5}), et contribuent à l'élaboration de mesures correctives, améliorant ainsi significativement la précision et l'efficacité de la gouvernance environnementale^[83]. Dans le secteur de l'énergie, les plateformes de gestion intelligente de l'énergie utilisent l'IA pour prévoir et réguler la charge du réseau et optimiser l'efficacité énergétique^[84].

2.2 Exploration novatrice de l'intelligence urbaine: aucune restriction de la circulation urbaine

2.2.1 Embouteillages : un défi commun aux villes

Les embouteillages constituent un problème courant du développement urbain moderne, et la Chine en a fait l'expérience directe lors de son urbanisation rapide. Ces dernières décennies, tout en profitant de la commodité des déplacements motorisés, les citoyens chinois ont également souffert des embouteillages. Les données montrent que depuis le milieu des années 1990, le nombre de voitures particulières en Chine a explosé. En 1995, le pays comptait plus de 25 millions de véhicules à moteur, et en 2023, ce nombre a atteint 435 millions. Le taux de motorisation est encore plus élevé dans les grandes villes^[85]. En raison de cette explosion du nombre de voitures, la circulation était saturée dans la plupart des villes aux heures de pointe et la vitesse moyenne a diminué. À la fin des années 1990, des mégapoles comme Pékin et Shanghai ont connu des embouteillages monstres aux heures de pointe ; après le début du XXI^e siècle, les embouteillages se sont propagés aux villes de toutes tailles à travers le

pays et sont devenus un véritable fléau pour les citoyens. En réalité, les embouteillages sont un problème quasi inévitable lorsque les villes atteignent un certain stade de développement, et les grandes villes du monde entier en ont fait l'expérience.

Face à l'inefficacité et aux coûts environnementaux des embouteillages, de nombreuses villes chinoises ont adopté des mesures pour y remédier. Parmi les mesures administratives courantes figurent les restrictions de circulation et les quotas d'achat de véhicules, comme à Pékin les restrictions de plaques d'immatriculation en semaine et la loterie pour l'achat de voitures ; à Shanghai les ventes aux enchères de plaques d'immatriculation ; et à Guangzhou et Shenzhen les contrôles de quotas et les restrictions sur les véhicules venant de l'extérieur de la ville. Ces mesures ont permis d'alléger quelque peu la pression sur les routes aux heures de pointe. Cependant, les restrictions de circulation ne constituent pas une solution à long terme ; les embouteillages réapparaissent facilement après l'assouplissement des mesures, et elles affectent également la liberté de circulation et le confort des usagers. C'est pourquoi, tout en expérimentant les restrictions de circulation, les villes ont également investi massivement dans les transports publics urbains et les infrastructures. Ces mesures n'ont pas encore permis de trouver un équilibre durable entre le confort des usagers et l'investissement des ressources sociales.

2.2.2 Solution d'intelligence urbaine: aucune restriction de la circulation

Une métaphore révèle le problème fondamental de la gestion du trafic : « La plus grande distance au monde est celle qui sépare les feux de circulation des caméras de surveillance »^[86]. Elle constitue également une exploration créative d'un équilibre durable entre commodité publique et investissement des ressources. Les feux de circulation symbolisent la mise en œuvre des actions, tandis que les caméras représentent les



ressources de données. Longtemps, ces deux éléments ont été dissociés : les caméras collectent des données en continu, mais les feux de circulation appliquent mécaniquement des règles prédéfinies, et les barrières de données entre les services entravent une action efficace. Cette observation a constitué le point de départ du concept de « Cerveau de la ville » pour résoudre le problème : il interroge chaque responsable : « Quel est le rôle de votre service en matière de feux de circulation ? Où est votre caméra ? » Ce n'est que lorsque le flux de données alimente véritablement la prise de décision et l'action que la ville peut se transformer d'un dispositif mécanique fragmenté en une forme de vie organique et collaborative. Cette question a été validée avec succès par la mise en place du « Cerveau de la ville » à Nanchang, contribuant ainsi à fluidifier la circulation.

Avant 2020, Nanchang avait été également confrontée au paradoxe des embouteillages : « Les bouchons persistent malgré les restrictions, mais s'aggravent en leur absence. » Cette ville chinoise de taille moyenne (considérée comme une métropole selon les normes internationales), comptant plus de 5 millions d'habitants et un parc automobile de 1,4 million de véhicules, avait appliqué depuis 2009 un système de contrôle de la circulation basé sur les plaques d'immatriculation pour lutter contre les embouteillages. Si cette politique de restriction, en vigueur depuis 11 ans, avait apporté un soulagement à court terme, elle avait également, à long terme, restreint la liberté de circulation des citoyens et l'activité commerciale.

La construction du « Cerveau de la ville » de Nanchang a été lancée en 2020. S'appuyant sur la fusion de données multi-sources, la perception en temps réel et la planification algorithmique, ce système permet une surveillance du trafic à la minute près et une coordination optimale des feux de signalisation dans toute la ville. Le 29 décembre 2020, Nanchang a officiellement aboli la restriction de la circulation par plaque d'immatriculation, en vigueur depuis 11

ans, devenant ainsi la première ville du pays à passer d'une restriction à une absence totale de restriction. Après la levée de cette restriction, la circulation est devenue plus fluide : la vitesse moyenne des véhicules est passée de 31,9 km/h pendant la période de restriction en 2019 à 38,0 km/h pendant la période sans restriction en 2022, et l'indice de congestion a diminué de 1,31 à 1,27, alors que le nombre de véhicules motorisés a augmenté de 26,5 % sur la même période [87]. Ce résultat démontre pleinement qu'une gouvernance intelligente peut améliorer significativement l'efficacité du système sans nécessiter de nouvelles infrastructures routières ni d'investissements financiers supplémentaires.

L'expérience de Nanchang démontre que l'intelligence systémique est plus efficace que l'expansion des ressources pour améliorer l'efficacité urbaine. La ville a rompu avec succès avec l'idée traditionnelle selon laquelle « la congestion doit être résolue par des restrictions ou une expansion du trafic », en remplaçant l'expansion des ressources par des données et les restrictions de trafic par des algorithmes. Ce changement fondamental permet de passer de la « congestion et des restrictions de trafic » à un « trafic intelligent et fluide ». Ce modèle de soutien au développement durable par une gouvernance intelligente constitue un exemple reproductible pour les villes moyennes en Chine et même dans le monde entier. Comme l'a commenté un citoyen dans un article de presse : « Enfin, je peux aller à Nanchang pour des escapades de week-end ! » Il s'agit non seulement d'une amélioration de l'expérience de voyage, mais aussi d'une transformation de la philosophie de la gouvernance urbaine, passant du contrôle à l'autonomisation.

L'importance du cas de Nanchang, où la circulation est totalement libre, réside dans le progrès considérable qu'elle a accompli en matière de gouvernance du trafic urbain, malgré des ressources financières et des infrastructures limitées. Dans le système urbain chinois, bien que Nanchang ne soit pas une mégapole comme



Pékin, Shanghai ou Shenzhen, et que ses ressources financières et informatiques soient restreintes, elle demeure une ville de taille moyenne à grande, avec une population permanente de plus de 5 millions d'habitants et un parc automobile de plus de 1,4 million de véhicules, selon les normes internationales. C'est dans ce contexte de ressources limitées que Nanchang s'est appuyée sur le système de « Cerveau de

la ville » pour mettre en œuvre un modèle de gouvernance innovant : « utiliser les données pour remplacer l'expansion et utiliser l'intelligence artificielle pour remplacer les restrictions de circulation », grâce à la fusion de données, à l'optimisation par la puissance de calcul et à l'intelligence artificielle. Ce modèle remet en question le dilemme binaire traditionnel selon lequel « il faut restreindre la circulation pour



Figure 2-7 : Scénario de circulation sans restriction grâce au Cerveau de la ville de Nanchang
Source : Illustration réalisée par l'auteur



assurer sa fluidité » et ouvre la voie à une gestion efficace du trafic pour les villes de taille moyenne (Figure 2-7) ^[88].

2.3 Architecture technologique de l'intelligence urbaine

2.3.1 Trinité de la puissance de calcul, des données et des modèles IA

Des projets fructueux tels que le Cerveau de la ville de Nanchang démontrent que l'exploitation de l'intelligence urbaine pour trouver des solutions efficaces à des problèmes comme les embouteillages exige non seulement une approche centrée sur l'humain, économe en ressources, holistique et orientée vers le développement durable, mais aussi les puissantes capacités offertes par les technologies d'intelligence urbaine. La mise en œuvre de l'intelligence urbaine repose sur une architecture technologique étroitement intégrée, dont le cœur est l'intégration de la puissance de calcul, des données et des modèles en un tout unifié. Les données constituent la ressource principale, les modèles le moteur intelligent et la puissance de calcul la garantie fondamentale (Figure 2-8).

(1) Données : l'intégration de données multi-sources libère la valeur des données

Les villes contemporaines ont accumulé une multitude de données multi sources, notamment sur le trafic, la consommation d'énergie, la surveillance environnementale et les affaires publiques. Des caméras de bord de route et des feux de signalisation aux systèmes GPS des transports publics, en passant par l'Internet des objets urbains et la télédétection satellitaire, une grande partie de ces données est désormais accessible ou disponible à faible coût. Par exemple, la plateforme de données ouvertes de Paris (opendata.paris.fr) ^[89] met à disposition des données ouvertes provenant de plusieurs services municipaux, couvrant des domaines tels que les transports, l'environnement et les

infrastructures, et offre un soutien aux données pour le public et les chercheurs. Le London Datastore ^[90] intègre des ressources de données interdépartementales, couvrant de multiples domaines de la gouvernance urbaine tels que la population, l'environnement, les transports, la santé et le logement, et facilite la gestion urbaine par les données grâce à une interface unifiée.

Les organisations internationales (telles que l'Organisation des Nations Unies et la Banque mondiale) soulignent que les données ne constituent pas un actif fragmenté, mais un élément essentiel à la gouvernance urbaine et à la prise de décisions durables ^{[91][92]}. Les villes n'ont pas besoin de construire leur infrastructure de données à partir de zéro, mais plutôt de valoriser les données existantes grâce à des plateformes de données, des normes d'interopérabilité et des mécanismes de protection de la vie privée ^[93].

Parallèlement, l'association de la télédétection satellitaire et de l'intelligence artificielle transforme la méthodologie de la perception des villes ^[94]. En octobre 2021, l'Organisation des Nations Unies a adopté l'Agenda « Espace 2030 » (l'espace comme moteur du développement durable), qui affirmait clairement que la combinaison des données d'observation de la Terre et de l'intelligence artificielle était essentielle à la réalisation des objectifs de développement durable. Grâce aux observations de télédétection à haute résolution et à haute fréquence, même les villes aux ressources limitées peuvent assurer une surveillance globale et une optimisation dynamique à moindre coût. Actuellement, près de 800 satellites d'observation de la Terre sont en orbite, dont Landsat 9 qui effectue une couverture mondiale complète tous les 16 jours ^[95]. Combiné au cycle de revisite de 5 jours de Sentinel-2 ^[96], on prévoit que le nombre de satellites d'observation de la Terre atteindra 3 200 d'ici 2032. Les changements de la surface urbaine peuvent désormais être surveillés en temps quasi réel, jetant ainsi les bases de données nécessaires à l'élaboration de solutions de l'intelligence urbaine inclusive.



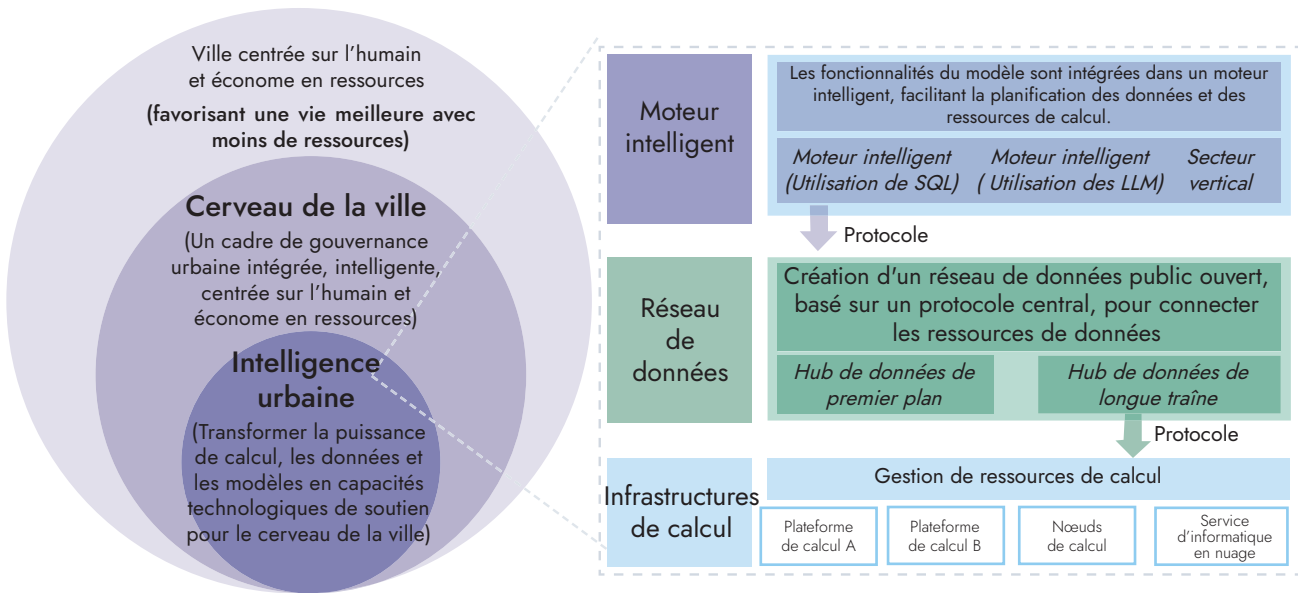


Figure 2-8 : Schéma de la construction de l'intelligence urbaine, du cerveau de la ville et des villes économes en ressources / Source : Illustration réalisée par l'auteur

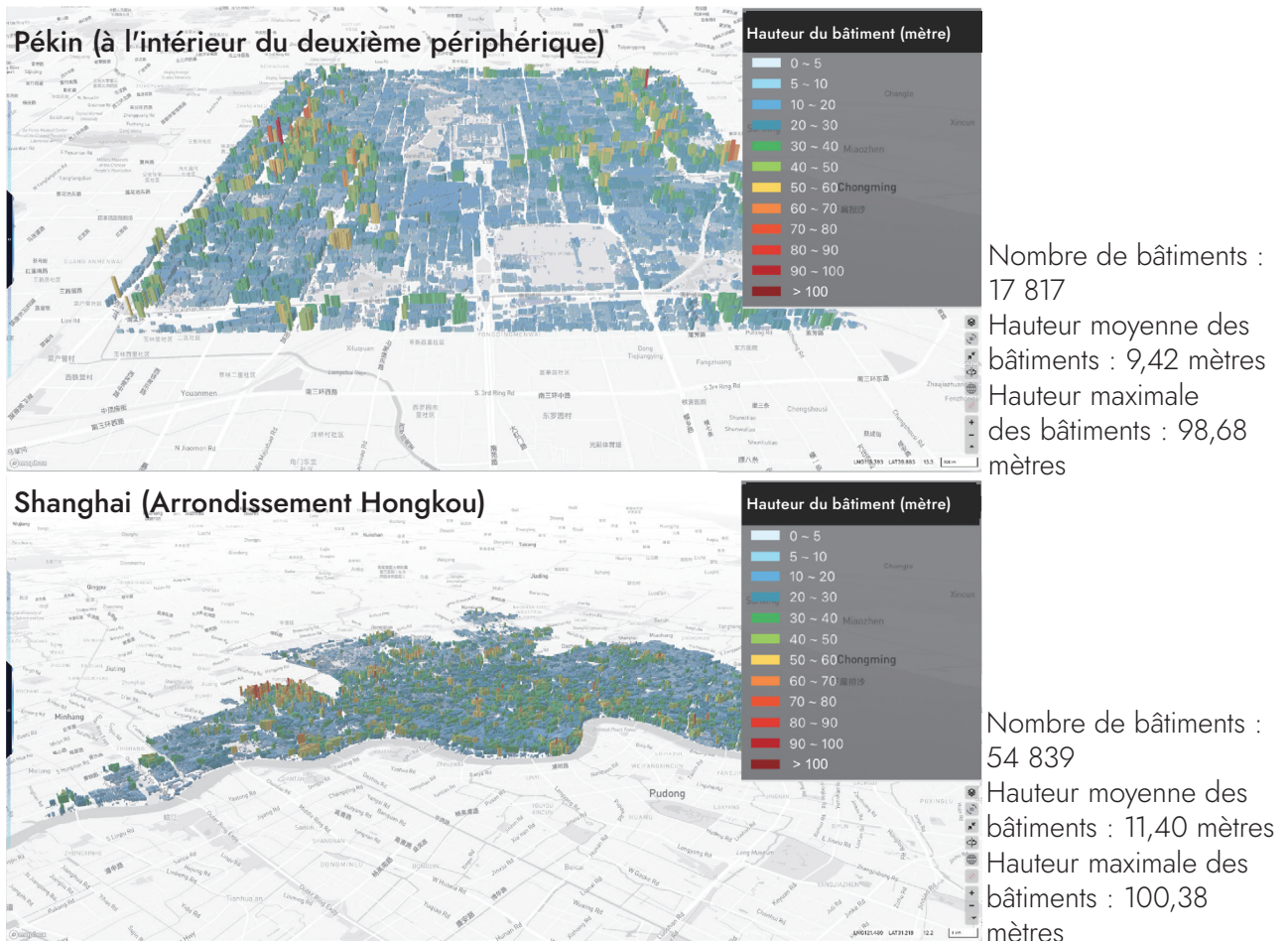


Figure 2-9 : Observations des formes architecturales et de la distribution spatiale à Pékin et à Shanghai à l'aide d'une combinaison de données de télédétection satellitaire et de modèles d'IA
Source : Illustration réalisée par l'auteur



L'association de données de télédétection satellitaire et de modèles d'IA offre une solution d'observation urbaine à faible coût : à titre d'exemple, la perception des formes architecturales urbaines et la modélisation 3D, illustrées ci-dessus, permettent, grâce à la combinaison de données multi-sources telles que la télédétection satellitaire, l'observation au sol et en périphérie et les modèles d'IA, d'identifier les formes architecturales urbaines et leur distribution spatiale. À titre d'exemple, à Pékin (à l'intérieur du deuxième périphérique), on dénombre 17 817 bâtiments, d'une hauteur moyenne de 9,42 mètres et d'une hauteur maximale de 98,68 mètres ; et à Shanghai (Arrondissement Hongkou), 54 839 bâtiments, d'une hauteur moyenne de 11,40 mètres et d'une hauteur maximale de 100,38 mètres (Figure 2-9).

En combinant des données multi-sources telles que la télédétection satellitaire, les observations au sol et en périphérie et les modèles d'IA, les formes architecturales urbaines et leur distribu-

tion spatiale peuvent être identifiées dans une perspective panoramique : New York compte 313 521 bâtiments, avec une hauteur moyenne et maximale de 10,50 mètres et 113,86 mètres ; Paris compte 23 159 bâtiments, avec une hauteur moyenne et maximale de 12,91 mètres et 76,05 mètres ; Dubaï compte 131 026 bâtiments, avec une hauteur moyenne et maximale de 10,51 mètres et 86,26 mètres ; Bogota compte 71 227 bâtiments, avec une hauteur moyenne et maximale de 8,39 mètres et 87,34 mètres ; et Nairobi compte 114 089 bâtiments, avec une hauteur moyenne et maximale de 5,03 mètres et 75,80 mètres (Figure 2-10).

L'intelligence artificielle permet aux villes d'accéder à moindre coût à des ressources de données auparavant inaccessibles. Ces données d'observation peuvent être utilisées pour la prise de décision dans le cadre de la gouvernance urbaine et intégrées à des ensembles de données de haute qualité, servant ainsi de base à la modélisation en intelligence urbaine.

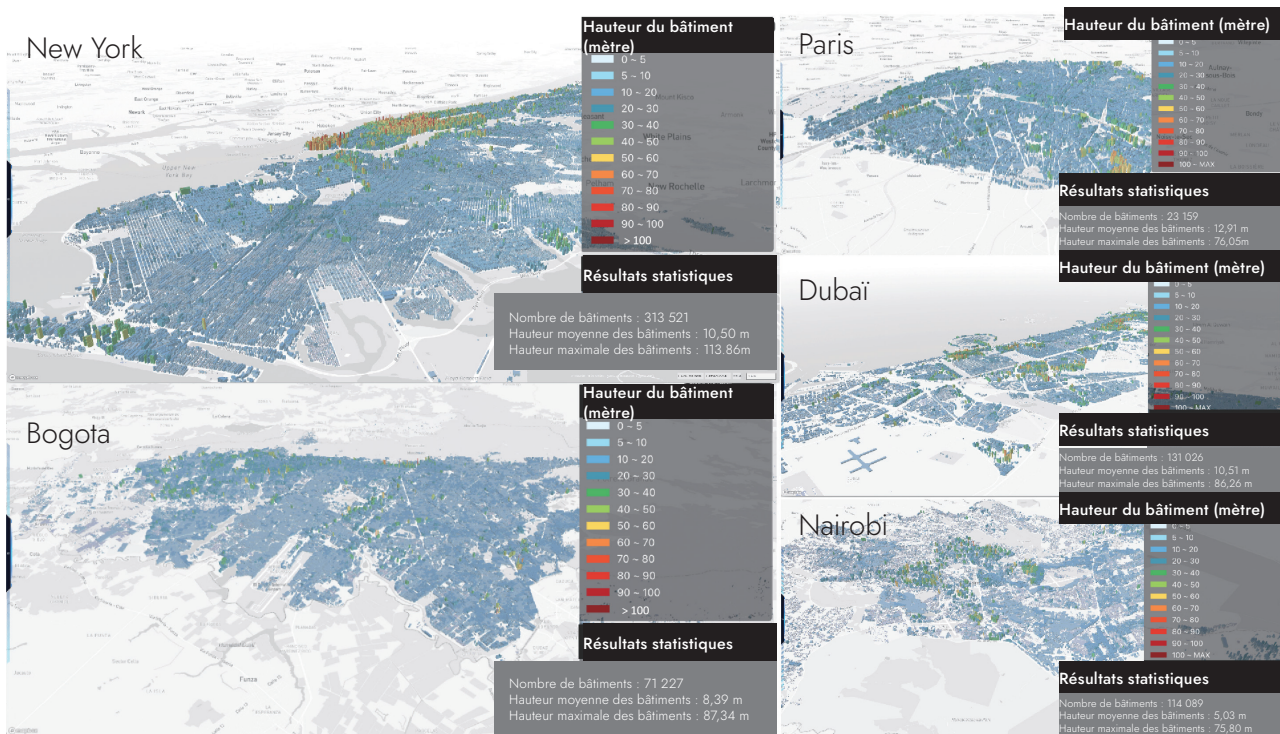


Figure 2-10 : Observations des formes architecturales et de la distribution spatiale à plusieurs villes mondiales à l'aide d'une combinaison de données de télédétection satellitaire et de modèles d'IA
Source : Illustration réalisée par l'auteur



(2) Modèle : modèle urbain fondamental pour la construction du moteur intelligent

Le cœur des progrès en IA réside dans l'amélioration des capacités des modèles et l'ouverture de l'écosystème à l'ensemble du code source. De nombreux modèles fondamentaux fournissent des « composants intelligents à usage général » (Figure 2-11) transférables, paramétrables et réutilisables pour des applications d'intelligence urbaine basées sur des scénarios. « IA + Ville » ne se limite pas à l'intégration d'outils d'IA existants dans les processus de gestion urbaine, mais représente un profond changement de paradigme. Son principe fondamental consiste à considérer la ville comme un tout complexe et organique doté de caractéristiques vivantes, et à construire un modèle urbain fondamental unifié pour créer un moteur intelligent pour cette « forme de vie numérique », capable

de perception, d'apprentissage, de raisonnement et d'évolution continue. Son essence scientifique est de reconstruire l'architecture de l'infrastructure numérique urbaine à partir du modèle urbain fondamental, dotant ainsi la ville de capacités cognitives, décisionnelles et évolutives holistiques, améliorant fondamentalement l'allocation des ressources, les services publics et l'efficacité du développement durable. Ceci marque une nouvelle ère pour le développement urbain, passant du stade des outils d'« autonomisation numérique » à celui de la « ville intelligente par essence ».

Les cadres et bibliothèques de modèles open source ont considérablement réduit les barrières à l'entrée, permettant aux instituts de recherche, aux collectivités locales et aux PME d'adapter les modèles existants à des besoins spécifiques. Autrement dit, l'offre de modèles

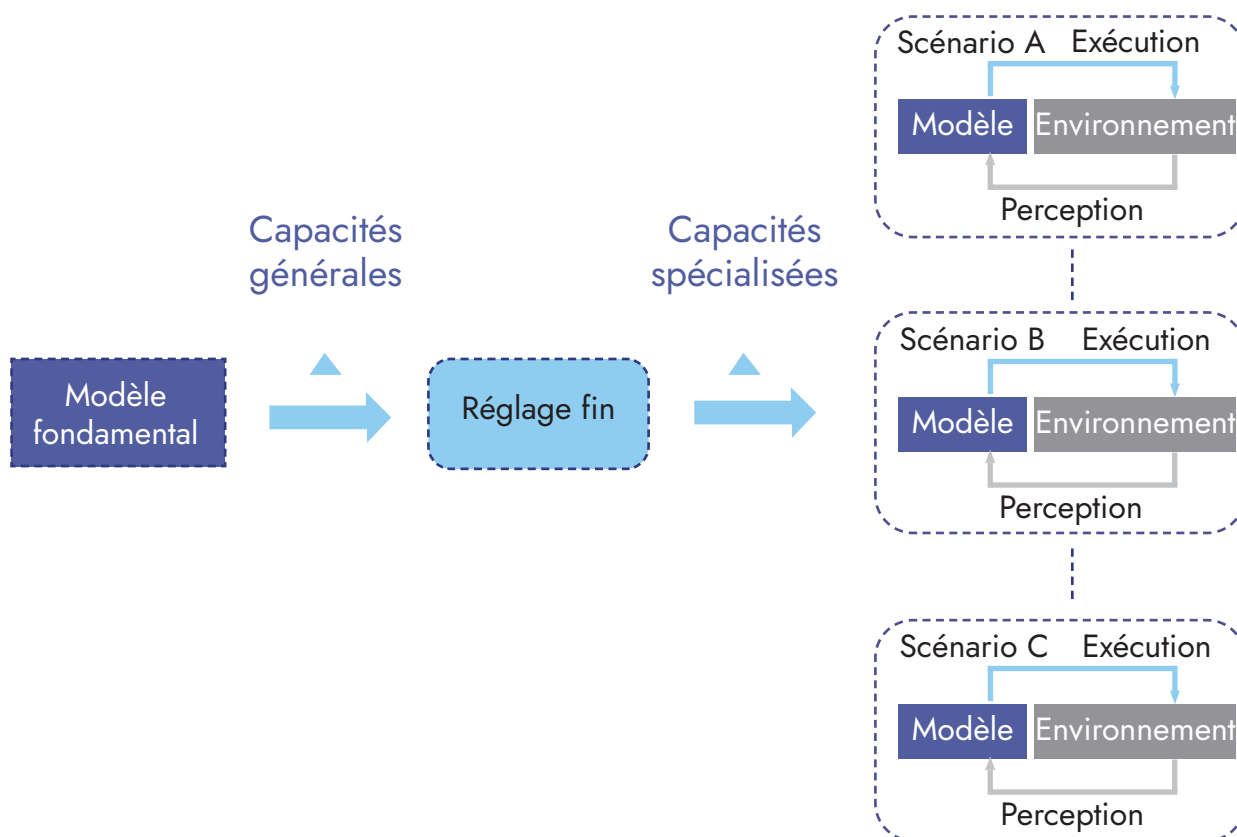


Figure 2-11 : L'architecture « capacités générales + réglage fin basé sur des scénarios » de l'intelligence artificielle soutient le développement de l'intelligence urbaine
Source : Illustration réalisée par l'auteur



est passée d'une ressource rare à une « force de compétences publique accessible », mais son efficacité finale dépend toujours de données de domaine de haute qualité et d'une puissance de calcul adéquate pour l'entraînement et le réglage fin. Le rapport de la Fondation Linux intitulé « *Impacts de l'IA open source sur l'économie et l'emploi* » montre que le coût de déploiement des modèles open source est inférieur de plus de 50 % à celui des modèles propriétaires, et que 89 % des organisations adoptent une forme d'intelligence artificielle open source, dont 63% ont déployé des modèles open source^[97]. Cela permet aux petites et moyennes villes et aux micro-entreprises de participer à la chaîne de valeur mondiale.

(3) Puissance de calcul : modérée, efficace et inclusive

La puissance de calcul ne se résume pas à un simple ensemble de capacités de calcul, mais constitue un système technologique complet englobant la puissance de calcul, la capacité de stockage, les capacités de transmission réseau et la gestion de l'efficacité énergétique. Les villes modernes génèrent quotidiennement des quantités massives de données (flux de trafic, surveillance environnementale, vidéos de sécurité publique, consommation d'énergie, etc.), et le traitement et l'analyse en temps réel de ces données reposent entièrement sur la puissance de calcul. Du point de vue de la prise de décision urbaine, la gestion des urgences et la planification du trafic exigent une puissance de calcul à faible latence ; l'aménagement des infrastructures et l'optimisation des services publics requièrent une puissance de calcul haute performance ; et la simulation du développement urbain et la prédiction de l'impact des politiques publiques nécessitent une intégration poussée de la puissance de calcul haute performance et de l'intelligence artificielle. La nécessité de prendre en charge simultanément le traitement en temps réel (réponse à la milliseconde) et l'analyse à long terme (années d'exploration de données) dans la dimension temporelle, ainsi

que le calcul multi-échelle, du micro (bâtiments, rues) au macro (agglomérations urbaines) dans la dimension spatiale, impose des exigences toujours plus élevées en matière de puissance de calcul.

Bien entendu, le développement de l'intelligence urbaine de qualité exige non seulement une augmentation de la puissance de calcul, mais aussi des innovations en matière d'architecture informatique, l'optimisation de son efficacité et une meilleure gouvernance de cette puissance. La compétitivité des villes futures dépendra largement de leur capacité à construire un système de puissance de calcul avancé, adapté à leurs spécificités, respectueux des valeurs humaines et compatible avec les objectifs de développement durable. L'objectif n'est pas de construire des villes qui maximisent la puissance de calcul, mais d'utiliser une puissance de calcul appropriée, efficace et inclusive afin de créer des écosystèmes urbains plus vivables, résilients et dynamiques grâce à un développement urbain économe en puissance de calcul.

La demande en puissance de calcul pour les modèles à grande échelle et les services temps réel à haute fréquence croît de façon exponentielle^[98], créant un « seuil de capacité » technologique et un « déficit de puissance de calcul » en termes d'allocation. Des organisations de référence telles que l'Organisation des Nations Unies et l'OCDE considèrent l'inégalité d'accès à la puissance de calcul comme un problème institutionnel qui compromet le développement intelligent et durable des métropoles mondiales^[96] et préconisent de réduire ce déséquilibre grâce à la puissance de calcul distribuée, l'accès à l'énergie verte, le partage régional de la puissance de calcul et la coopération internationale.

2.3.2 Moteur de l'intelligence urbaine

Le moteur d'intelligence urbaine est la mise en œuvre concrète du modèle d'intelligence



artificielle au sein d'un système d'intelligence urbaine, et il en constitue le cœur. Déployé pour la gouvernance urbaine, ce moteur intègre des modèles de perception physique, sociale et d'inférence dynamique, ainsi que des modèles de connaissances urbaines, au sein d'un modèle urbain fondamental. Cette intégration lui confère des capacités cognitives et de raisonnement universelles, applicables à divers scénarios. Grâce à des interfaces standardisées et des mécanismes de paramétrage précis, il s'adapte rapidement aux tâches dans différents domaines tels que les transports, l'énergie et la protection de l'environnement, assurant ainsi une boucle de rétroaction complète, de la perception à la prise de décision.

Prenons l'exemple de la gestion du trafic urbain : le moteur intelligent de gestion du trafic intègre efficacement des données hétérogènes issues de sources multiples, permettant ainsi la surveillance et la prévision

en temps réel des conditions de circulation et favorisant une prise de décision globale. Par exemple, grâce à l'intégration de données multidimensionnelles, il permet un ajustement dynamique et adaptatif des paramètres des feux verts, contribuant à la génération à la demande de feux verts personnalisés. Parallèlement, il permet une gestion optimisée de la demande en surveillant la répartition de la demande de trafic, en identifiant les points noirs de congestion et leurs causes, en ajustant dynamiquement les priorités de circulation, les péages et les services de transport public, et en incitant les citoyens à se déplacer de manière rationnelle. Ce moteur intelligent de gestion du trafic a joué un rôle déterminant dans le changement de politique de la ville de Nanchang visant à supprimer les restrictions de circulation.

2.3.3 Mécanisme open source pour l'intelligence urbaine

Tableau 2-1 : Comparaison de l'open source à l'ère du logiciel et de l'open source à l'ère de l'IA

Dimension	Open source à l'ère du logiciel	Open source à l'ère de l'IA (Ressources ouvertes)
Définitions essentielles	Code source du logiciel libre	Ouverture des données, des pondérations des modèles, de la puissance de calcul et d'autres ressources de production essentielles
Éléments fondamentaux	Code, protocoles, collaboration communautaire	Ressources de données, ressources informatiques, modèles pré-entraînés
Objectifs principaux	Encourager l'innovation logicielle et éviter les développements redondants	Abaisser le seuil d'intelligence et éviter que la société entière n'investisse sans cesse des sommes colossales en puissance de calcul pour entraîner des modèles de base
Valorisation	Améliorer l'efficacité grâce à la réutilisation du code	Préserver les ressources telles que l'électricité et bâtir un écosystème intelligent grâce à la réutilisation des ressources et à la collaboration



L'action combinant « IA + Ville » représente non seulement une avancée technologique, mais aussi une avancée majeure en matière de mécanismes, grâce à l'open source. Avec l'ouverture des sources de modèles fondamentaux tels que Deepseek, Tongyi Qianwen et le modèle scientifique de base O21^[99], Hangzhou est devenue une référence en matière de réflexion et de pratique de l'open source dans le domaine de l'intelligence artificielle ^[67]. Le développement urbain a également besoin du soutien d'un tel mécanisme. L'open source a évolué, passant du code source ouvert aux ressources d'innovation ouvertes (Tableau 2-1). Dans le cadre de l'intelligence urbaine, les données, les modèles et la puissance de calcul ouverts constituent des ressources d'innovation ouvertes pour le développement urbain, un mécanisme d'innovation essentiel pour le développement collaboratif entre les villes. Il est indéniable que la recherche et l'application de l'intelligence artificielle requièrent d'importantes ressources. Le mécanisme open source de l'intelligence urbaine favorise le partage et la réutilisation des produits publics intelligents, contribuant ainsi à la construction d'une société économe en ressources.

2.4 Application généralisée de « IA + Ville » en Chine

2.4.1 Pratique globale à l'échelle urbaine

L'intelligence urbaine est un résultat endogène et une émergence systémique de l'interaction entre « intelligence artificielle + ville ». À travers les pratiques urbaines en Chine, elle a déjà démontré ses capacités de gouvernance dans de multiples domaines, notamment l'environnement, la gouvernance et la société.

Dans le domaine de l'environnement, l'intelligence urbaine a dépassé le stade de la simple surveillance et de l'alerte précoce pour évoluer vers un système d'aide à la décision en matière de gouvernance. Par exemple, le système d'aide

à la décision environnementale de Guangzhou, basé sur un modèle à grande échelle, intègre des données multi-sources et effectue un raisonnement analytique pour faciliter l'application des lois et la simulation des politiques publiques. Les systèmes de prévision intelligente de la pollution atmosphérique déployés à Shanghai, Chengdu et dans d'autres villes ont permis de passer d'une réponse passive à une intervention proactive dans la gouvernance. Ces applications améliorent non seulement l'efficacité de la gestion, mais, grâce à un retour d'information continu sur les données et à l'optimisation des modèles, elles dotent progressivement les systèmes environnementaux urbains d'une intelligence préliminaire en matière de prévision et d'ajustement. La plateforme de données massives sur les émissions de carbone à l'échelle municipale de Shenzhen intègre des données de consommation d'énergie et d'émissions issues de différents domaines, évaluant dynamiquement les trajectoires de réduction des émissions et la valeur des actifs grâce à des algorithmes. Ceci marque un tournant dans la logique de gestion, passant de statistiques statiques à une simulation et une optimisation dynamiques, permettant aux villes de mieux comprendre leurs propres processus métaboliques et fournissant une base de décision intelligente pour une transition systémique vers une économie bas carbone.

Au niveau des services publics, l'intelligence urbaine impulse une modernisation vers une personnalisation, une précision et une proactivité accrues. Des systèmes comme la santé, l'éducation et le tourisme culturel intelligents ne se contentent plus de décroisonner l'information et d'offrir un accès simplifié aux services en ligne ; ils proposent désormais des recommandations de services intelligentes et une allocation dynamique des ressources en fonction des comportements et des besoins des utilisateurs. Par exemple, le « Cerveau du Campus » intègre des données éducatives exhaustives pour concevoir des systèmes d'accompagnement personnalisés pour les élèves ; les plateformes de tourisme culturel intelligent peuvent planifier



dynamiquement des itinéraires culturels pour les citoyens. Ces pratiques démontrent que les services publics apprennent à comprendre et à s'adapter aux besoins des citoyens, faisant preuve d'une intelligence réactive semblable à celle du vivant.

Dans le domaine de la gouvernance urbaine, des plateformes telles que « Un réseau pour une gestion unifiée » améliorent constamment leur niveau d'intelligence. Elles permettent la détection en temps réel, la répartition intelligente des interventions et la gestion collaborative des problèmes opérationnels urbains. Le système de gouvernance évolue d'une « collaboration homme-machine » vers des « agents intelligents » dotés d'une vision régionale globale et de capacités de gestion en boucle fermée. Dans des quartiers comme Changning à Shanghai, des algorithmes intelligents ont permis de résoudre efficacement des problèmes urbains tels que l'identification des déchets à ciel ouvert et le stationnement anarchique des vélos en libre-service. Pékin, Hangzhou et d'autres villes effectuent des inspections intelligentes des infrastructures publiques municipales, par exemple en utilisant des caméras pour détecter les dysfonctionnements de l'éclairage public et les plaques d'égout manquantes, et en déclenchant automatiquement des ordres de réparation, ce qui rend l'exploitation et la maintenance urbaines plus proactives et plus rapides.

2.4.2 Des applications aux scénarios : des scénarios à une vision plus approfondie et globale

Les villes chinoises ont progressivement formé au cours de la pratique un consensus sur la transformation et le développement : en prenant les personnes au centre, en considérant la ville comme une entité vivante organique et en utilisant une infrastructure urbaine intelligente holistique comme base pour soutenir la ville de l'application au scénario, et du scénario à une vision plus approfondie et globale, afin de

parvenir à une optimisation des ressources et à un développement durable grâce à une gouvernance collaborative globale (Figure 2-12).

(1) Exploration basée sur des scénarios : des applications aux scénarios

Le modèle à grande échelle se divise en un modèle de base et un modèle spécialisé, optimisé pour des objectifs spécifiques. L'application du modèle consiste à développer des applications et à fournir des services basés sur les modèles existants, prenant en charge les modèles généraux et verticaux. L'« IA+ » s'applique à la fois aux « applications » et aux « scénarios » de la gouvernance urbaine chinoise, ces deux aspects coexistant au sein des villes et soulignant respectivement l'importance technologique et la dimension de gouvernance. Les « applications » se manifestent par des applications technologiques simples telles que les feux de circulation intelligents, les caméras de surveillance des infractions routières et les robots de prévention et de secours en cas de catastrophe ; les « scénarios » se manifestent par des scénarios de service public tels que la gestion du paiement après sortie. L'identification des scénarios nécessite de cerner les « problèmes globaux » au sein d'un domaine spécifique, de dépasser les frontières fonctionnelles des services et de parvenir à l'interopérabilité des données et à la collaboration entre les acteurs grâce aux « scénarios », afin d'optimiser l'efficacité globale de la gouvernance et de résoudre les problèmes systémiques complexes. Sans une exploration approfondie des scénarios, même le meilleur modèle de base aura du mal à être efficace.

(2) Des scénarios au panorama : l'intelligence urbaine conçoit la ville comme un système holistique

Face à la complexité des villes et aux incertitudes de l'avenir, la résolution des grands problèmes urbains exige non seulement une intelligence urbaine, mais surtout une gouvernance efficace du système urbain. Cette gouvernance doit



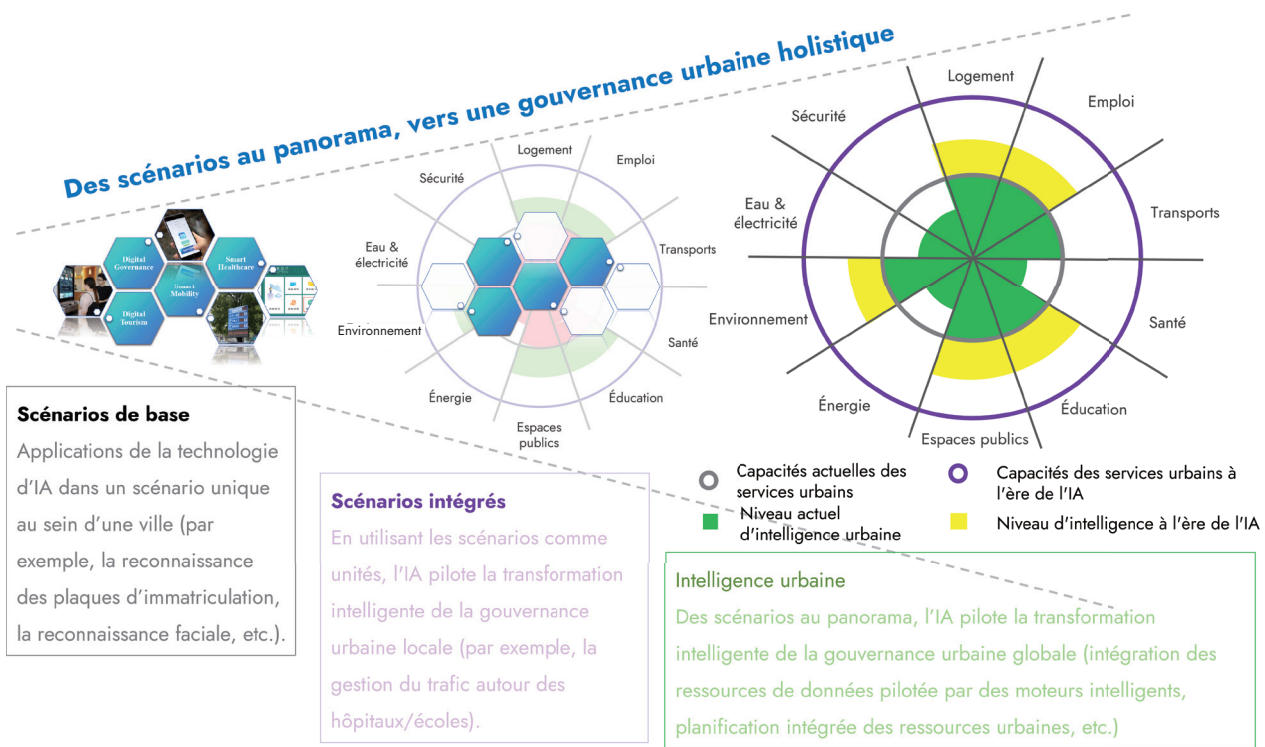


Figure 2-12 : Des scénarios au panorama : Pratiques progressives de l'intelligence urbaine chinoise

Source : Illustration réalisée par l'auteur

permettre une allocation optimale des ressources entre les multiples acteurs, leurs besoins divers et les ressources limitées à l'échelle de la ville, afin de concevoir la ville comme un tout. La Chine développe encore sa capacité de gouvernance urbaine holistique, heureusement, le passage d'approches par scénarios à des approches panoramiques a considérablement accéléré l'évolution de l'« intelligence urbaine ». Les initiatives « Un réseau pour une gestion unifiée » et « Un réseau pour des services unifiés » de Shanghai illustrent cette approche. Les initiatives « Cerveau de la ville », lancées à Hangzhou en 2016 et rapidement déployées dans les grandes villes du pays, s'appuient généralement sur des architectures technologiques intelligentes fondées sur les principes de « préservation des ressources », de « gouvernance holistique » et de « développement durable », favorisant ainsi le développement de l'intelligence urbaine par des pratiques basées sur des scénarios. Cette transformation

est visible dans des scénarios représentatifs tels que « Un seul parking pour toute la ville », « Qinqing en ligne », « Une heure de plus pour le tourisme » et « Cerveau du campus ».

« Un seul parking pour toute la ville » Les difficultés de stationnement urbain constituent un problème courant. Par exemple, on compte environ 4,8 millions de véhicules et 3,69 millions de places de stationnement dans la zone urbaine principale de Hangzhou (Figure 2-13). Le concept « un seul parking pour toute la ville » utilise les parkings et les places de stationnement de l'ensemble de la ville comme ressources d'allocation afin d'assurer une gouvernance centralisée : « un réseau pour une gestion unifiée, une interface unique pour une visualisation centralisée, une réservation en un clic et un paiement après sortie ». Ce système reflète une vision en ligne de l'ensemble des ressources urbaines et une allocation efficace des services de stationnement.

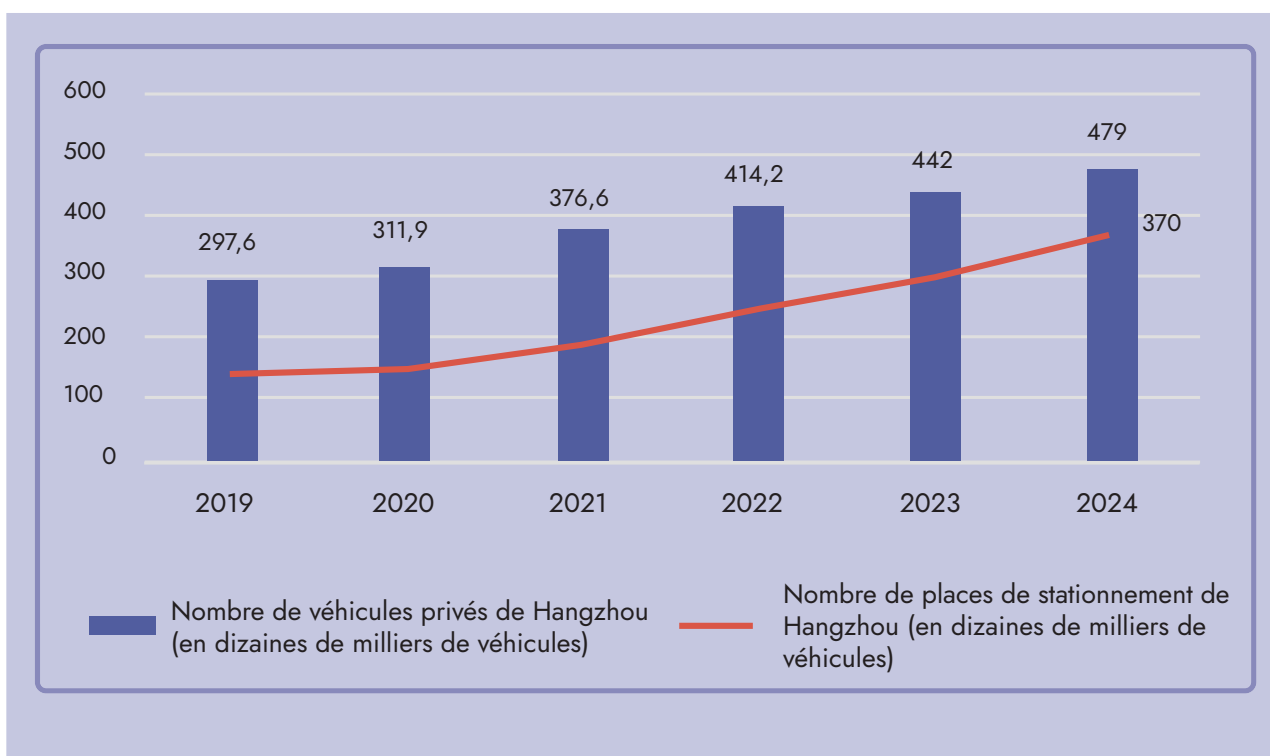


Figure 2-13 : Nombre de véhicules privés et de places de stationnement de Hangzhou

Source : Bureau municipal d'administration urbaine de Hangzhou

Il s'agit d'une gouvernance panoramique à l'échelle de la ville ^[26].

La plateforme de stationnement « Cerveau de la ville de Hangzhou » comprend dix modules intelligents, dont la détection intelligente, la connectivité intelligente et le stationnement intelligent, intégrant les ressources de stationnement à l'échelle de la ville. Elle permet la surveillance en ligne en temps réel de millions de places de stationnement, l'agrégation et l'analyse des données en temps réel, ainsi que le suivi du stationnement en temps réel à l'échelle de la ville, permettant de quantifier l'efficacité du service. Elle a déjà connecté 6 300 parkings et 1,82 million de places de stationnement. La fonction « Paiement après sortie » couvre la quasi-totalité des parkings payants ouverts de la ville, avec 4,8 millions d'utilisateurs enregistrés ; 460 000 utilisateurs actifs l'utilisent au moins 10 fois par mois, et elle a enregistré plus de 380 millions de paiements. Le taux

d'utilisation moyen est de près de 50 %, avec environ 600 000 utilisateurs payant quotidiennement grâce à cette fonction. Le temps de sortie du parking a été réduit de 30 secondes à moins de 2 secondes, permettant un gain cumulé de plus de 3 millions d'heures. Le taux de rotation quotidien des places de stationnement est passé de 1,6 à 1,85 (soit une augmentation de 16 %), ce qui équivaut à la création de 250 000 places. Ce système améliore l'efficacité, l'accessibilité et l'inclusion du stationnement urbain, et contribue à une meilleure expérience de déplacement (Figure 2-14).

La plateforme intelligente « Qinqing en ligne »
Le scénario « Qinqing en ligne » illustre la refonte des processus gouvernementaux selon une approche centrée sur les citoyens et l'amélioration des services offerts par les administrations urbaines. « Qinqing » fait référence à un nouveau type de relation gouvernement-entreprise, caractérisée par une communication étroite et



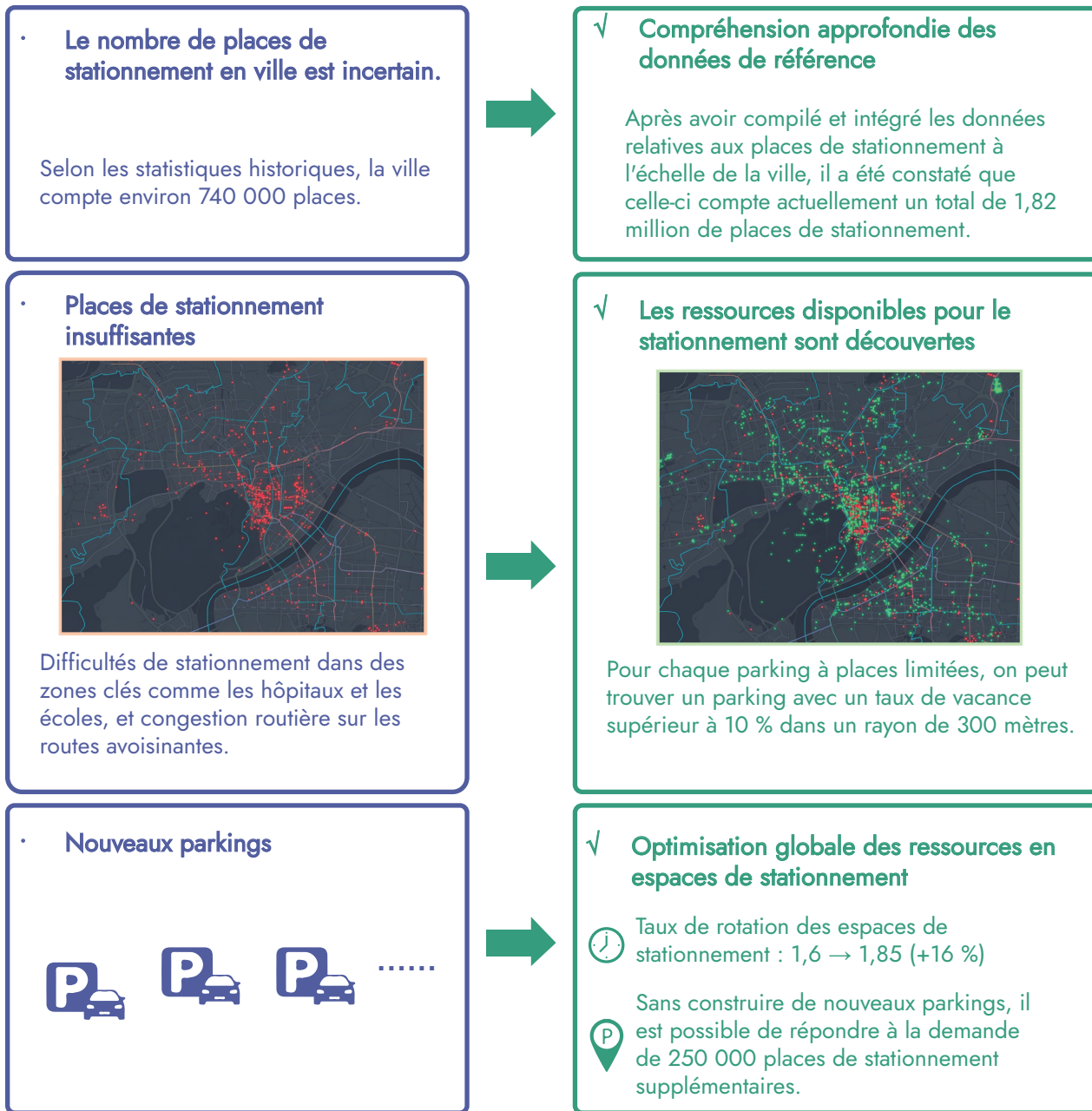


Figure 2-14 : Scénario « Un seul parking pour toute la ville » du Cerveau de la ville de Hangzhou
Source : Illustration réalisée par l'auteur

transparente. Les politiques urbaines incitatives en faveur des entreprises visent à promouvoir le développement industriel, mais les problèmes de gouvernance traditionnels, tels que l'asymétrie d'information entre le gouvernement et les entreprises, les difficultés de transmission et de mise en œuvre des politiques, la lourdeur des procédures et la lenteur des décaissements, ont nui à leur efficacité. Face à l'épidémie de 2020, les collectivités locales ont mis en place des

mesures de soutien pour aider les entreprises à reprendre leurs activités. Cependant, nombre d'entre elles n'ont pas pu en bénéficier à temps, faute de les comprendre, bloquant ainsi la mise en œuvre finale des politiques. Le scénario « Qinqing en ligne » du Cerveau de la ville de Hangzhou propose une approche innovante : (1) une demande simplifiée ; (2) une approbation automatique ; (3) un paiement instantané (Figure 2-15) [26].

La plateforme « Qinqing en ligne » utilise le recoupement des données gouvernementales massives pour identifier intelligemment les entreprises éligibles et les mettre en relation proactivement avec les politiques préférentielles. Ce passage d'une logique où « les citoyens recherchent les politiques » à une logique où « les politiques trouvent les citoyens » témoigne d'une réingénierie des processus centrée sur l'humain et de capacités intelligentes pour atteindre les objectifs fixés. « Qinqing en ligne » intègre de multiples systèmes via une plateforme intelligente, rationalisant l'ensemble du processus : publication, interprétation, demande de déclaration et communication interactive des politiques. Cette plateforme transforme

la collaboration organisationnelle pour créer une capacité cohérente. Prenons l'exemple du programme de subvention par transfert spécial (appelé « Deux directement »), mis en place en urgence par l'État pour « atteindre directement le niveau local des villes et comtés et bénéficier directement aux entreprises et aux citoyens ». « Qinqing en ligne » a ainsi réalisé 360 000 vérifications de dossiers et 149 000 paiements en ligne en seulement 7 jours, avec un montant de 1,09 milliard de yuans déboursé instantanément, bénéficiant à de nombreuses micro-entreprises, PME et entreprises individuelles. Le montant cumulé des décaissements a dépassé les 100 milliards de yuans.

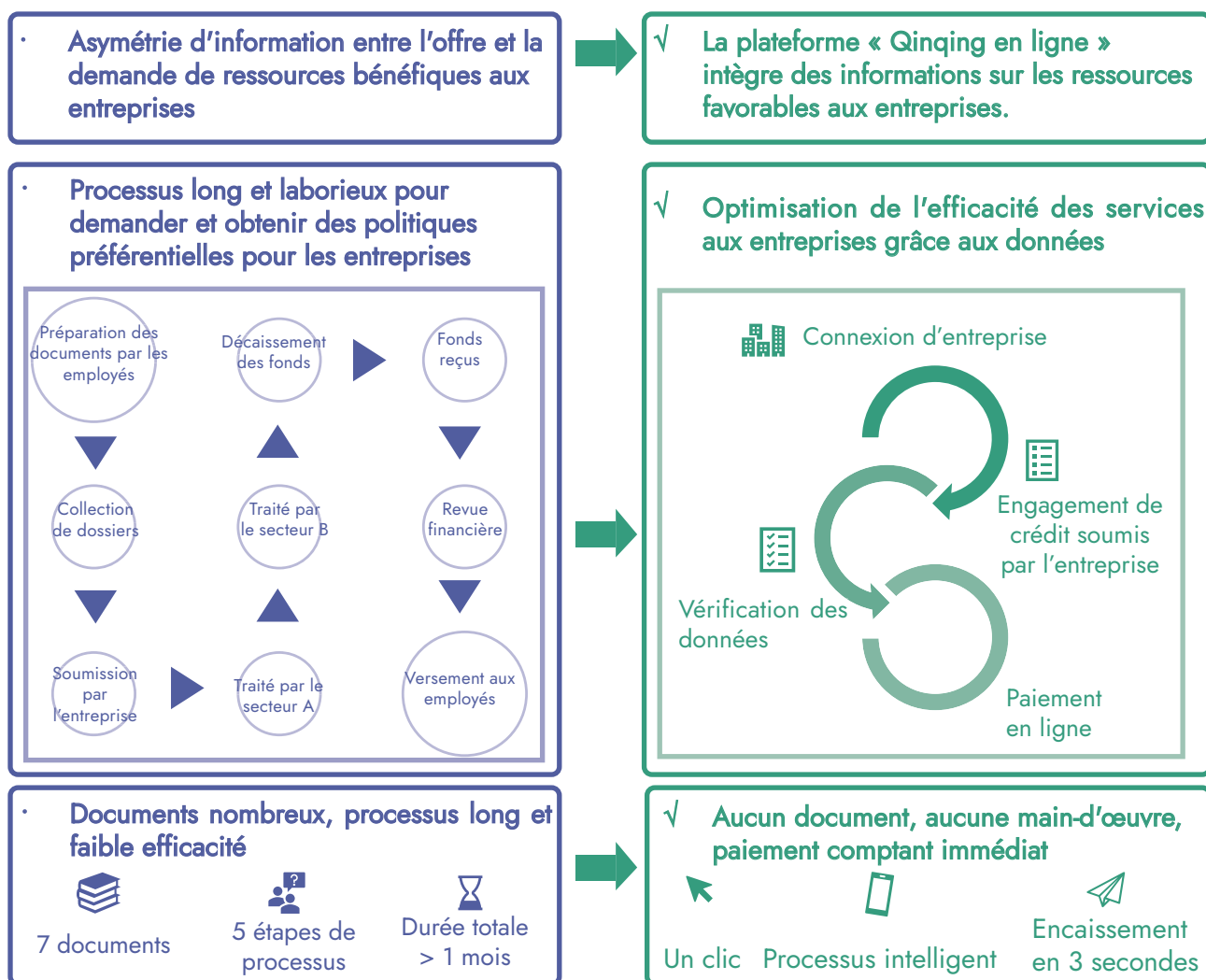


Figure 2-15 : Scénario « Qinqing en ligne » du Cerveau de la ville de Hangzhou

Source : Illustration réalisée par l'auteur



« Une heure de plus pour le tourisme »
 « Une heure de plus pour le tourisme » est un concept du secteur du tourisme culturel visant à permettre aux touristes de consacrer plus de temps à la découverte de la ville. L'expérience touristique étant au cœur du tourisme, le temps est une ressource précieuse. Longtemps, la gouvernance du tourisme culturel a souffert de décisions non scientifiques et de procédures d'enregistrement et de billetterie trop longues. Les calculs de Hangzhou montrent qu'accorder aux touristes une heure de plus pour le tourisme, la ville générerait en moyenne une augmentation annuelle d'environ 10 milliards de yuans des recettes touristiques. S'appuyant sur son « Cerveau de la ville », Hangzhou a élaboré un scénario de services touristiques complet à l'échelle de la ville pour « Une heure de plus pour le tourisme », afin d'améliorer la gouvernance des services et de résoudre les principales contradictions : du côté de la demande, il existe une contradiction entre les besoins personnalisés des touristes et la lenteur des modèles de services traditionnels ; du côté de l'offre, il existe une contradiction entre la fragmentation des ressources de services publics et commerciaux et l'adéquation précise aux besoins changeants des touristes. Du point de vue de la gouvernance, cela nécessite une collaboration entre de multiples départements tels que le tourisme culturel et la sécurité publique pour former une « ville dans son ensemble », ce qui explique également pourquoi le Cerveau de la ville continue d'évoluer et d'exercer ses capacités de collaboration globales (Figure 2-16).

Ce scénario réduit considérablement les temps d'attente à différentes étapes, notamment l'entrée aux parcs, l'enregistrement à l'hôtel, les correspondances de transport et la prise en charge des bagages. Il permet ainsi aux touristes de consacrer davantage de temps au tourisme, à la consommation et à l'expérience d'activités, optimisant ainsi l'allocation des ressources. Cette optimisation est le fruit d'améliorations intelligentes des services, rendues possibles par une collaboration multidimensionnelle. Grâce

au système centralisé de la ville, une intégration poussée des données provenant de multiples acteurs, tels que les entrées des sites touristiques, les systèmes de billetterie, les systèmes de gestion hôtelière et l'enregistrement, a été réalisée avec succès et appliquée à l'amélioration continue des services. Lors du développement de ce scénario, le gouvernement, en tant que chef de file, a mis en place des mécanismes de marché et mobilisé les acteurs économiques, en collaboration avec les entreprises pour fournir les services. Cela a permis aux touristes de prolonger leur séjour à Hangzhou d'une heure sans modifier la durée effective de leur visite, bénéficiant ainsi à un total de 10,4166 millions de touristes.

Cerveau du campus En 2021, l'Université de la ville de Hangzhou, s'inspirant du concept de « Cerveau de la ville », a exploré la construction d'un « Cerveau du campus », établissant une architecture basée sur « un cerveau unique gouvernant le campus et renforçant simultanément les capacités de tous ». Cette approche concrétise une vision centrée sur l'humain en « centrée sur l'étudiant », tout en répondant aux besoins des enseignants, des étudiants et de l'établissement dans son ensemble. La perspective urbaine holistique et la vision des ressources du « Cerveau de la ville » ont également inspiré l'application méthodologique du « Cerveau du campus » : premièrement, la prise en compte de l'ensemble des ressources ; deuxièmement, la prise de décision et son exécution au sein d'un processus entièrement intégré ; troisièmement, la coordination et l'intégration des infrastructures éducatives ; et quatrièmement, la construction d'une structure de gouvernance moderne et performante grâce aux capacités du « Cerveau du campus ». Ainsi, le « Cerveau du campus » a défini cinq grands scénarios opérationnels : administration numérique intelligente, développement étudiant, affaires professorales, recherche et innovation, et vie de campus intelligente. Ces scénarios englobent des sous-scénarios pratiques tels que l'« inscription simplifiée », le « cours en ligne »



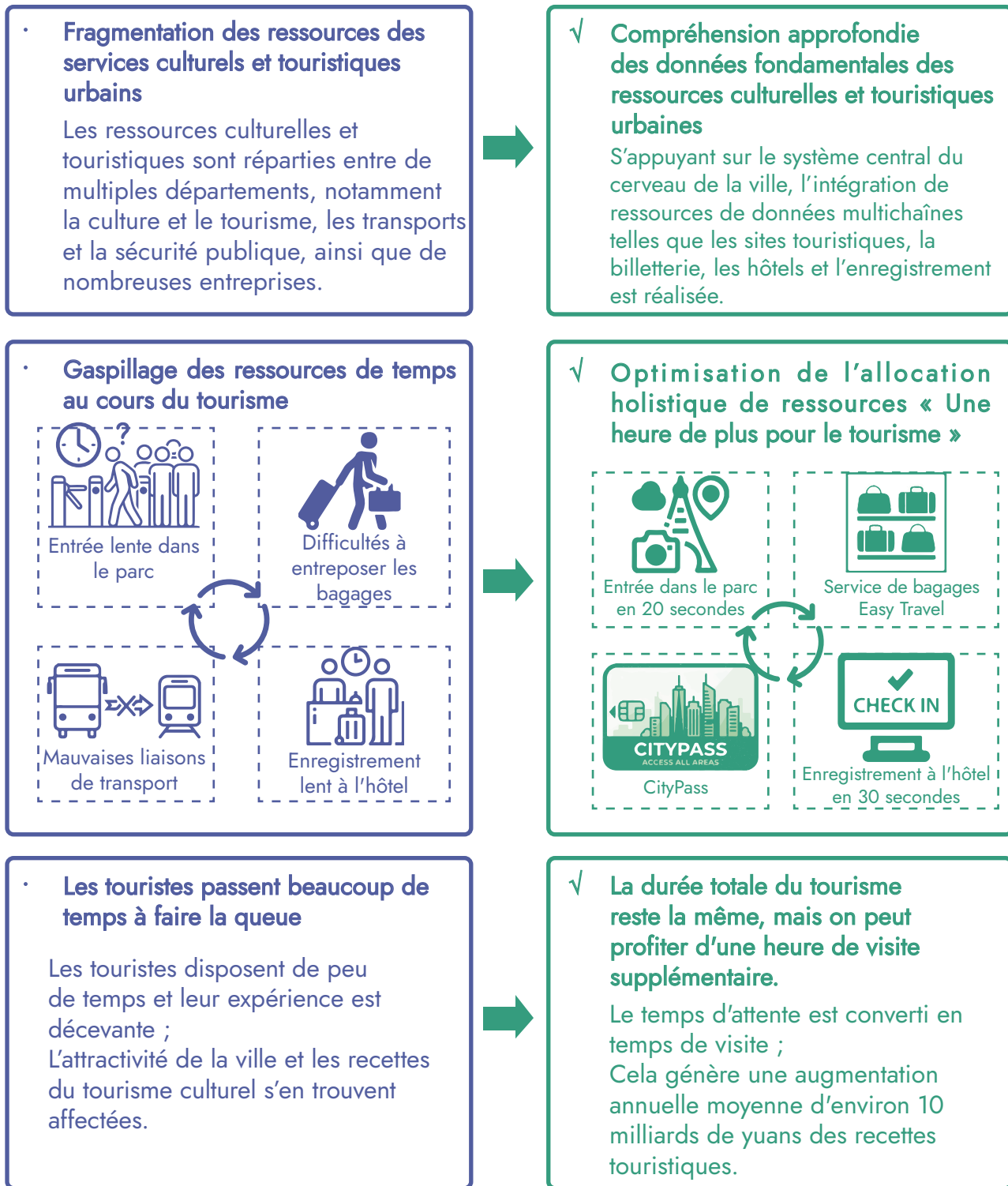


Figure 2-16 : Scénario « Une heure de plus pour le tourisme » du Cerveau de la ville de Hangzhou
 Source : Illustration réalisée par l'auteur



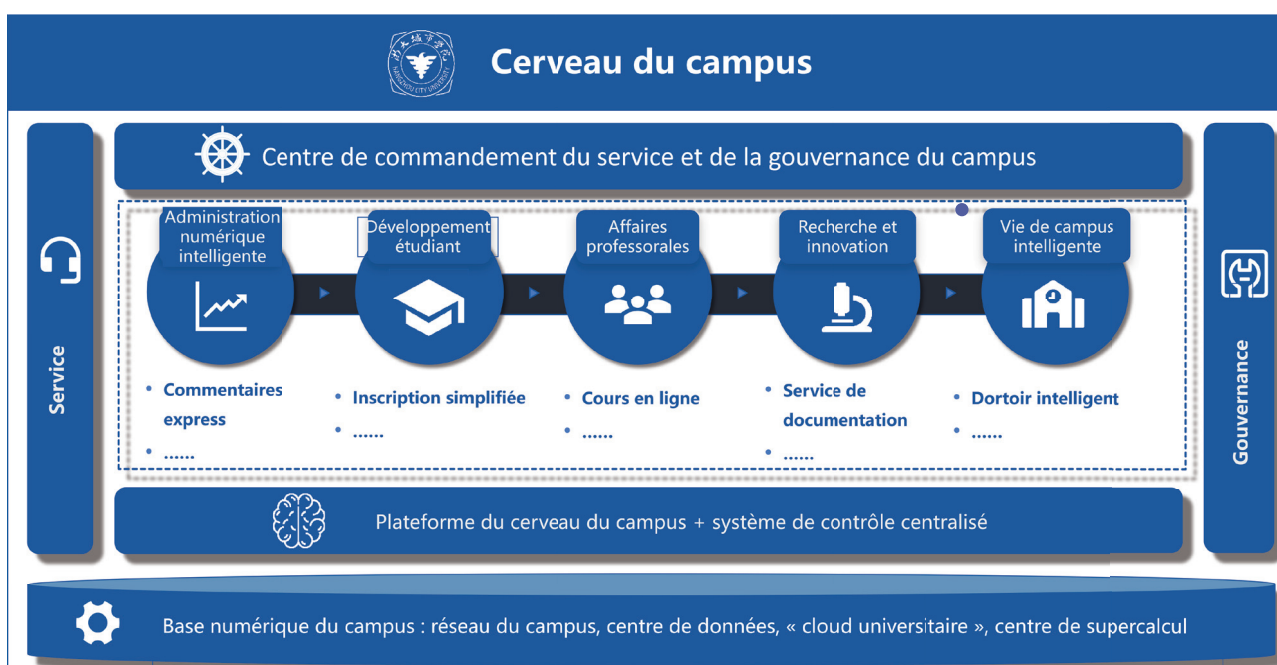


Figure 2-17 : Architecture du « Cerveau du campus » basée sur « un cerveau unique gouvernant le campus et renforçant simultanément les capacités de tous »

Source : Université de la ville de Hangzhou

et le « remboursement instantané des achats de livres ». Cela permet une gouvernance holistique et intelligente du campus, explorant l'allocation efficace des ressources éducatives et un développement durable de haute qualité (Figure 2-17).

Le « Cerveau du campus » est adapté à l'architecture intelligente générale du « Cerveau de la ville » et possède une capacité de généralisation combinant « capacité générale et adaptation à la spécialisation ». Il comprend six éléments clés : (1) Base numérique : en tant qu'infrastructure de données, elle couvre le réseau, les capteurs et d'autres ressources pour soutenir la collecte, la gestion et la gouvernance des données en temps réel ; (2) Système central : plateforme de décision et de gestion intelligente pour assurer la gouvernance des données, la communication interdépartementale et la prise de décision intelligente ; (3) Moteur intelligent : basé sur la puissance de calcul et une bibliothèque de modèles, il prend en charge l'entraînement et l'optimisation des algorithmes d'application multi scénarios et favorise l'intelligence de

l'éducation ; (4) Intelligence de scénarios : autour de l'enseignement et d'autres aspects, elle crée des scénarios de gouvernance types tels que « service d'emploi à guichet unique » pour promouvoir à la fois des avancées ciblées et une intégration systémique ; (5) Centre de commandement : une plateforme de visualisation permettant aux responsables aux niveaux de faculté et universitaire de suivre en ligne et d'aider à la décision concernant les données de gouvernance, et d'améliorer la transparence et l'exécution ; (6) Plateforme publique : couvrant l'authentification unifiée des identités et d'autres fonctionnalités pour assurer l'interconnexion des différents systèmes d'information^[100].

2.4.3 Inspirations de la pratique chinoise du cerveau de la ville

En Chine, la pratique généralisée de l'intelligence urbaine, fondée sur le concept de « Cerveau de la ville », ne se limite pas à la mise en œuvre de solutions techniques. Elle englobe également des inspirations profondes,





Figure 2-18 : Positionnement et expression spécifiques de la construction des scénarios centrée sur l'humain du cerveau de la ville de Hangzhou / Source : Illustration réalisée par l'auteur

transcendant la technologie elle-même, du point de vue de la cognition, de la méthodologie et des valeurs. Ces inspirations s'enracinent dans le contexte unique de l'urbanisation rapide et des contraintes de ressources propres à la Chine, formant une logique endogène qui impulse la transformation systémique des paradigmes du développement urbain. En 2025, la Conférence centrale sur le travail urbain a systématiquement proposé les principes fondamentaux du développement urbain à l'ère nouvelle, articulés autour d'une philosophie de développement centrée sur l'humain, du respect des lois du développement urbain et de la réalisation des « cinq coordinations »^[101]. Il s'agit également de la proposition de transformation de l'ère « intelligence artificielle + ville », répondant aux questions fondamentales de « construire quel type de ville et comment la construire » à l'ère de la « puissance de calcul ». Le « Cerveau de la ville », fruit de la pratique, est essentiel pour concrétiser cette conception de haut niveau et offre de précieuses perspectives pour le développement urbain.

(1) Gouvernance centrée sur l'humain : d'une gouvernance axée sur la technologie à une gouvernance axée sur les services

La logique fondamentale de l'approche centrée sur l'humain définit la manière dont l'intelligence urbaine doit être envisagée. Les applications concrètes du projet « Cerveau de la ville » en Chine illustrent un passage d'une approche axée sur la technologie et la gestion à une approche par scénarios et axée sur le service, qui appréhende profondément les besoins humains – un passage de la gestion au service. Par exemple, la fonction de « paiement simplifié » lors de la modernisation du système numérique d'un parking met l'accent sur l'efficacité de la gestion des tarifs, tandis que le scénario du « paiement après sortie » vise à simplifier la vie des automobilistes et à leur faire gagner du temps. Ce changement rompt avec l'inertie d'une gestion axée sur la technologie et s'oriente vers une reconstruction de la valeur centrée sur l'humain, rendant ainsi dignes d'être modifiées toutes les pratiques « familières mais négligées » (Figure 2-18).



(2) Une vision holistique de la ville : des services gouvernementaux à la ville dans son ensemble

Une vision holistique de la ville comme système urbain repose naturellement sur l'intelligence urbaine, qui exploite les données pour identifier les dysfonctionnements structurels. Par exemple, la quantification précise des véhicules urbains « sur la route » (qui ne représente qu'environ 10 % du parc automobile) permet d'établir une base scientifique pour optimiser l'espace, l'échelle et la structure industrielle. La régulation en temps réel des systèmes énergétiques et environnementaux contribue à un équilibre dynamique entre production, habitat et aménagement écologique. Le concept de « ville unifiée » implique non seulement de décloisonner les services et de faire de la gouvernance une entité collaborative, mais aussi que tous les acteurs urbains, y compris les pouvoirs publics, les entreprises et la société civile, œuvrent de concert pour une acquisition efficace de l'intelligence urbaine, permettant ainsi de prendre des décisions et des mesures pour une utilisation efficiente des ressources. Le scénario d'« enregistrement en 30 secondes » du « Cerveau de la ville » de Hangzhou, grâce à son système centralisé, permet une collaboration étroite entre six systèmes majeurs : le système d'enregistrement, le système de gestion hôtelière, le contrôle d'accès, le traitement des paiements, les réservations via les OTA et les ventes directes des hôtels. Prenons l'exemple d'un groupe hôtelier : le processus d'enregistrement, qui prenait auparavant en moyenne 5 minutes, a été considérablement réduit à 30 secondes. Les 258 hôtels du groupe à Hangzhou sont désormais connectés au système de tourisme culturel du Cerveau de la ville, accueillant plus de 15 000 personnes par jour, réduisant les coûts de main-d'œuvre de plus de 30 % et éliminant totalement les files d'attente aux heures de pointe. Seule une intelligence urbaine conçue selon une approche holistique peut permettre de tels scénarios.

(3) Comprendre la conservation des ressource

ces : de la compréhension des données de référence à l'utilisation efficace des ressources

Le concept de « Cerveau de la ville » en Chine trouve son origine dans une révolution de compréhension de la conservation des ressources. L'affirmation selon laquelle « une société économe en ressources est une révolution sociale » transcende la compréhension intuitive traditionnelle de la « conservation passive », guidant une transformation systémique vers une utilisation efficace des ressources et une transformation de la structure des ressources qui exploite les données pour améliorer l'efficacité de l'utilisation des ressources naturelles. Ce concept novateur s'est concrétisé en une proposition clé : la « Question du Cerveau de la ville » : 10 % des ressources urbaines existantes peuvent-elles soutenir le développement durable et de qualité de la ville ? Des exemples dans des villes comme Hangzhou ont apporté des réponses : sur le parc automobile, seuls 10 % des véhicules sont en circulation, tandis que les 90 % restants sont immobilisés ; l'enregistrement traditionnel à l'hôtel prend 300 secondes, mais après optimisation par les données, il ne prend plus que 30 secondes, réduisant ainsi le temps de traitement de 10 % (Figure 2-19). En 2020, Nanchang, s'appuyant sur des données dynamiques de perception à la minute près du trafic urbain, a levé les restrictions de circulation grâce à « une analyse approfondie des données de référence ». Là où il y a du travail, il y a des données ; la qualité des données est synonyme de qualité du travail. Les approches fondées sur les données permettent aux villes d'appréhender pleinement leurs ressources et leurs capacités, tandis que les innovations centrées sur l'utilisateur dans les systèmes de mesure urbains, comme le « volume de trafic » et l'« indice de congestion », fournissent aux autorités de transport des éléments pour prendre des décisions en matière de réduction des embouteillages et aident les citoyens à appréhender l'état du réseau routier en temps réel et à adapter leurs déplacements en conséquence. Cette convergence entre l'échelle de gouvernance et la perception de la situation



Redonner le contrôle du temps au peuple – d'un enregistrement de 300 secondes à un enregistrement de 30 secondes

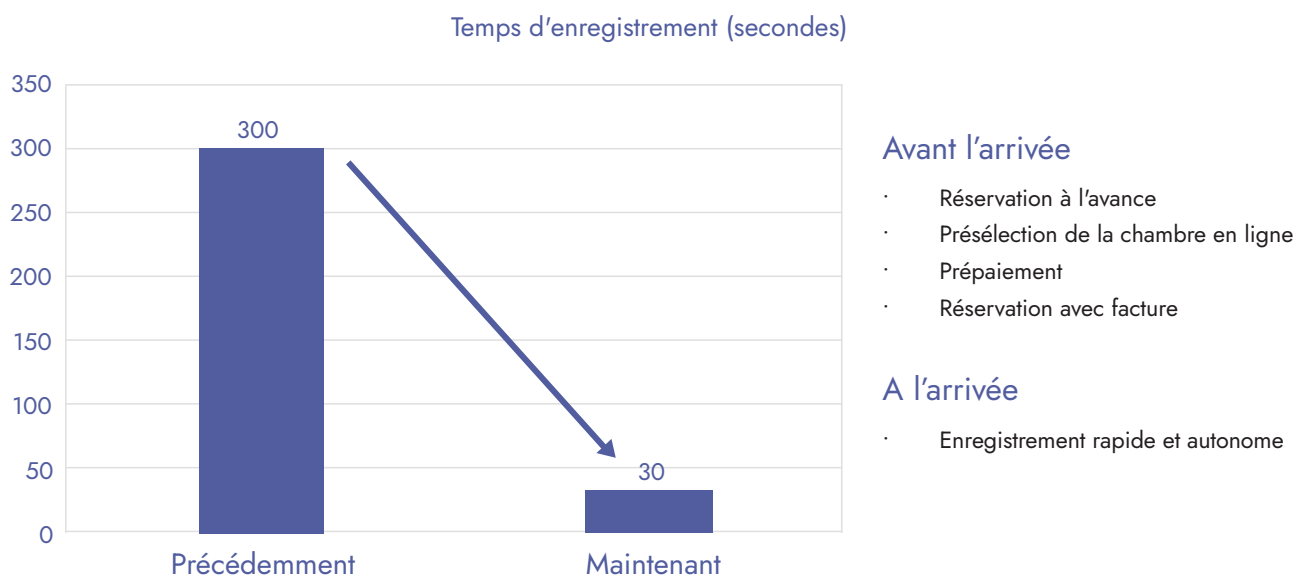


Figure 2-19 : Le concept d'« enregistrement en 30 secondes » du Cerveau de la ville de Hangzhou vise à faire gagner aux touristes des ressources de temps

Source : Illustration réalisée par l'auteur

démontre l'efficacité des données pour une gouvernance optimisée.

(4) Reconstruction de la confiance : Transformation intelligente vers la civilisation urbaine

La valeur civilisationnelle de la pratique du « Cerveau de la ville » réside dans la reconstruction de la confiance sociale et des mécanismes de crédit grâce à l'autonomisation par les données, et dans la culture d'un nouveau type de civilisation urbaine à l'ère numérique. Le passage du « paiement avant sortie » au « paiement après sortie » démontre que la confiance du gouvernement repose sur le crédit du peuple ; et que le crédit du peuple est le fondement de la civilisation urbaine.

À Hangzhou, le système « paiement après sortie » a permis d'accroître de 40 % l'efficacité de la rotation des véhicules dans les parkings. Plus de 99,5 % des automobilistes ayant activé ce service paient à temps ou de manière proactive, avec un taux de fraude extrêmement faible. Ceci confirme la logique comportementale selon laquelle « la

confiance engendre la bonne foi »^[102]. L'extension de cette confiance à la sphère sociale a permis, grâce au système de paiement après consultation médicale, de réduire de 35 % le temps d'intervention des secours d'urgence. Dans les projets « Qinqing en ligne » et « Accès direct aux moyens de subsistance », le mécanisme d'engagement et de vérification a posteriori favorise la mise en œuvre instantanée des politiques aux entreprises et aux particuliers, créant ainsi un cercle vertueux : « zéro dossier, zéro validation manuelle, zéro cycle de paiement et aucun impact négatif sur la solvabilité »^[103].

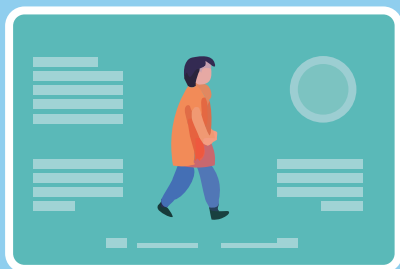
Ce nouveau type de confiance repose sur trois dimensions vérifiables : une transparence totale des processus au niveau des données, une prise de décision auditable au niveau des algorithmes et des résultats prévisibles au niveau du service. Lorsque la durée des feux de circulation est optimisée par un algorithme global et que les subventions sont distribuées automatiquement grâce à une mise en relation intelligente, la « bienveillance » du système devient une réalité objective et vérifiable. Cette



confiance, fondée sur la fiabilité du système, se transforme en capital social tangible : les entreprises sont disposées à investir car les politiques sont appliquées automatiquement, et les citoyens privilégient les transports écologiques car les données relatives aux places de stationnement sont précises et fiables. Chaque manifestation de confiance contribue à fluidifier le fonctionnement social, créant un « dividende de confiance » : indicateur clé du progrès de la civilisation urbaine et caractéristique de l'ère intelligente.

En définitive, la relation entre les citoyens et les villes évolue d'une logique de « gestion et obéissance » à une logique de « collaboration et évolution ». Les infrastructures urbaines intelligentes deviennent un moteur de réforme de la gouvernance (innovation institutionnelle et mécaniste) et de développement d'une culture humaniste, établissant un lien entre le gouvernement, la société et les citoyens et faisant évoluer la gouvernance d'une gestion unilatérale vers une cogouvernance multipartite. Grâce au partage de données, les citoyens deviennent les « points névralgiques » de l'intelligence urbaine, tandis que la ville, par des services précis, devient un « partenaire fiable » dans la vie des citoyens. Ce nouveau contrat, fondé sur la rationalité technologique et la bienveillance, permet aux villes de retrouver la chaleur et la vitalité d'une entité organique tout en préservant leur taille et leur efficacité, et de progresser véritablement vers une nouvelle forme de civilisation crédible et durable.





Feuille de route pour l'évolution de l'intelligence urbaine



Chapitre 3 Feuille de route pour l'évolution de l'intelligence urbaine

03



Pour promouvoir le développement durable par la construction de villes économes en ressources, la clé réside dans une transformation intelligente et holistique de la ville.

Les pratiques de Cerveau de la ville démontrent que le développement réussi de l'intelligence urbaine suit un processus en quatre étapes : « Transformation des valeurs → Construction d'une base de données → Validation de scénarios → Construction de la civilisation ».

Premièrement, une redéfinition des valeurs est nécessaire. Il est essentiel de bien comprendre que la ville est un tout, que les données sont la ressource décisive et que l'objectif de l'intelligence urbaine est de garantir une qualité de vie élevée et de promouvoir un développement urbain durable en optimisant l'utilisation des ressources.

Deuxièmement, il est essentiel de bien comprendre les données de référence et de quantifier précisément le flux et l'efficacité d'utilisation des ressources. Cette compréhension doit être abordée à trois niveaux : premièrement, les données de référence relatives aux ressources, telles que le volume de trafic, le taux de fuite du réseau d'eau et le taux de rotation des places de stationnement ; deuxièmement, les données de référence sur l'état opérationnel global de la ville, permettant un suivi en temps réel de ses indicateurs clés ; et troisièmement, les données de référence sur les données commerciales et leur qualité, transformant le travail quotidien en ressources de données de haute qualité. Concernant les actions clés, il est nécessaire d'établir un plan global et un cadre d'action par étapes, en s'appuyant sur la construction d'infrastructures intelligentes comme levier principal, en pilotant l'amélioration des infrastructures intelligentes et des systèmes de gouvernance par des approches basées sur des scénarios, et en mettant en place un système de sécurité et de garantie juridique pour l'intelligence urbaine.

Les approches par scénarios constituent une étape clé pour valider la valeur de l'intelligence urbaine. En sélectionnant des scénarios interdépartementaux performants, tels que « aucune restriction de la circulation urbaine » et « paiement après consultation médicale », et en utilisant les flux de données pour restructurer les flux de services, nous pouvons ainsi passer progressivement d'une intelligence spécifique à un scénario à une intelligence à l'échelle de la ville.

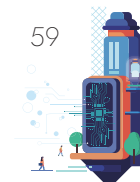
Enfin, lorsque l'intelligence urbaine deviendra une capacité intrinsèque de la ville, celle-ci bâtira une civilisation fondée sur la confiance, opérant une transformation profonde : de la « gouvernance locale » à l'« optimisation du système », de la « poursuite de l'échelle » à la « poursuite de l'efficacité », et des « contraintes de gestion » à l'« activation de la confiance ». Ce processus requiert la mise en place progressive d'un système d'intelligence urbaine intégrant données, modèles et puissance de calcul, complété par un système de sécurité et des garanties juridiques. La valeur ultime de l'intelligence urbaine peut être vérifiée par la « question du Cerveau de la ville » : 10 % des ressources urbaines existantes peuvent-elles soutenir le développement durable et de qualité de la ville, en réalisant une harmonie entre progrès technologique et valeur sociale.

3.1 Construire des villes économes en ressources grâce à l'intelligence urbaine

L'approche « Intelligence Artificielle + ville » vise à soutenir un développement urbain durable et de qualité, économe en ressources, grâce aux capacités de l'intelligence urbaine. Un rapport de recherche de l'Organisation des Nations Unies souligne que les villes économes en ressources peuvent réduire les coûts et l'impact environnemental tout en améliorant la productivité et l'innovation ^[104]. Pour atteindre cet objectif, les villes doivent disposer de capacités globales de connectivité et de gouvernance des données. Selon la définition de chercheurs tels que Roche, l'« intelligence urbaine » est la capacité à comprendre et à gérer les dimensions physiques et numériques des « espaces urbains interconnectés et complexes » ^[105]. Cela signifie que le simple déploiement de divers capteurs et technologies ne peut garantir la préservation des ressources. Ce n'est que lorsque les villes adoptent une vision globale de l'allocation des ressources que la véritable efficacité des technologies intelligentes peut être atteinte.

Les villes intelligentes traditionnelles sont

définies comme des lieux qui combinent les technologies de l'information et de la communication avec les infrastructures, les bâtiments, les objets du quotidien et même les citoyens afin de résoudre des problèmes sociaux, économiques et environnementaux ^[112]. Cependant, sans stratégie intelligente globale, ces technologies ne déploient souvent que des efforts localisés et ne peuvent améliorer fondamentalement l'efficacité de l'utilisation des ressources. Par conséquent, l'intelligence urbaine ne doit pas se concentrer uniquement sur l'investissement technologique, mais aussi sur la manière dont la technologie peut favoriser l'optimisation globale et systémique de la ville. Cette idée rejoint le concept d'« intelligence terrestre » proposé par l'Organisation mondiale d'observation de la Terre (GEO) (Figure 3-1). L'organisation souligne que l'« intelligence terrestre » est le processus de transformation des données d'observation brutes en informations exploitables ^[72]. Nous sommes passés d'une simple observation de la Terre à un engagement total envers le renseignement géospatial, diffusé à l'échelle mondiale. Cette transition des données et de l'observation vers le renseignement est délibérée, car nous savons que les données seules ne suffisent pas à déclencher des actions ^[106]. Le développement de l'intelligence urbaine doit également privilégier l'évolution des données vers des



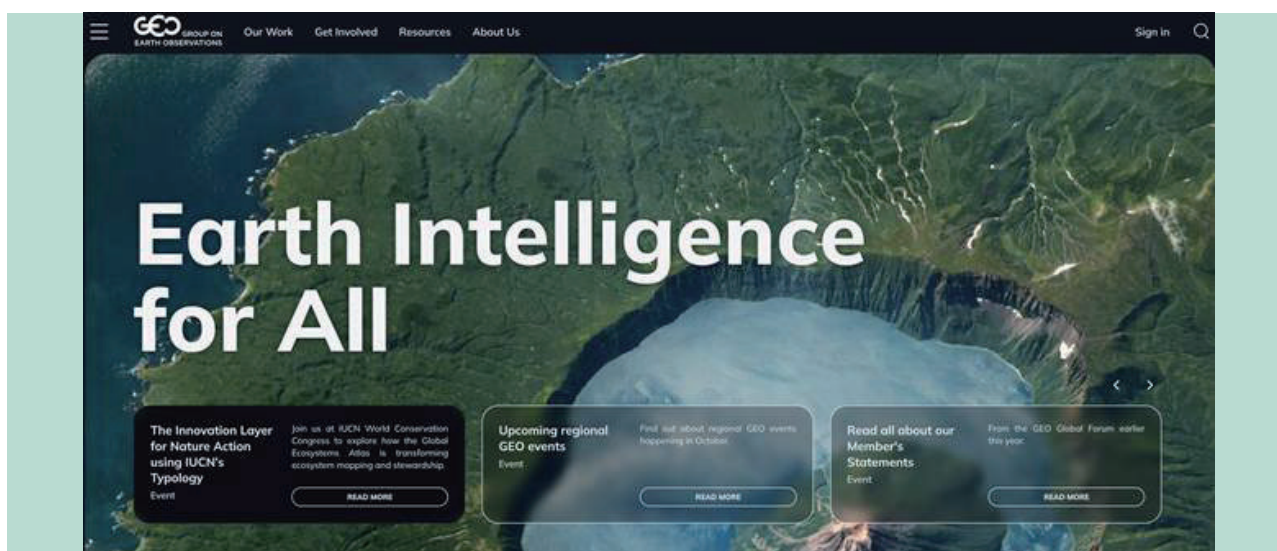


Figure 3-1 : « Intelligence terrestre » proposée par l'Organisation mondiale d'observation de la Terre (GEO)
 Source : Organisation mondiale d'observation de la Terre (GEO)

connaissances approfondies : les volumes massifs de données urbaines ne peuvent véritablement révolutionner l'efficacité des ressources qu'en étant transformés en informations exploitables pour la prise de décision grâce à l'analyse avancée des données, à l'intelligence artificielle et à d'autres moyens, plutôt que de rester au stade de la simple accumulation. Ce n'est qu'en intégrant les technologies intelligentes à la logique opérationnelle globale des villes que celles-ci pourront dépasser les cloisonnements départementaux et systémiques et parvenir à une allocation optimisée des ressources de manière transversale.

Cette stratégie de promotion de la conservation des ressources par l'intelligence urbaine constitue également un prérequis technologique essentiel à la réalisation du développement durable. Comme mentionné précédemment, l'efficacité des ressources doit être envisagée dans le cadre du développement humain^[11]. Le Nouvel Agenda urbain des Nations Unies prône l'inclusion de tous et des villes inclusives, sûres, résilientes et durables. La construction de l'intelligence urbaine doit viser à améliorer le bien-être des populations et intégrer l'inclusion sociale et les bénéfices écologiques dans

la planification globale. Ce changement de perspective permettra aux villes d'être centrées sur l'humain, répondant ainsi aux besoins croissants et aux responsabilités liées à la limitation des ressources, et inaugurant une nouvelle ère de développement urbain durable.

L'intelligence urbaine se décline en trois niveaux de développement : (1) Applications de base : forme élémentaire, elle désigne l'application de l'intelligence artificielle à des tâches ou des services spécifiques de la ville, comme la reconnaissance des feux de circulation, l'analyse de la vidéosurveillance et autres applications monofonctionnelles. Cette forme résout principalement des problèmes techniques précis, mais, du fait du cloisonnement des données et des barrières interdépartementales, elle peine à instaurer une collaboration systématique et ne peut fournir que des solutions techniques locales. (2) Scénarios : forme avancée, elle s'appuie sur des scénarios d'application spécifiques pour élaborer des solutions systématiques adaptées à des contextes de gouvernance urbaine particuliers, en intégrant des données multi sources et des connaissances du domaine. (3) Intelligence urbaine : forme encore plus avancée, elle vise une gouvernance collaborative globale, transver-

sale aux différents domaines, services et niveaux, grâce à la mise en place d'un réseau de données à l'échelle de la ville et d'un moteur d'intelligence urbaine. Ces trois niveaux représentent également trois perspectives ; leur progression n'est donc pas nécessairement linéaire et ils peuvent même coexister. Les scénarios incluent indéniablement l'application des technologies intelligentes, et l'intelligence urbaine et ses applications, des scénarios à la vision d'ensemble, sont étroitement liées et se renforcent mutuellement.

3.2 Compréhension approfondie des données de référence : une condition préalable essentielle

Comprendre les données de référence n'est pas une simple tâche statistique, mais bien la pierre angulaire et le prérequis essentiel de l'intelligence urbaine. Il s'agit d'utiliser une approche fondée sur les données pour mesurer avec précision et en temps réel l'état opérationnel et les ressources de la ville, considérés comme un tout cohérent et selon des dimensions spécifiques. Ce faisant, on transforme une gestion approximative, vague et empirique, en une gestion précise, quantifiable et basée sur la connaissance. Comprendre les données de référence implique principalement de les appréhender à trois niveaux : les ressources, l'état opérationnel global de la ville et les données elles-mêmes.

Premièrement, il faut disposer de données de référence sur les ressources, leurs flux et leur efficacité d'utilisation – autrement dit, les données de base relatives aux ressources. Par exemple, combien de routes compte une ville ? En matière de circulation, il ne s'agit pas seulement du nombre de voitures, mais aussi du nombre de véhicules en circulation en temps réel – le volume de trafic « actif ». Comprendre ces données de référence permet de prendre des décisions comme la levée des restrictions de circulation. Prenons l'exemple des

flux de ressources telles que l'eau et l'électricité. Comprendre ces données de référence, c'est savoir quelle quantité d'eau fuit de la station de traitement jusqu'au robinet de l'utilisateur dans le réseau de distribution. Sans connaître le taux de fuite, une véritable conservation des ressources est impossible. Vient ensuite la gestion spatiale, c'est-à-dire la compréhension du taux de rotation réel des places de stationnement et de l'utilisation en temps réel des espaces publics. À Hangzhou, où un seul parking est prévu pour toute la ville, le décompte du nombre total de places de stationnement et le calcul de l'« indice de stationnement » relèvent de cette méthode.

Deuxièmement, il faut connaître l'« état opérationnel global de la ville » comme état de référence. L'objectif est de répondre à la question : « À l'heure actuelle, notre ville est-elle globalement en bonne santé ou en difficulté ? » Concernant l'indice de vitalité de la ville, par exemple, pendant la pandémie, le nombre de véhicules en circulation en temps réel reflète le rythme de reprise de l'activité économique urbaine ; qu'il y ait 50 000 ou 500 000 véhicules sur les routes reflète directement la fréquence de l'activité de la ville. En termes d'offre et de demande de services publics, il évalue si les capacités des hôpitaux, des écoles et des guichets administratifs correspondent en temps réel à la demande. De plus, il examine les indicateurs de résilience du système, évaluant la résilience et la rapidité de rétablissement des principaux systèmes urbains face à des situations d'urgence telles que des pluies torrentielles et des pandémies. Cela permet aux gestionnaires de la ville de surveiller les « signaux vitaux » de la ville en temps réel, à l'instar d'un médecin qui interprète un électrocardiogramme, ce qui permet de passer d'une « gouvernance passive » à une « gouvernance proactive ».

Troisièmement, il y a la question fondamentale des « données d'entreprise et de leur qualité », ou données de référence. Celles-ci constituent le socle et la garantie de la réalisation des deux premiers niveaux, visant à répondre à la question :



« Quelle est la qualité des données générées par notre travail quotidien ? » Là où il y a du travail, il y a des données. Chaque processus métier au sein des administrations, des entreprises et de la société est en soi une source de données. « Pas de données » revient à admettre qu'« aucun travail efficace n'a été accompli ». La qualité des données est le reflet de la qualité du travail : des données inexactes ou obsolètes témoignent de processus métier chaotiques et d'un manque de rigueur managériale. La compréhension de ces données de référence oblige les administrations à repenser leurs processus métier et à moderniser leur gouvernance. L'objectif principal est de décloisonner les données, en transformant les données d'entreprise des différents services en un « carburant » de haute qualité pour l'analyse et la prise de décision à l'échelle de la ville. Sur cette base, les administrations, les entreprises et la société collaborent pour présenter une vision globale des données, tant de premier plan que de longue traîne, au service d'une gouvernance holistique.

Pour comprendre les données de référence, l'ouverture et le partage des données sont indispensables. Actuellement, les villes du monde entier accélèrent le rythme de l'ouverture des données afin de jeter les bases d'une gestion intelligente des ressources. La « Perspective des villes intelligentes mondiale 2024 » de l'Organisation des Nations Unies souligne que le développement des villes intelligentes à travers le monde s'oriente vers une approche centrée sur l'humain, nécessitant une grande quantité de données quantitatives et qualitatives ^[107]. À cette fin, de plus en plus de villes ont mis en place des plateformes de données ouvertes pour partager des données telles que le trafic, la consommation d'énergie et d'eau, ainsi que la couverture des espaces verts, aidant ainsi les gestionnaires municipaux à appréhender les indicateurs fondamentaux de la consommation des ressources. Ces données ouvertes constituent une base de données massives permettant aux villes de prendre des décisions éclairées et fournissent le soutien nécessaire aux applications

d'intelligence artificielle ultérieures.

Parallèlement, le développement de l'intelligence artificielle a posé des bases solides pour l'intelligence urbaine. Comme le soulignent les recherches les plus récentes, les avancées technologiques telles que les modèles d'intelligence artificielle et les agents intelligents autonomes offrent une opportunité de transformation profonde pour repenser l'aménagement urbain : ces technologies peuvent générer des scénarios futurs alternatifs, comprendre des données textuelles et visuelles complexes et servir d'assistants intelligents pour la planification urbaine ^{[108][109]}. Comparés aux méthodes de planification traditionnelles basées sur des règles, ces modèles fondamentaux d'intelligence artificielle permettent, pour la première fois, aux villes d'optimiser l'allocation globale des ressources, de la conception stratégique à l'optimisation en temps réel. Les villes peuvent utiliser ces modèles fondamentaux pour un pré-entraînement sur des données massives et multi-sources afin de constituer des graphes de connaissances et des modèles fondamentaux à l'échelle de la ville, offrant ainsi des capacités d'intelligence générale pour la prise de décision urbaine.

Partant de ce constat, les villes devraient parvenir à une allocation globale des ressources et à une véritable révolution en matière d'efficacité. Les recherches existantes ont démontré que l'application de l'intelligence artificielle à des domaines clés tels que l'optimisation des itinéraires de transport public, l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments, la gestion des embouteillages et des émissions peut contribuer à créer des villes plus résilientes, sobres en carbone et économes en ressources ^[110]. De plus, l'intelligence urbaine pilotée par l'IA peut permettre une optimisation synergique des enjeux mondiaux tels que les transports, l'énergie et la pollution, tout en réduisant les besoins en ressources.

La Figure 3-2 illustre la répartition spatiale des

À l'intérieur du deuxième périphérique de Pékin

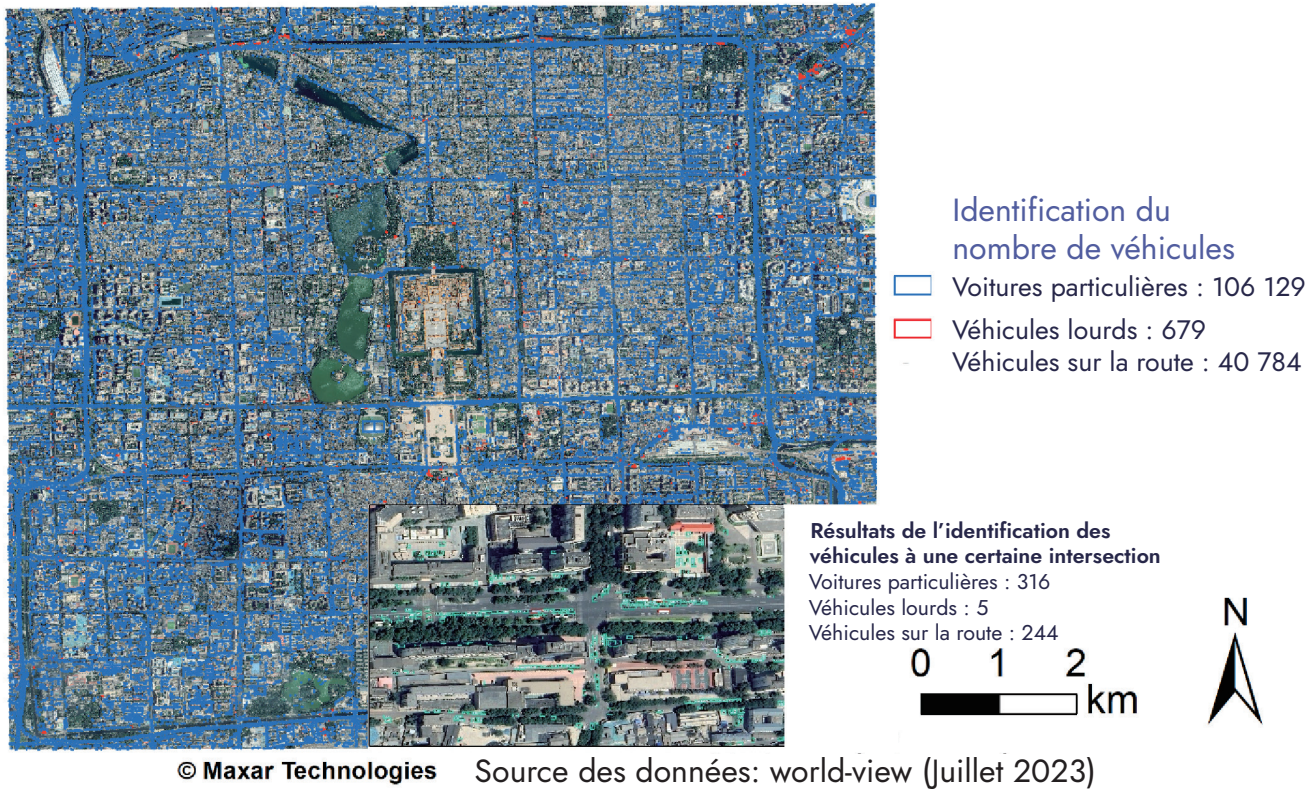


Figure 3-2 : L'association de données de télédétection satellitaire et de modèles d'IA offre une solution d'observation urbaine à faible coût : l'identification du nombre de véhicules urbains sur la route en est un exemple

Source : Illustration réalisée par l'auteur à partir des données de télédétection satellitaire World-View3.

véhicules urbains et leur nombre sur la route, d'après les données de télédétection satellitaire. Prenons l'exemple du deuxième périphérique de Pékin : on y dénombre 106 129 voitures et 679 poids lourds, soit un total de 106 808 véhicules, dont 40 784 circulent sur la route. Aux heures de pointe, le nombre réel de véhicules en circulation sur ce périphérique est inférieur à 50 000. Malgré d'importants embouteillages, une grande partie de l'espace routier est sous-utilisée. Ce phénomène de congestion, conjugué à un gaspillage des ressources routières, oblige les urbanistes à repenser leur approche : la cause première de la congestion n'est pas le nombre absolu de véhicules, mais plutôt l'inefficacité de la coordination du système. Améliorer la gouvernance et optimiser la coordination du système sont plus importants que la simple mise en place de restrictions de circulation et de quotas de plaques d'immatriculation qui limitent la liberté de déplacement des

citoyens.

La Figure 3-3 présente le nombre total de véhicules et le nombre de véhicules en circulation dans plusieurs grandes villes, identifiées à partir des données de télédétection satellitaire fournies par Google Earth : par exemple, le 24 juin 2025, Bogota comptait 153 391 véhicules en circulation, soit 42,04 % du total ; le 19 juin 2025, Paris comptait 100 748 véhicules en circulation, soit 68,61 % du total ; le 17 juin 2025, New York comptait 854 858 véhicules en circulation, soit 47,32 % du total ; le 5 juin 2025, Shanghai comptait 907 929 véhicules en circulation, soit 29,69 % du total ; le 24 septembre 2025, Nairobi comptait 51 069 véhicules en circulation, soit 22,85 % du total. Le 24 septembre 2025, Dubaï comptait 200 362 véhicules en circulation, soit 28,65 % du total. À l'exception de Paris, où le nombre de véhicules en circulation dépasse la moitié



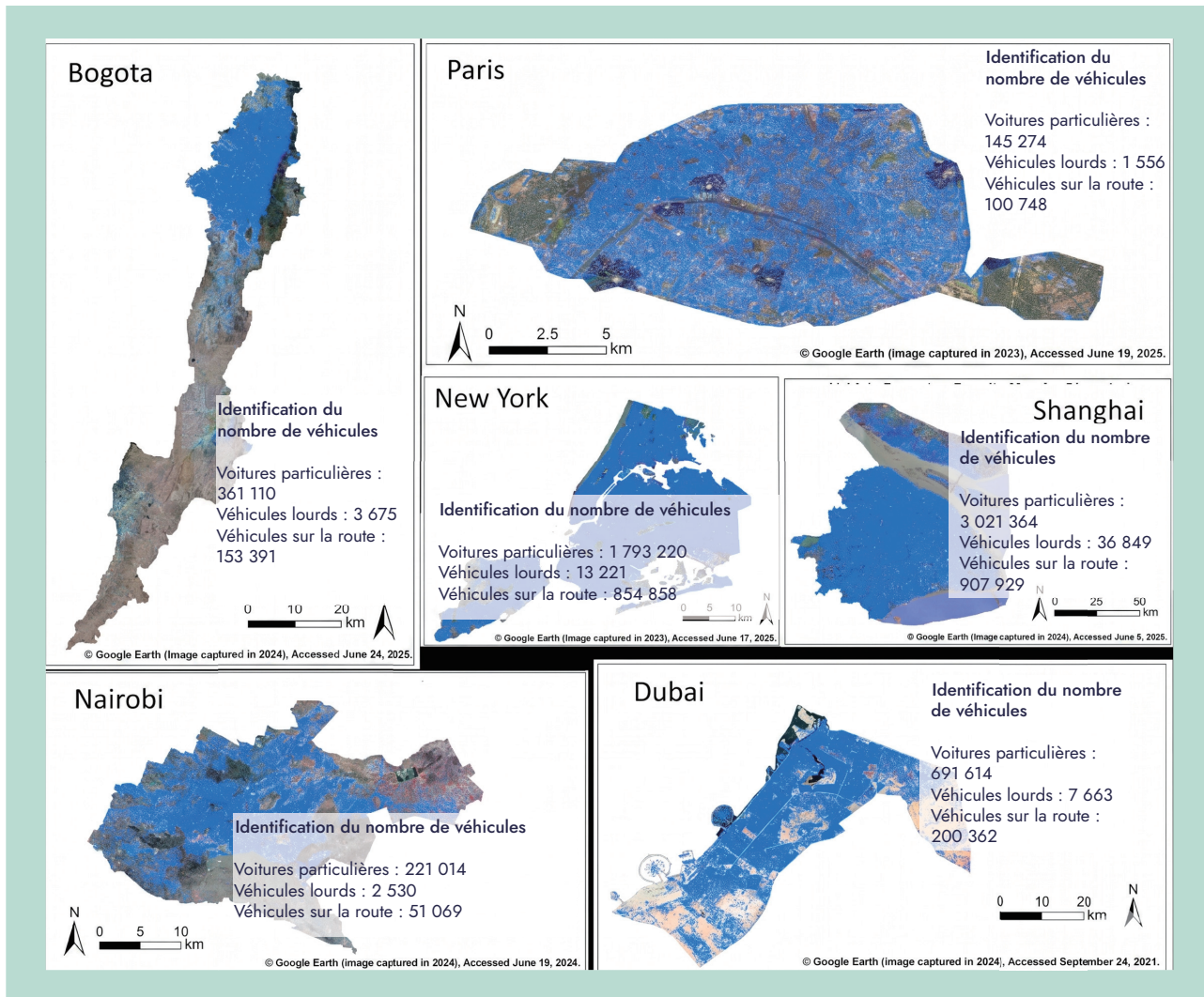


Figure 3-3 : Compréhension des données de référence à partir de données de télédétection satellitaire et de modèles de détection physique : surveillance du nombre de véhicules en circulation dans des villes représentatives du monde

Source : Illustration réalisée par l'auteur à partir de données de télédétection satellitaire fournies par Google Earth

du nombre total de véhicules, dans les autres villes, ce ratio est inférieur à la moitié, voire au tiers, du nombre total de véhicules. Si on le compare au parc automobile réel d'une ville, ce ratio serait encore plus faible. Par conséquent, la compréhension des données de référence est une compétence fondamentale de l'intelligence urbaine. Selon que les décisions de gouvernance soient fondées sur le parc automobile ou sur le nombre de véhicules en circulation en temps réel, l'allocation des ressources variera considérablement, déterminant si la ville sera construite et développée de manière excessivement gourmande en ressources ou, au

contraire, de manière plus économique et efficace.

À l'avenir, la baisse des coûts technologiques favorisera davantage la préservation des ressources. La popularité croissante des technologies libres a réduit la dépendance des villes aux équipements coûteux. Par exemple, grâce à la réduction significative des coûts de lancement et de fabrication des satellites, des économies d'échelle ont été réalisées, et les coûts de fabrication et de lancement des petits satellites commerciaux sont tombés à quelques dizaines de milliers de dollars^[11]. La télédétection satellitaire et d'autres technologies permettent d'acquérir



des données panoramiques des villes à grande échelle et à faible coût. Les réseaux de capteurs distribués et peu coûteux (tels que les capteurs de qualité de l'air) ont également considérablement amélioré la couverture des données^[112]. Parallèlement, de plus en plus de satellites d'observation de la Terre publient des images multispectrales, fournissant ainsi gratuitement des données d'observation pour la surveillance de l'occupation des sols urbains, de la végétation, des îlots de chaleur, etc. Cela signifie que toutes les villes du monde peuvent partager les coûts d'acquisition de données spatiales et parvenir à un partage universel des ressources d'observation de la Terre de haute qualité. Les villes en développement peuvent également obtenir des informations environnementales et infrastructurelles de base sans avoir recours à des capteurs au sol onéreux. En combinant les données générées par les réseaux de capteurs et les terminaux intelligents existants en ville, il est possible d'appréhender la situation de base et de constituer conjointement une base de données exhaustive pour l'utilisation des ressources urbaines, jetant ainsi les bases d'une gestion durable de ces ressources. Grâce à l'intelligence urbaine, de plus en plus de villes ont aujourd'hui accès à des opportunités de développement accéléré, réalisent une transformation permettant des économies de ressources et prennent l'initiative en matière de développement futur.

3.3 Orientations pour la mise en œuvre de l'intelligence urbaine

L'intelligence urbaine constitue le socle des villes intelligentes, et le concept de « Cerveau de la ville » en est un exemple. Pour qu'une ville ordinaire acquière cette « intelligence urbaine » et parvienne ainsi à un développement de qualité, centré sur l'humain et économe en ressources, il ne s'agit pas simplement d'acquérir des technologies, mais d'une véritable révolution de la gouvernance et d'un projet systémique.

3.3.1 Quatre étapes de la mise en œuvre de l'intelligence urbaine

Étape 1: Redéfinition des valeurs et perspective commune

La redéfinition des valeurs et une perspective commune sont les pierres angulaires de la transformation. Avant d'investir dans la technologie, une évolution des valeurs et des perceptions est indispensable. Premièrement, il est essentiel d'établir le concept fondamental de « ville dans son ensemble » afin d'éviter la fragmentation et une gouvernance cloisonnée. Les problèmes urbains, tels que les embouteillages, ne relèvent pas de la seule responsabilité d'un service, mais résultent d'un système complexe impliquant la planification, la construction, la gestion et les comportements des citoyens. Les gestionnaires doivent comprendre que les frontières départementales relèvent de la spécialisation professionnelle, mais que le fonctionnement de la ville doit être holistique. Deuxièmement, il est crucial de comprendre que « les données sont une ressource déterminante » : leur valeur doit être valorisée au même titre que le foncier et le capital. Les données ne sont pas un sous-produit des systèmes informatiques, mais un résultat fondamental du travail lui-même. Troisièmement, l'objectif ultime de l'« intelligence urbaine » doit être clairement défini : garantir une qualité de vie élevée et promouvoir un développement urbain durable grâce à une utilisation optimisée des ressources.

Étape 2 : Compréhension des données de référence et constitution d'une base de données

Comprendre les données fondamentales des ressources urbaines est essentiel pour développer les « sens numériques » d'une ville. Il s'agit de l'étape pratique la plus décisive et exigeante en termes de patience, visant à rendre la ville « claire » plutôt que « floue ». Concrètement, cela implique la construction d'une infrastructure



urbaine intelligente. Les étapes clés sont les suivantes : **1) Sélectionner les domaines prioritaires pour la collecte des données fondamentales** : par exemple, en commençant par les transports, comme à Hangzhou, recenser le nombre de voitures et de places de stationnement. Il s'agit également d'obtenir une perception en temps réel du volume de trafic, d'inventorier les ressources clés et de surveiller les flux et les pertes d'eau, d'électricité et d'énergie. **2) Créer une plateforme de données à l'échelle de la ville** : centraliser les données fondamentales provenant de différents services et domaines sur une plateforme unifiée. Il ne s'agit pas d'un simple transfert de données, mais bien de leur standardisation, de leur intégration et de leur traitement informatique en temps réel. **3) Installation de l'infrastructure informatique** : tout d'abord, utiliser au mieux l'infrastructure existante, puis construire de manière appropriée l'informatique en nuage, les centres de calcul et d'autres infrastructures en fonction du principe de nécessité, en faisant des services publics de base comme le réseau électrique, fournissant la force nécessaire au traitement de quantités massives de données.

Étape 3: Approches par scénarios et gouvernance holistique

Les solutions basées sur des scénarios aident les villes à perfectionner leurs capacités d'intelligence pratique, en résolvant des problèmes que les méthodes traditionnelles de gouvernance urbaine ne peuvent traiter. Après avoir acquis une compréhension de base de la situation, des avancées significatives sont réalisées dans les scénarios où les difficultés rencontrées par les citoyens sont les plus marquées et où la collaboration interdépartementale est la plus urgente. L'« intelligence » de ces scénarios à petite échelle permet ainsi de valider la valeur d'une gouvernance intelligente et holistique. Des scénarios de référence sont sélectionnés, tels que la « gestion des embouteillages », le « paiement après consultation médicale » et le « paiement après sortie », qui partagent des caractéristiques communes : l'implication de

plusieurs services et de processus complexes, mais une expérience et un bénéfice concrets pour les citoyens. De plus, le flux de données favorise la restructuration des processus métier : par exemple, le scénario d'« enregistrement en 30 secondes » de Hangzhou a permis de repenser les processus de collaboration entre l'administration et les entreprises, améliorant considérablement l'efficacité des services et l'expérience utilisateur ; la levée des restrictions de circulation à Nanchang, suite à une analyse approfondie de la situation du trafic dans la ville, est un modèle de gouvernance intelligente et holistique. Il ne s'agit plus d'optimiser une seule intersection, mais plutôt d'une approche de gouvernance systémique fondée sur une compréhension globale de la dynamique du trafic dans toute la ville.

Étape 4 : Émergence de l'intelligence et construction de la civilisation

Cette étape évoluera vers une forme plus avancée d'« intelligence urbaine ». Lorsque les données seront suffisamment solides et que la collaboration interdépartementale deviendra la norme, l'intelligence urbaine, au sens holistique du terme, commencera à émerger et à tendre vers l'objectif ultime d'un développement économe en ressources. **1) De la « gouvernance » à l'« optimisation »** : Le système ne se contente plus de résoudre les problèmes immédiats, mais commence à anticiper et à optimiser l'ensemble. Par exemple, il peut simuler de manière proactive l'impact global d'une nouvelle politique sur les transports, l'environnement et l'économie, contribuant ainsi à une prise de décision éclairée. **2) De l'« optimisation » à l'« autonomisation »** : L'intelligence urbaine devient une plateforme ouverte qui sert non seulement les pouvoirs publics, mais autonomise également les entreprises et les citoyens. Les entrepreneurs peuvent utiliser les données de trafic ouvertes pour développer de nouvelles applications ; les citoyens peuvent obtenir des conseils personnalisés en matière de voyages, de santé et de bien-être. **3) La mise en place d'un mécanisme de**

confiance et d'une civilisation numérique : Grâce à l'intelligence urbaine, une confiance mutuelle s'instaure entre les pouvoirs publics, les citoyens et les entreprises ; la confiance des pouvoirs publics engendre la bonne foi des citoyens, et la bonne foi des citoyens est le fondement de la civilisation urbaine. La pratique consistant au « paiement après consultation médicale » contribue précisément à bâtir une société de confiance fondée sur les données. Lorsque la confiance devient le lubrifiant du fonctionnement social, les coûts de transaction pour l'ensemble de la société diminuent considérablement, le niveau de civilisation augmente et nous nous engageons véritable-

ment sur la voie d'un développement durable et de haute qualité, respectueux des ressources.

Quels que soient les moyens dont elle dispose ou son stade de développement, l'évolution de toute ville vers l'« intelligence urbaine » suit essentiellement un processus par étapes suivantes : « perspective commune → constitution d'une base de données → vérification de scénarios → construction de la civilisation ». Ce processus exige que les bâtisseurs de la ville partagent une vision commune, intègrent profondément la technologie dans le cadre de gouvernance et visent finalement non pas à devenir une « ville de machines » froide et impersonnelle, mais

Quatre étapes de la mise en œuvre de l'intelligence urbaine

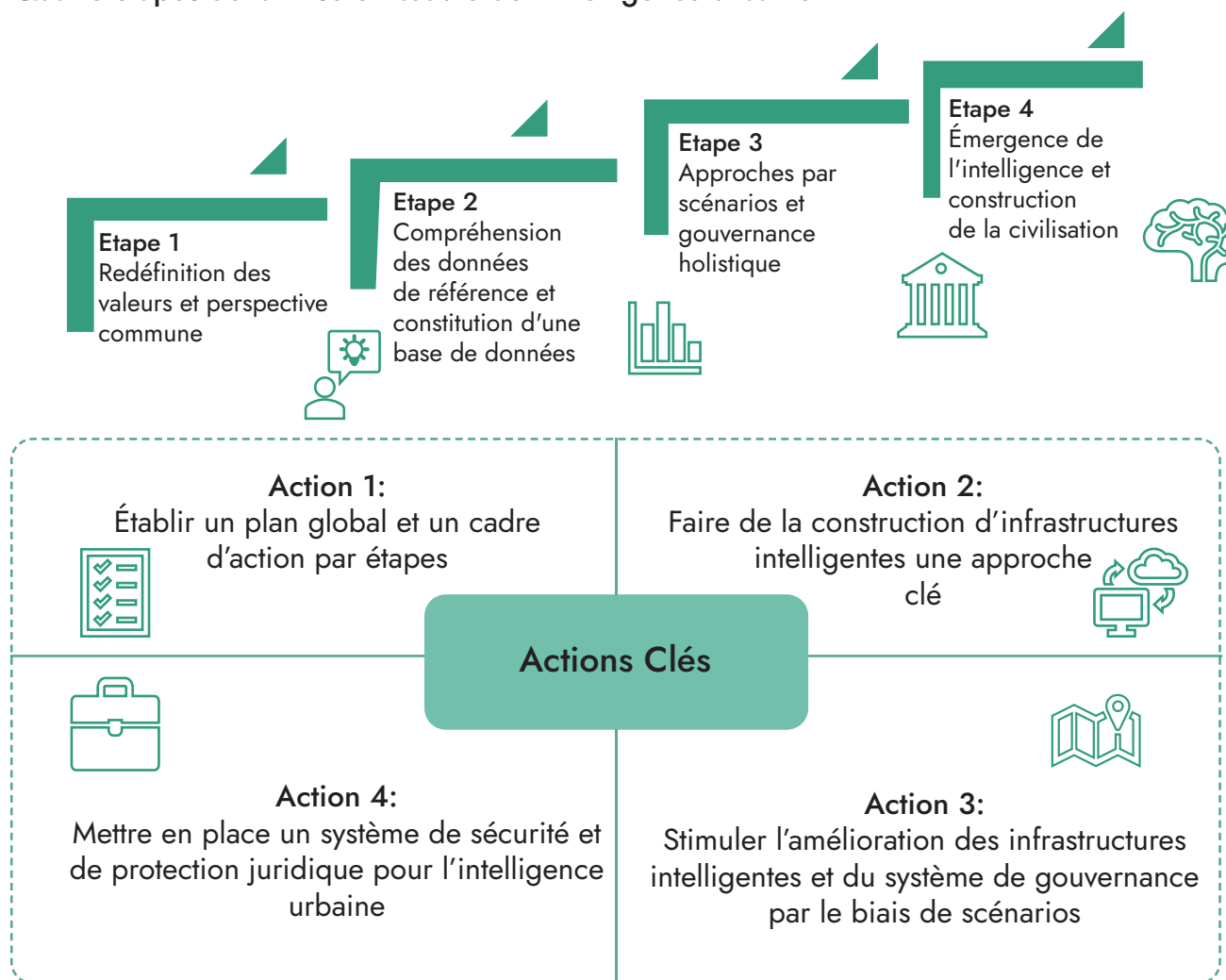


Figure 3-4 : Étapes de la construction de l'intelligence urbaine et actions clés / Source : illustration réalisée par l'auteur



Vue panoramique des technologies « IA + Ville »		
Domaine	Technologies	Capacités clés
Infrastructure de Calcul	Planification de la puissance de calcul à l'échelle urbaine, Services d'informatique en nuage, Architecture informatique hétérogène, Constellations de calcul, plateformes de calcul, centres de supercalcul	Calcul en ligne continu à l'échelle de la ville, Capacités de simulation et d'extrapolation à grande échelle, Capacités de traitement de flux de données multi-sources
Observation urbaine	Observation spatiale (télédétection satellitaire), Observation au sol et en orbite basse (vidéo et télédétection multimodale), Détection sociale (signalisation mobile, trafic, paiements et autres données)	De l'« observation d'une seule ville » à l'« observation mobile interurbaine », De la « surveillance statique » à la « caractérisation de l'évolution dynamique », De la « détection ponctuelle » à la « détection en champ continu »
Centre de données	Fusion sémantique et modélisation des connaissances, Fusion de données spatio-temporelles urbaines, Fusion de données hétérogènes multi-sources, Alignement, intégration et représentation unifiée de données multimodales	Un cadre sémantique unifié pour une compréhension interdépartementale, Un cadre numérique unifié pour les indicateurs urbains, Une carte unique pour les opérations urbaines
Moteur intelligent	Système de décision multi-agents, Modèle d'extrapolation dynamique urbaine, Modèle de perception statique urbaine, Modèle urbain de base (modèle de langage étendu, modèle multimodal)	Compromis multi-objectifs (efficacité – équité – sécurité – faible émission de carbone), Comparaison et optimisation de plusieurs options, Simulation de scénarios et répétition des risques
Service de scénarios	Services publics (santé, éducation, culture, tourisme, etc.), Fonctionnement urbain (transports, électricité, etc.), Aménagement urbain (résilience, réduction des émissions de carbone, etc.)	Prestation de services précise et centrée sur l'humain, Gouvernance urbaine holistique et économe en ressources, Système en boucle fermée « perception - cognition - prise de décision - exécution - rétroaction »
Protection de sécurité	Gouvernance de la sécurité (évaluation éthique de l'IA, traçabilité des responsabilités décisionnelles, etc.), Sécurité des systèmes (informatique de confiance, sécurité des plateformes cloud, etc.), Sécurité des modèles (détection et correction des biais, protection contre les attaques adverses, etc.), Sécurité des données (anonymisation des données, espace de données sécurisé, etc.)	Mettre l'accent à la fois sur la technologie et la gouvernance à des fins éthiques, Prévenir l'« emballement de l'intelligence » Éviter les « boîtes noires » des algorithmes/modèles, Prévenir les fuites et les utilisations abusives des données

Figure 3-5 : Vue panoramique des technologies « Intelligence artificielle + Ville » / Source : illustration réalisée par l'auteur

à revenir à l'essence même de la ville : une communauté vivante où les humains peuvent se rassembler de manière plus efficace, plus heureuse et plus durable (Figure 3-4).

3.3.2 Architecture intelligente urbaine et technologies clés

L'architecture de l'intelligence urbaine est construite de manière systématique et organique à partir de données, de modèles et de puissance de calcul. Cette architecture permet de transformer les ressources de données et les capacités techniques, initialement dispersées entre différents services et systèmes, en capacités de service public stables pour des scénarios de gouvernance complexes tels que les transports, l'énergie, l'environnement et la gestion des urgences. Ceci, à son tour, améliore systématiquement l'efficacité de l'allocation des ressources, l'efficacité de la gouvernance et le bien-être social à l'échelle de la ville. Cette architecture globale, allant de l'« infrastructure informatique – réseau de données – moteur intelligent » au « scénario », constitue un fondement essentiel permettant à l'intelligence urbaine de passer des capacités techniques aux capacités de gouvernance (Figure 3-5).

L'infrastructure informatique constitue le socle de la productivité et des capacités nécessaires au fonctionnement intelligent des villes. D'une part, l'entraînement des modèles urbains de base, les analyses interdépartementales couplées et les simulations de séries temporelles à long terme reposent sur des capacités de traitement par lots centralisées, stables et à grande échelle. D'autre part, des scénarios tels que l'optimisation des feux de circulation, la gestion des urgences et la régulation de la consommation d'énergie exigent des capacités d'inférence en ligne à faible latence, de l'ordre de la seconde, voire de la milliseconde. Ceci impose des exigences nouvelles et plus complexes aux systèmes informatiques urbains. Par conséquent, ces systèmes doivent adopter une architecture collaborative

et multicouche, soutenue par un système unifié de planification des ressources et de gestion de l'efficacité énergétique. Au niveau de la gouvernance, il convient de mettre en place simultanément des pools de puissance de calcul publics, des règles d'allocation transparentes et des mécanismes d'entraide régionaux, en priorisant la réponse aux urgences, le bien-être public et les scénarios opérationnels de base, afin d'éviter que le déséquilibre de la puissance de calcul n'aggrave le fossé numérique entre les villes.

Le réseau de données constitue la pierre angulaire numérique permettant aux villes de maîtriser leurs données et d'optimiser leur gouvernance. Les villes modernes accumulent des données hétérogènes provenant de multiples sources, notamment la télédétection satellitaire, la télédétection au sol et en périphérie, la télédétection mobile et sociale, ainsi que les données gouvernementales et statistiques. Cependant, la valeur de ces données pour la gouvernance dépend de leur capacité à être transformées en un système de données unifié, « calculable, interopérable et gouvernable ». À cette fin, une plateforme de données à l'échelle de la ville doit être mise en place, formant une architecture de base incluant la gestion unifiée des métadonnées, l'indexation spatio-temporelle et le traitement intégré en flux continu et par lots. Une couche d'interopérabilité sémantique (ontologie de la ville, graphe de connaissances et plongement sémantique spatio-temporel) doit être construite sur cette plateforme afin d'intégrer des éléments clés tels que les transports, l'énergie, l'environnement, le territoire et la population dans un cadre sémantique unifié, réduisant ainsi considérablement les difficultés liées à la fusion et à l'analyse conjointe des données entre les différents services.

Un moteur intelligent basé sur des modèles d'intelligence artificielle est essentiel pour permettre aux villes de passer du stade « perceptible » à celui de « connaissance, prévisibilité et prise de décision ». Ce moteur intelligent urbain consistera en un système



collaboratif de modélisation multispectrale, comprenant notamment : premièrement, un modèle de perception physique multimodal, utilisé pour la représentation unifiée et l'intégration spatio-temporelle des données de télédétection, vidéo et autres ; deuxièmement, un modèle de perception des comportements sociaux, utilisé pour décrire avec précision les flux de population, les choix comportementaux et les réponses à la demande ; troisièmement, un modèle d'inférence dynamique, utilisé pour la prédiction à court terme, la simulation des interconnexions entre les systèmes et l'évaluation contrefactuelle ; et quatrièmement, un modèle de connaissances urbaines, utilisé pour extraire efficacement l'expertise des réglementations, normes et plans urbains existants.

Le fonctionnement fiable et durable de l'intelligence urbaine exige une double garantie, à la fois de la part du système de sécurité et du système juridique. En matière de sécurité, une architecture de sécurité globale, couvrant l'ensemble de la chaîne (données, modèles, puissance de calcul, applications et personnel), doit être mise en place. Cette architecture doit renforcer systématiquement la sécurité des données et la protection de la vie privée, la sécurité des algorithmes et des modèles, la sécurité des infrastructures et de la puissance de calcul critiques, ainsi que la cybersécurité et la résilience des systèmes dans le cadre d'opérations collaboratives interdépartementales. Sur le plan juridique, les règles et les cadres institutionnels adaptés à l'intelligence urbaine doivent être améliorés simultanément.

Cela implique de clarifier les responsabilités en matière de propriété, d'utilisation et de contrôle des données et des modèles, d'établir le principe de la priorité accordée à l'intérêt public, d'intégrer les exigences de transparence, d'explicabilité et d'auditabilité des algorithmes dans les procédures juridiques, et d'empêcher que des « boîtes noires technologiques » ne compromettent la légitimité, l'équité et la responsabilité des

décisions publiques, grâce à une autorisation législative, des normes techniques et une supervision continue. Seule une progression coordonnée de la sécurité et de l'état de droit permettra à l'intelligence urbaine d'améliorer l'efficacité tout en bénéficiant d'un soutien institutionnel stable, fiable et durable.

3.3.3 Orientations pour les actions clés

Action 1 : Établir un plan global et un cadre d'action par étapes

Premièrement, il convient d'élaborer un plan systématique et prospectif, guidé par l'objectif d'une gouvernance urbaine holistique grâce à l'intelligence urbaine. Ce plan doit définir clairement la perspective, les objectifs et la stratégie de mise en œuvre du développement de l'intelligence urbaine, en fournissant des orientations stratégiques pour la mise en œuvre du « Nouvel Agenda urbain » de l'Organisation des Nations Unies et de l'Objectif de développement durable n° 11 (Villes et communautés durables). Le plan doit reposer sur le concept central de « gouvernance holistique », rompant avec la conception traditionnelle cloisonnée et appréhendant la ville comme un tout organique pour une conception globale. Concrètement, un système de planification « 1+3+X » peut être construit : « 1 » désigne un plan directeur global de gouvernance urbaine, établissant l'orientation générale et les indicateurs clés de la transformation intelligente ; « 3 » correspond à trois objectifs interconnectés et progressifs – scénarios de base, scénarios complets et intelligence urbaine (Tableau 3-1) –, précisant les tâches clés à chaque étape et garantissant que l'évolution de l'intelligence urbaine soit cohérente avec le processus de développement durable. « X » fait référence à X types de solutions de gouvernance basées sur des scénarios, couvrant des domaines spécifiques tels que les transports, l'énergie, l'environnement et les services publics, garantissant ainsi que le plan soit à la fois systématique et opérationnel.

Tableau 3-1: Évolution de la construction de l'intelligence urbaine

Étape	Caractéristiques principales	Symboles clés
Scénarios de base	En partant de scénarios spécifiques, appuyer sur les exigences des tâches, développer des technologies intelligentes à l'échelle du scénario.	Les réseaux de données et les moteurs intelligents adaptés à des scénarios spécifiques sont désormais opérationnels. Ces moteurs intelligents prennent principalement la forme de « modèles de domaine vertical » permettant un paramétrage fin en fonction des scénarios.
Scénarios complets	La période de transition critique pour l'évolution de l'intelligence urbaine vise à intégrer les capacités de gouvernance fragmentées et basées sur des scénarios dans des solutions systémiques à l'échelle de la ville.	Un réseau de données partagées multi-scénarios et un moteur intelligent sont mis en place, dans lequel le moteur intelligent est principalement une architecture de fusion de « modèle de base de la ville + modèle multi-scénarios ».
Intelligence urbaine	Grâce à une intelligence urbaine mature, les villes possèdent les capacités d'évolution dynamique d'un organisme vivant, permettant une allocation efficace et holistique des ressources.	Le réseau de données de la ville et le moteur intelligent sont achevés, formant une capacité intégrée de « modèle de base de la ville + modèle multi-domaine ».

Action 2 : Faire de la construction d'infrastructures intelligentes une approche clé

L'infrastructure intelligente constitue le socle de données, de modèles et de puissance de calcul nécessaire à une gouvernance urbaine intégrée. Sa construction doit être menée de façon systématique et collaborative. Prenons l'exemple des plateformes « Un réseau pour des services unifiés » et « Un réseau pour une gestion unifiée » de Shanghai : l'accent a d'abord été mis sur l'établissement de normes unifiées d'échange de données et de mécanismes de collaboration. Par la suite, l'intégration aux systèmes d'information des différents services s'est faite

progressivement, aboutissant à la formation d'un réseau collaboratif couvrant tous les aspects de la gouvernance urbaine. Parallèlement, la construction de l'infrastructure sous-jacente doit être encouragée : concernant les réseaux de données, un catalogue de ressources de données à l'échelle de la ville et un mécanisme de partage doivent être mis en place pour décloisonner les données entre les services ; concernant le moteur intelligent, un modèle de base à l'échelle de la ville et une bibliothèque de modèles spécifiques à chaque domaine doivent être élaborés pour offrir des capacités de modélisation en tant que service (MaaS) ; concernant la puissance de calcul, un réseau



de calcul distribué doit être mis en place pour répondre aux besoins des différents scénarios. Il est important de souligner que la construction d'une infrastructure intelligente ne doit pas être une construction pour le simple plaisir de construire, mais doit être guidée par les besoins concrets des applications. Grâce à un cercle vertueux « axé sur la demande – renforcement des capacités – approfondissement des applications », il convient de veiller à ce que la construction d'infrastructures réponde étroitement aux besoins de la gouvernance urbaine, en passant d'une approche « axée sur la technologie » à une approche « axée sur la demande », et en apportant un soutien solide à une gouvernance urbaine holistique.

Action 3 : Améliorer l'infrastructure intelligente et le système de gouvernance par le biais de scénarios

Les scénarios constituent le point de départ pratique de l'évolution de l'intelligence urbaine. Améliorer l'efficacité de scénarios de gouvernance spécifiques doit être une priorité pour promouvoir le développement des infrastructures intelligentes et la refonte du système de gouvernance. En sélectionnant des scénarios typiques tels que les embouteillages, la prise en charge des personnes âgées et la gestion des inondations et des situations d'urgence, il est possible de tester les effets concrets des technologies intelligentes, d'identifier leurs faiblesses et de favoriser ainsi la construction d'infrastructures ciblées et l'innovation des mécanismes. Prenons l'exemple de la politique de « aucune restriction de la circulation urbaine » de Nanchang : la ville a remplacé les politiques traditionnelles de restriction de circulation par des solutions intelligentes. Lors de la mise en œuvre, il est apparu que l'optimisation par un seul feu de signalisation était insuffisante pour gérer la complexité des conditions de circulation. Par conséquent, la fonction « prendre une photo » de l'application « i Nanchang » a été introduite, impliquant les citoyens, et l'intégration des données provenant de multiples services tels que les transports, la sécurité

publique et la météorologie a été encouragée afin de construire un système de connaissance de la situation du trafic à l'échelle de la ville. Cela a amélioré non seulement l'efficacité de la gouvernance, mais a également favorisé la collaboration interdépartementale et la réingénierie des processus. De même, le système de circulation verte circulaire de Hangzhou est passé d'une gestion à horaires fixes à un contrôle dynamique en temps réel, ce qui a nécessité l'amélioration continue des réseaux de perception du trafic et des capacités algorithmiques. Les scénarios de base doivent s'accompagner d'un mécanisme d'évaluation scientifique afin de former une boucle fermée « application – évaluation – amélioration ». En « favorisant la construction par l'application et l'amélioration par l'efficacité », nous pouvons éviter les investissements à l'aveugle et garantir que la construction réponde toujours aux besoins réels.

Après avoir obtenu des résultats positifs dans des scénarios spécifiques, les villes doivent franchir une étape systémique et passer d'une gouvernance « par scénarios » à une gouvernance « panoramique ». La clé réside dans l'intégration des scénarios et la mise en place de mécanismes de partage de données et de collaboration intersectorielle. Techniquement, cela nécessite des moteurs intelligents pour interconnecter les données et les capacités de décision issues de scénarios multiples, comme la coordination des transports et de l'énergie pour optimiser les réseaux de recharge, et la liaison entre la gestion des situations d'urgence liées aux fortes chaleurs et la planification urbaine pour optimiser l'aménagement du territoire. En matière de gouvernance, les processus de collaboration interdépartementale doivent être restructurés afin de promouvoir une gouvernance collaborative axée sur la résolution de problèmes. Par exemple, le projet « Un réseau pour tous » de Shanghai est passé d'une gestion par grille à un système collaboratif à trois niveaux couvrant plus de 30 départements : « Centre de gestion des opérations

Règlement relatif à la promotion de la gouvernance urbaine grâce au Cerveau de la ville de Hangzhou

(Adopté lors de la 30^e séance du Comité permanent de la 13^e Assemblée populaire municipale de Hangzhou le 27 octobre 2020 ; approuvé lors de la 25^e séance du Comité permanent de la 13^e Assemblée populaire provinciale du Zhejiang le 27 novembre 2020)

Article 1 Le présent règlement est élaboré conformément aux lois et règlements en vigueur et compte tenu du contexte spécifique de la ville de Hangzhou. Il vise à promouvoir et à encadrer la mise en œuvre de la gouvernance urbaine assistée par le « Cerveau de la Ville », à protéger les droits et intérêts légitimes des citoyens, des personnes morales et des autres organisations, à encourager l'innovation dans les méthodes, les modèles et les concepts de gouvernance, à moderniser le système et les capacités de gouvernance urbaine et à bâtir une nouvelle forme de ville intelligente.

Article 2 Le présent règlement s'applique à la gouvernance urbaine assistée par le « Cerveau de la ville » et aux activités connexes sur le territoire administratif de la ville de Hangzhou.

Article 3 Le « Cerveau de la ville », tel que défini dans le présent règlement, est un système numérique et une infrastructure urbaine moderne. Il est composé d'éléments tels qu'un hub central, des systèmes et des plateformes, un tableau de bord numérique et des scénarios d'application. Ce système repose sur les données, la puissance de calcul et les algorithmes, et utilise des technologies émergentes comme le big data, le cloud computing et la blockchain pour promouvoir une modernisation globale, intégrée et transversale du système et des capacités de gouvernance urbaine.

Article 4 La mise en œuvre du « Cerveau de la ville » pour renforcer la gouvernance urbaine doit respecter les principes suivants : planification globale, construction intensive, commodité pour les résidents et les entreprises, développement axé sur l'innovation, gouvernance intelligente et holistique, et fonctionnement sûr et contrôlable.

Article 5 Le gouvernement populaire municipal doit renforcer le pilotage et la coordination de la mise en œuvre du « Cerveau de la ville » pour améliorer la gouvernance urbaine, l'intégrer au plan national de développement économique et social, et étudier et élaborer les politiques pertinentes.

Les gouvernements populaires de district et de comté (ville) sont chargés de promouvoir et de coordonner la mise en œuvre du « Cerveau de la ville » pour renforcer la gouvernance urbaine au sein de leurs régions administratives respectives.

Figure 3-6: Règlement local « Règlement relatif à la promotion de la gouvernance urbaine grâce au Cerveau de la ville de Hangzhou »

Source : Site d'Internet de l'Assemblée populaire de Hangzhou www.hzrd.gov.cn



de la ville - Centre de commandement de district - Postes de travail de rue/commune », illustrant ainsi le passage d'une gestion par scénarios à une gouvernance urbaine panoramique. Dans ce processus, il convient de privilégier les normes, d'unifier les spécifications des données et des processus, tout en renforçant une approche centrée sur l'humain, en concevant des processus de service transversaux basés sur les besoins des citoyens et des entreprises, tels que des services intégrés comme le « guichet unique d'enregistrement des entreprises ». Grâce à cette évolution collaborative d'une gouvernance par scénarios à une gouvernance panoramique, les villes peuvent progressivement se doter d'une capacité de gouvernance systématique et holistique, réalisant ainsi une transformation fondamentale d'une « gestion fragmentée » à une « gouvernance holistique et organique ».

Action 4: Mise en place d'un système de sécurité et de protection juridique pour l'intelligence urbaine

À mesure que les villes deviennent plus intelligentes, les risques sécuritaires se complexifient et se diversifient, rendant nécessaire la mise en place d'un système de sécurité global et multicouche. Ce système doit être promu de manière synergique selon deux axes : la technologie au service du bien commun et la gouvernance au service du bien commun, afin d'atteindre l'objectif de développement « centré sur l'humain, sûr et fiable ». Au niveau des technologies au service du bien commun, il convient de renforcer la sécurité des trois piliers : données, algorithmes et systèmes. Il est essentiel de protéger les informations sensibles, d'explorer des espaces de données fiables et des mécanismes de partage de données réglementés, grâce à la classification, à l'évaluation et à la gestion complète du cycle de vie des données. Il faut prévenir les préjugés et les discriminations en améliorant la transparence et l'explicabilité des algorithmes et en réalisant des audits des algorithmes clés. La sécurité

globale du système doit être renforcée par la mise en place de bacs à sable et de tests de performance, grâce à une protection multicouche du réseau et de l'infrastructure. Au niveau de la gouvernance au service du bien commun, il est nécessaire d'améliorer les mécanismes d'examen éthique, de participation publique, de supervision et de responsabilisation afin de garantir que les applications intelligentes soient conformes aux valeurs sociales et aux principes internationaux relatifs aux droits humains. Parallèlement, il convient de promouvoir la collaboration de sécurité entre les départements et les secteurs afin d'améliorer la capacité à identifier, prévenir et gérer les risques en amont. Le rapport de l'Organisation des Nations Unies intitulé « Gouverner l'IA pour l'humanité », publié en septembre 2024, souligne^[113] : la gouvernance de l'IA doit se fonder sur la « Charte de l'Organisation des Nations Unies », le droit international des droits humains et les autres engagements internationaux convenus (tels que les Objectifs de développement durable). Les mécanismes de participation publique doivent garantir le droit des citoyens à l'information et à la participation à la prise de décision éclairée, renforcer la confiance sociale et refléter le principe de « participation inclusive ».

La protection juridique est la pierre angulaire institutionnelle d'une gouvernance urbaine intelligente et intégrée. Il offre non seulement un environnement stable propice à l'innovation technologique, mais aussi un cadre normatif permettant de décloisonner les données et de clarifier les responsabilités, garantissant ainsi une approche centrée sur l'humain, la sécurité et la fiabilité. La mise en œuvre du « Règlement relatif à la promotion de la gouvernance urbaine grâce au Cerveau de la ville de Hangzhou » illustre parfaitement le rôle crucial de l'état de droit dans une gouvernance urbaine intégrée (Figure 3-6). Sous l'égide de ce Règlement, le « Cerveau de la ville de Hangzhou » a connu trois transformations majeures : **1) le passage d'un « partage de données interdéparte-**

mental » à une « collaboration de données légalement obligatoire » : levant les barrières interdépartementales par la force du droit et rendant la collaboration de données obligatoire ; 2) le passage d'une « innovation axée sur la technologie » à une « innovation institutionnellement garantie » : offrant un environnement institutionnel stable pour l'amélioration continue du « Cerveau de la ville » ; 3) passer d'une « gestion gouvernementale unilatérale » à une « cogouvernance multipartite » : en clarifiant les droits et les responsabilités de toutes les parties et en construisant un cadre juridique pour la participation conjointe du gouvernement, des entreprises et des citoyens à la gouvernance urbaine.

3.4 Perspectives d'avenir de l'intelligence urbaine

Dans le cadre de l'Organisation des Nations Unies, l'intelligence artificielle et le changement

climatique sont devenus deux enjeux majeurs de l'agenda mondial, et l'intelligence urbaine y est étroitement liée. Le graphique ci-dessus, avec sa courbe bleu foncé, illustre la croissance exponentielle des émissions mondiales de carbone depuis les années 1950 (cette forte augmentation n'était pas due aux débuts de la révolution industrielle, la consommation de ressources étant alors limitée, mais plutôt à l'accélération de l'électrification). Son pic correspond à l'objectif de la Chine en matière de limitation des émissions de carbone pour 2030, tandis que la ligne rouge marque le seuil d'émissions pour atteindre la neutralité carbone d'ici 2050 ou 2060 (Figure 3-7). Les données historiques montrent que les avancées technologiques du siècle dernier ont largement exacerbé la consommation de ressources et les émissions de carbone ; or, au cours des trois ou quatre prochaines décennies, nous devons impérativement atteindre la neutralité carbone avec une réduction beaucoup plus rapide, ce qui

Émissions annuelles de CO₂

Comprennent les émissions de CO₂ provenant de la combustion de combustibles fossiles et des activités industrielles ; excluent les émissions provenant de la conversion de l'utilisation des terres.

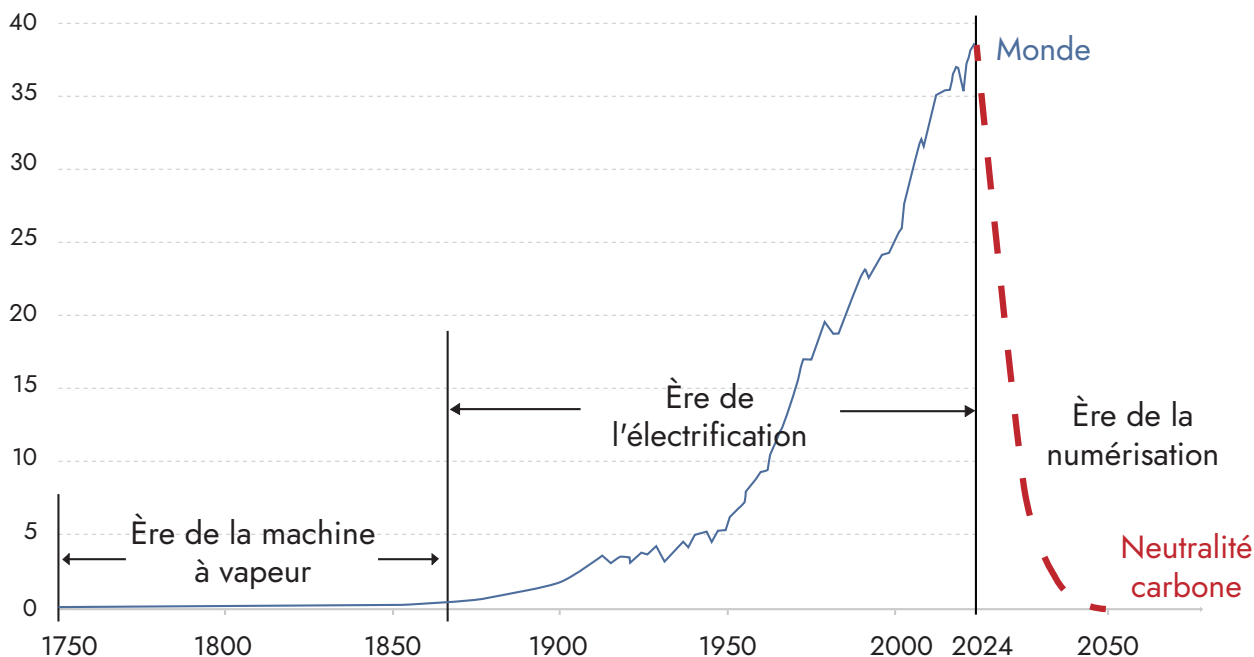


Figure 3-7 : À l'ère du numérique, la neutralité carbone peut être atteinte grâce à l'intelligence urbaine avec la conservation et l'efficacité des ressources / Source : Graphique réalisé par l'auteur à partir du site d'Internet « Our World in Data »



souligne l'urgence de la transformation. Seules des transformations systémiques, notamment numériques et dans le développement de l'intelligence urbaine, nous permettront de dépasser les paradigmes technologiques traditionnels et d'impulser efficacement la réduction des émissions, au lieu de perpétuer l'ancien modèle d'émission élevée. La « question du Cerveau de la ville » — « 10 % des ressources urbaines existantes peuvent-elles soutenir le développement durable et de qualité de la ville ? » — représente les capacités et la vision de l'intelligence urbaine.

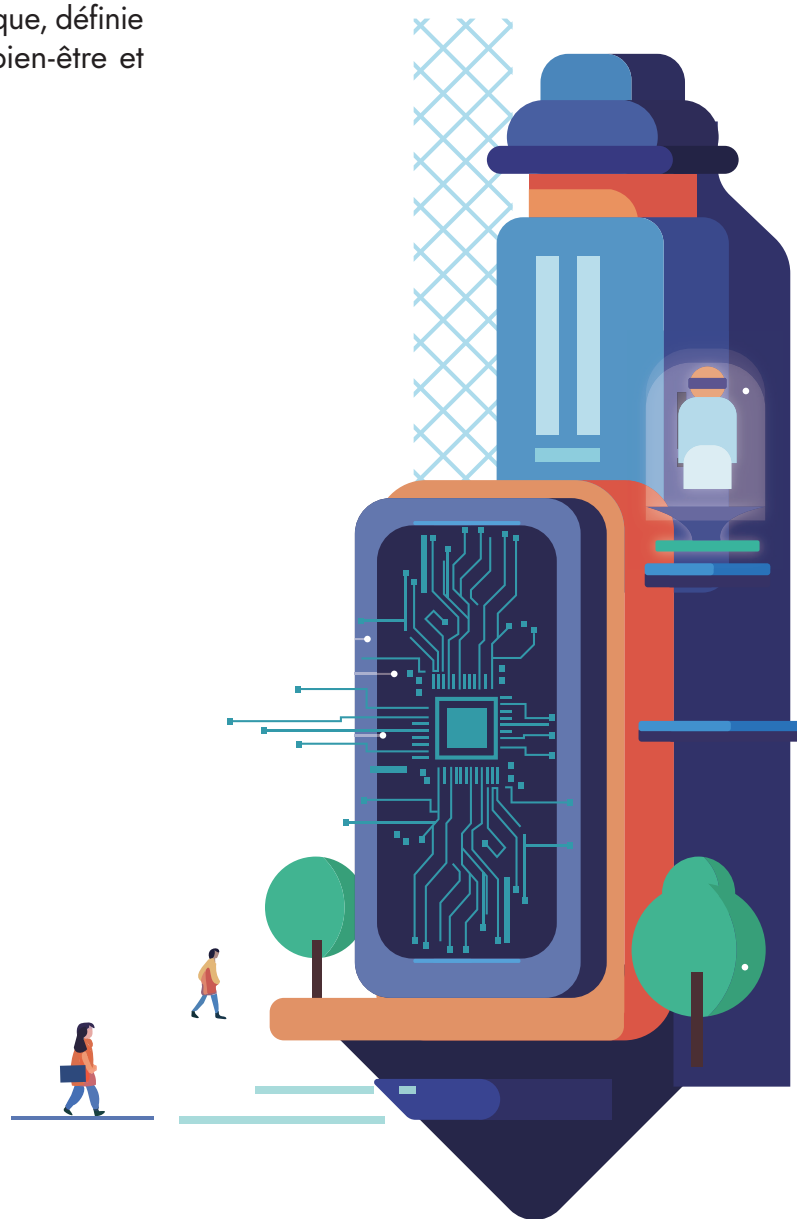
Tournée vers l'avenir, l'évolution de l'intelligence urbaine transcendera la simple optimisation technologique pour s'orienter vers une révolution paradigmatique du développement urbain, axée sur l'amélioration de l'efficacité des ressources. Son objectif fondamental est de favoriser un développement durable et inclusif grâce à l'« intelligence urbaine », dotant les villes d'une capacité quasi-naturelle de « cognition holistique, de coordination globale et d'évolution autonome », rompant ainsi avec le lien linéaire établi entre consommation de ressources et développement urbain dans les modèles d'urbanisation traditionnels. Les villes deviendront ainsi dotées de leur propre intelligence, leur permettant de « reconstruire numériquement » leurs opérations, pour une conservation optimale des ressources et une allocation efficace globale. Grâce à une infrastructure numérique couvrant la ville, l'utilisation des ressources traditionnelles telles que l'électricité, l'eau, les transports et le foncier sera modélisée avec précision, surveillée en temps réel et optimisée dynamiquement. Les feux de circulation ne seront plus de simples minuteriers, mais deviendront des éléments clés de l'équilibre dynamique du trafic global ; la consommation énergétique des bâtiments ne sera plus subie passivement, mais deviendra un acteur actif de la régulation flexible du réseau électrique. Cette révolution systémique en matière d'efficacité des ressources est la seule voie permettant aux villes de se libérer des chaînes de la croissance extensive et d'évoluer

vers un développement durable et de haute qualité.

S'appuyant sur des principes et des technologies généraux, chaque ville peut développer son propre modèle de l'intelligence urbaine, adapté à ses besoins spécifiques. Plus important encore, l'alliance de la logique d'économie d'énergie et d'amélioration de l'efficacité propre à l'intelligence urbaine avec l'éthique mondiale du partage inclusif favorisera le développement collaboratif entre les villes, menant potentiellement à la création d'un écosystème urbain intelligent open source à l'échelle mondiale. D'une ville dans son ensemble à l'ensemble des villes mondiales, les villes pionnières ont la responsabilité de partager leurs algorithmes intelligents éprouvés et performants, leurs architectures de plateformes, leurs expériences de gouvernance, et même leurs données, modèles et capacités de calcul, sous forme de « biens publics numériques », à l'échelle mondiale, et plus particulièrement avec les villes des pays en développement. Cela permettra aux villes en développement de se doter directement des capacités essentielles pour améliorer l'efficacité de l'utilisation des ressources à moindre coût et avec une grande efficacité, d'éviter de reproduire le schéma du passé caractérisé par une forte consommation et une forte pollution, et de lutter conjointement contre la crise climatique. Il ne s'agit pas d'un simple transfert de technologie, mais d'un choix altruiste à l'échelle mondiale pour éviter les constructions inutiles et le gaspillage de ressources, et pour mutualiser les connaissances afin de relever les défis du développement durable. Ce changement est déjà en marche. Par exemple, le coût de fabrication et d'exploitation des satellites a considérablement diminué, réduisant ainsi l'écart technologique. Il est probable que les futurs systèmes de l'intelligence urbaine s'appuieront sur des plateformes satellitaires partagées : les villes n'auront plus besoin de construire leurs propres réseaux de détection coûteux, mais obtiendront des informations en temps réel sur l'environnement, le climat et les infrastructures grâce à ces réseaux,

acquérant ainsi des données à un coût marginal extrêmement faible. Cela favorisera fortement la vulgarisation et le partage à grande échelle des technologies de l'intelligence urbaine.

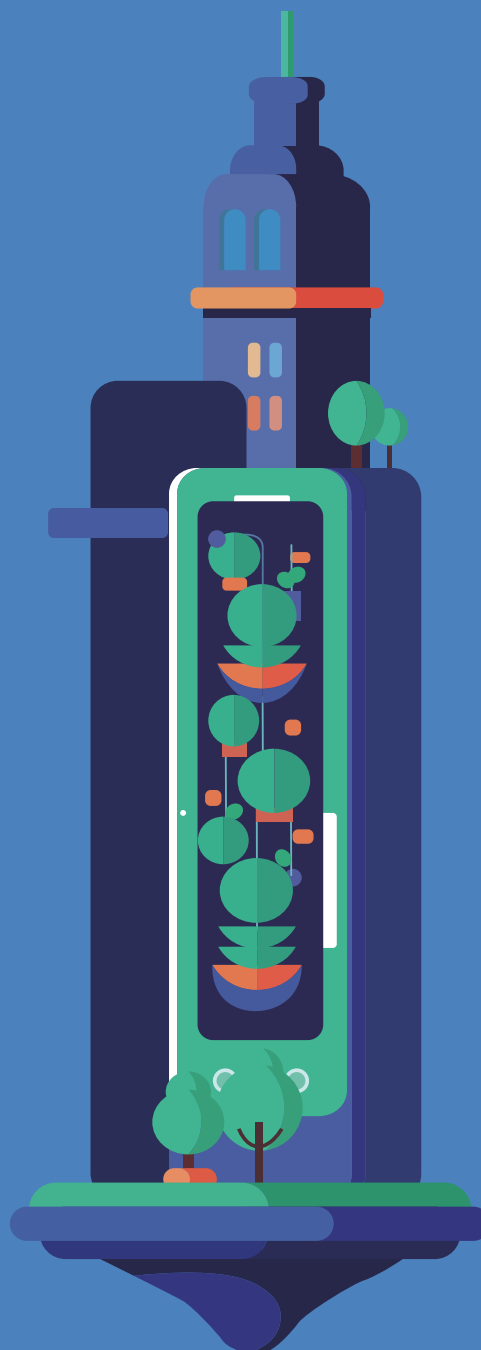
En définitive, le succès d'une ville future hautement intelligente se mesurera non seulement à sa prospérité économique, mais aussi à sa capacité à optimiser le bien-être de ses habitants, la qualité de son environnement et sa résilience urbaine, tout en minimisant la consommation de ressources. Elle passera d'une entité massive et énergivore à une entité organique, durable et auto-optimisée. Ceci marque le passage d'une civilisation urbaine industrielle axée sur l'expansion à une civilisation urbaine numérique, définie par l'intelligence, mesurée par le bien-être et partagée par tous.



Chapitre 4 Études de cas

04

Ce chapitre présente les différentes formes et étapes du concept « IA + Ville » à travers six études de cas de villes et six études de cas de scénarios. Il s'articule autour de quatre axes : les problèmes à résoudre, les objectifs et la vision, les stratégies de mise en œuvre, les réalisations et les inspirations relatives aux Objectifs de développement durable (ODD) de l'Organisation des Nations Unies. Il propose des stratégies et des solutions chinoises susceptibles d'aider d'autres villes mondiales à promouvoir la construction de l'intelligence urbaine.



4.1 Cas de villes

4.1.1 Hangzhou : exploration du développement urbain durable fondée sur le concept du « Cerveau de la ville »

(1) Contexte et défis

En 2016, afin de s'attaquer systématiquement aux problèmes urbains, Hangzhou a entrepris une démarche inédite, en commençant par la congestion routière. À cette époque, Hangzhou comptait 2,598 millions de véhicules, soit le taux le plus élevé de véhicules par millier d'habitants parmi les métropoles provinciales du pays, faisant d'Hangzhou l'une des villes les plus congestionnées de Chine. Les méthodes traditionnelles de gestion du trafic s'étaient révélées inefficaces pour endiguer la congestion. Parallèlement, la fragmentation des données gouvernementales et une gestion urbaine réactive et tardive avaient entravé la détection précoce des problèmes potentiels, tandis que

les citoyens aspiraient à une vie urbaine plus intelligente et plus efficace. Confrontée aux pressions démographiques, environnementales et liées aux ressources, Hangzhou avait un besoin urgent d'une nouvelle approche de gouvernance interdépartementale, intégrée et innovante pour améliorer l'efficacité opérationnelle urbaine, renforcer les services publics et parvenir à un développement économique et environnemental durable et harmonieux.

(2) Objectifs et vision

Hangzhou a ambitionné de construire un « Cerveau de la ville » et d'exploiter les données urbaines pour analyser en temps réel l'ensemble de la ville, allouer les ressources publiques, améliorer la gouvernance et promouvoir le développement durable. Sa vision était : « Une ville intelligente pour une vie meilleure ; des ressources optimisées pour une gouvernance plus efficace. » Le « Règlement relatif à la promotion de la gouvernance urbaine grâce



Figure 4-1 : Exemple de vue panoramique urbaine affichée dans le tableau de bord numérique du Cerveau de la ville de Hangzhou de version 1,0 / Source : Bureau de gestion des ressources de données de Hangzhou



au Cerveau de la ville de Hangzhou » de 2020 a défini ce cerveau de la ville comme « un système numérique et une infrastructure urbaine moderne qui favorisent la modernisation du système et des capacités de gouvernance urbaine de manière globale, intégrée et à l'échelle du territoire. » Grâce à une plateforme de données publiques intelligente et intégrée, le partage des données serait facilité, la collaboration interdépartementale serait encouragée, la construction de scénarios serait optimisée et l'allocation scientifique et efficace des ressources urbaines serait réalisée ^[114].

(3) Stratégies de mise en œuvre

1) Tout d'abord, l'infrastructure du « Cerveau de la Ville » serait mise en place pour coordonner les ressources de l'ensemble de la ville via un système centralisé. Les systèmes de données de plus de 50 départements seraient coordonnés afin de lever les obstacles et de permettre le partage des données et une planification unifiée (Figure 4-1). Grâce à la solution « plateforme + données masses + intelligence artificielle », la gestion urbaine serait transformée en une gouvernance collaborative axée sur les données, ce qui permettrait d'améliorer l'utilisation des ressources publiques et l'efficacité de la gouvernance. L'expérience du « Cerveau de la Ville » de Hangzhou serait formalisée en un langage législatif réutilisable afin d'unifier la compréhension et de renforcer le pouvoir de « promotion » du « Cerveau de la Ville » dans le cadre d'une gouvernance urbaine renforcée par la législation ^[115].

2) L'amélioration, par scénarios, du mode de fonctionnement « un cerveau gouverne la ville, deux extrémités renforcent ». Dans un souci d'efficacité, de simplicité, d'attractivité et de pérennité, Hangzhou identifierait des points d'entrée pour construire des scénarios d'envergure et concentrerait sur le développement de capacités telles que l'efficacité des applications pratiques, la prise de décision intelligente et l'accès direct aux services. Le scénario serait l'expression

numérique concrète de ce « Cerveau de la ville » au service de la gouvernance urbaine. Grâce à la collaboration autour des données, aux ressources en ligne et à la réingénierie des processus, la ville développerait des applications transversales pour répondre à un problème et à un besoin spécifiques, accumuler et accélérer en continu les capacités de gouvernance urbaine, promouvoir l'innovation du modèle de gouvernance et construire un système de services directs complet. Elle serait pionnier du concept de « scénario » et explorerait la voie d'une gouvernance numérique globale. Elle créerait des scénarios d'application tels que la communication étroite et transparente en ligne, le tourisme durable, le paiement après sortie et la gestion des rues, constituant ainsi une solution de système de gouvernance numérique pour les mégapoles ^[116].

3) Elle exploiterait l'intelligence urbaine pour moderniser la gouvernance des mégapoles. Elle développerait plus de dix entités intelligentes, telles que « Qinqing Xiao Q », « Hang Xiao Yi » et « Hang Min Xing », et améliorerait continuellement les fondements du système de gouvernance en « trois réseaux » : « Un réseau pour des services unifiés » viserait à créer des villes offrant le meilleur environnement commercial ; « Un réseau pour une gestion unifiée » viserait à créer des villes où règne un sentiment de sécurité maximal ; et « Un réseau pour la cogouvernance » viserait à améliorer le niveau des services publics, à mettre en œuvre une architecture de système plus scientifique et des scénarios d'application plus efficaces, et à promouvoir la modernisation de la gouvernance des mégapoles.

(4) Réalisations et inspirations

Après près d'une décennie de mise en œuvre, le système « Cerveau de la ville » de Hangzhou a obtenu des résultats remarquables. En matière d'efficacité de la gouvernance urbaine, la congestion routière s'est améliorée : malgré une augmentation de 65 % du nombre de véhicules, l'indice

de congestion est resté globalement stable et la gestion du système de circulation verte circulaire sur les axes principaux a été optimisée, ce qui a valu à la ville le « Prix mondial de la mobilité des villes intelligentes » en 2024. Concernant la sécurité publique, Hangzhou est devenue l'une des villes les plus réactives de Chine, grâce à son mécanisme d'intervention rapide en cas d'accident qui a réduit le temps de réponse de la police d'environ 20 minutes à moins de 5 minutes, permettant ainsi d'éliminer rapidement les dangers potentiels. Une infrastructure numérique pour la sécurité urbaine a été mise en place, avec le lancement de 45 applications et la définition d'indicateurs et de facteurs de surveillance pertinents. Dans les services publics, l'intégration des données interdépartementales a permis de promouvoir les démarches « En une seule visite » et les « Un réseau pour des services unifiés », améliorant ainsi l'environnement des affaires et la satisfaction des citoyens. Dans le domaine de l'économie numérique, Hangzhou a favorisé l'émergence d'entreprises locales spécialisées dans l'intelligence artificielle et les services cloud, attiré des talents du numérique et, en 2024, la valeur ajoutée des industries clés de l'économie numérique représentait 28,8 % du PIB. Plus important encore, cela a entraîné un changement de philosophie en matière de gouvernance, passant d'une approche unique dirigée par le gouvernement à un nouveau modèle de gouvernance collaborative.

Les pratiques du programme « Cerveau de la ville » de Hangzhou sont en parfaite adéquation avec plusieurs Objectifs de développement durable (ODD) de l'Organisation des Nations Unies, notamment l'ODD 11 (Villes et communautés durables), l'ODD 9 (Industrie, innovation et infrastructure), l'ODD 16 (Paix, justice et institutions efficaces) et l'ODD 13 (Mesures relatives à la lutte contre les changements climatiques). Lors du 3^e Forum des villes futures des BRICS, qui s'est tenu à Moscou en septembre 2025, le programme du « Cerveau de la ville » de Hangzhou a reçu le prix « Villes et communautés durables ».

Cette pratique innovante offre quatre inspirations clés :

1) elle privilégie une approche centrée sur l'humain et axée sur la résolution de problèmes, en utilisant le sentiment de satisfaction et d'amélioration des citoyens comme indicateur d'efficacité.

2) elle se concentre sur la mise en place de solutions numériques et intelligentes pour optimiser la gouvernance. Ceci est particulièrement pertinent compte tenu de la population actuelle de la ville, qui s'élève à 12,38 millions d'habitants, et du fait qu'elle accueille en moyenne plus de 16 millions de personnes par jour, l'objectif est de parvenir à une collaboration globale à tous les niveaux et dans tous les services, en partageant d'énormes quantités de données de base et en assurant l'interopérabilité des systèmes et des données. Grâce à la collaboration en matière de données, la collaboration entre entreprises et la collaboration entre le gouvernement et les entreprises, des avantages directs seront apportés aux moyens de subsistance des citoyens, aux entreprises et à la gouvernance locale.

3) le troisième aspect concerne des mesures spécifiques fondées sur les données, la collaboration, la préservation des ressources et la gouvernance juridique : « axé sur les données » signifie optimiser les ressources publiques urbaines grâce aux données, par exemple en comptant les véhicules pour réduire les embouteillages ; « collaboration » signifie faire de la ville un tout cohérent grâce à la collaboration entre les données, les entreprises et les organisations ; « préservation des ressources » signifie réduire la consommation des ressources urbaines et améliorer l'efficacité de leur utilisation, en fournissant une énergie précise pour un développement durable ; et l'« état de droit » signifie élaborer des lois et des politiques autour d'un système intelligent et axé sur les données afin de garantir que la sécurité et le développement progressent de concert.

4.1.2 Shanghai : transformation de la gouvernance de la mégapole : de la numérisation à l'intelligence

(1) Contexte et défis

Métropole internationale et centre économique de plus de 24 millions d'habitants ^[117], Shanghai s'est donné pour mission stratégique de devenir une « capitale numérique internationale ». Face à la complexité croissante de la gouvernance dans les mégapoles, le modèle traditionnel avait conduit à une indépendance des services, rendant les démarches administratives difficiles pour les citoyens, compliquant la prise de décisions éclairées par le gouvernement et accentuant le déséquilibre entre l'offre et la demande. Fin 2020, le Comité municipal de Shanghai du PCC et le gouvernement de Shanghai ont publié les « Avis sur la promotion globale de la transformation numérique de Shanghai », lançant officiellement la mise en œuvre d'une transformation numérique systématique des mégapoles.

(2) Objectifs et vision

Le « 14^e Plan quinquennal pour la promotion globale de la transformation numérique urbaine de Shanghai » ^[118], publié en 2021, a précisé le système d'objectifs « 1+4 ». L'un des objectifs généraux était le suivant : d'ici 2025, Shanghai aurait obtenu des résultats significatifs en matière de promotion globale de la transformation numérique urbaine, se positionnant ainsi parmi les villes de référence nationales et internationales en matière de transformation numérique. Il s'agit de construire une architecture numérique urbaine globale, interconnectée autour de la base de données, du hub central et de la plateforme de la ville, intégrant l'économie, la vie et la gouvernance numériques (« trois en un »), et instaurant une gouvernance numérique partagée entre le gouvernement, le marché et la société. Ce plan visait dans un premier temps à réaliser la transformation

globale de la production et de la vie quotidienne, à valoriser pleinement les données et à repenser en profondeur les concepts et les règles de la transformation numérique urbaine, construisant ainsi le cadre fondamental de la construction d'une métropole numérique internationale et posant les fondements de la réussite de la construction d'une telle métropole d'ici 2035 qui aurait l'influence mondiale. Le plan comprenait également 16 indicateurs spécifiques répartis en quatre axes. Ce système cible s'inscrit pleinement dans le concept de « ville construite par et pour le peuple », favorise la numérisation en fonction des besoins de production et de vie des citoyens, et leur procure un plus grand sentiment d'utilité. Parallèlement, grâce au « Règlement sur les données de Shanghai » et à d'autres dispositifs, la sécurité des données, la protection de la vie privée et l'innovation technologique sont assurées de manière synchrone, garantissant ainsi une transformation harmonieuse.

(3) Stratégies de mise en œuvre

Construction d'une infrastructure numérique globale : Shanghai se concentrerait sur la construction d'une nouvelle infrastructure numérique pour la ville, articulée autour des concepts d'intégration des ressources et de construction d'une ville intelligente. Il s'agit notamment de créer une infrastructure numérique englobant un système de hub de données urbain, un réseau de capteurs IoT et une plateforme de développement technologique. La plateforme « Un réseau pour une gestion unifiée » de la ville constituerait le « cerveau » de la gouvernance numérique. Depuis le début de sa construction à l'échelle urbaine en 2019, elle a intégré les systèmes et applications de métiers de plusieurs départements, connecté le réseau de gouvernance à trois niveaux, géré et connecté de manière centralisée un grand nombre de capteurs IoT et collecté les données d'exploitation de la ville pour une vision panoramique en temps réel. Parallèlement, la construction de la plateforme « Un réseau pour

des services unifiés » serait promue, intégrant les procédures, levant les obstacles et assurant une circulation efficace des données et une approbation collaborative. Le « Règlement sur les données de Shanghai » a été promulgué en 2021, fournissant un cadre juridique à la gouvernance des données. Ce processus a mis l'accent sur la collaboration multipartite, utilisant des mécanismes comme « dévoiler la liste et nommer le leader » pour attirer la participation à la résolution des principaux défis et créant des plateformes pour fournir des services d'interface de données. Une architecture à trois niveaux « infrastructure numérique + hub intelligent + scénarios d'application » serait initialement mise en place, créant une synergie à l'échelle urbaine pour la transformation numérique.

Services numériques centrés sur l'humain : la transformation numérique de Shanghai serait guidée par le concept de « ville construite par et pour le peuple », en parfaite adéquation avec les besoins des citoyens et des entreprises. La réforme d'« *Un réseau pour des Services Unifiés* » faciliterait l'accès aux services publics, intégrant de nombreuses prestations pour une couverture complète. Le volume élevé de transactions et d'utilisateurs actifs, associé à la promotion des certificats et cachets électroniques, réduirait les coûts et les délais de traitement, ce qui se traduirait par une grande satisfaction. Un système de services numériques couvrant l'ensemble du cycle de vie était en cours de développement, proposant des solutions numériques dans de nombreux domaines, notamment dans le secteur médical, et facilitant le quotidien des personnes âgées.

Gouvernance intelligente pour un développement durable : Shanghai privilégierait le développement vert et la résilience urbaine dans sa transformation numérique. Les technologies numériques amélioreraient l'efficacité énergétique urbaine et réduiraient les émissions de carbone ; par exemple, la mise en

place de plateformes de gestion intelligente de l'énergie permettrait de réaliser d'importantes économies d'énergie dans certains bâtiments publics et secteurs industriels. La plateforme « Un réseau pour une gestion unifiée » renforcerait la capacité à détecter et à prévenir les risques environnementaux et sécuritaires, et permettrait un système d'alerte précoce. Les méthodes numériques optimiseraient les infrastructures de transport, développeraient des transports à faibles émissions de carbone et réduiraient les embouteillages aux heures de pointe. Le développement de l'économie numérique s'inscrirait dans une démarche de développement durable, évoluant vers un avenir vert et sobre en carbone.

(4) Réalisations et inspirations

Ces dernières années, Shanghai a réalisé des progrès remarquables dans sa transformation numérique, et l'efficacité de sa gouvernance urbaine ainsi que sa compétitivité globale n'ont cessé de s'améliorer. En matière de gouvernance, grâce à la plateforme « Un réseau pour une gestion unifiée », Shanghai a mis en place un système d'exploitation urbaine articulé autour d'une plateforme à trois niveaux et d'applications à cinq niveaux. Ce système permet une vision globale, une prévision intelligente et une coordination optimale des ressources pour les opérations urbaines. Le centre de gestion des opérations urbaines a connecté 185 systèmes et 730 applications provenant de 50 départements, formant ainsi une plateforme d'exploitation urbaine dynamique et intégrée, fonctionnant en temps réel, pour l'observation, la gestion et la prévention. Concernant les services publics, fin 2023, le portail « Un réseau pour une gestion unifiée » a donné accès à 3 705 prestations, dont 3 326 pouvaient être traitées intégralement en ligne, soit un taux de traitement effectif en ligne de 82,9 % et un taux de satisfaction de 99,94 %. Le développement des services intégrés du delta du Yangtsé s'est poursuivi sans encombre, avec la mise en place du partage et de la reconnaissance mutuelle de 40 types

de certificats électroniques, le traitement inter-provincial de 171 services et l'ouverture de 895 guichets physiques dédiés^[119]. Sur le plan économique, Shanghai s'attache à bâtir un pôle d'excellence en matière d'économie numérique. En 2023, la valeur ajoutée des industries émergentes stratégiques de Shanghai a atteint 1 169,25 milliards de yuans, soit une hausse de 6,9 % par rapport à l'année précédente, représentant 24,8 % du PIB. L'approfondissement de la numérisation et l'essor de l'intelligence artificielle ont favorisé la forte croissance d'applications telles que « IA + Fabrication ». En 2025, Shanghai a publié le « Plan de mise en œuvre pour accélérer le développement de l'IA + Fabrication » et a lancé l'initiative « Façonner Shanghai grâce à l'IA + Fabrication » afin de promouvoir l'intégration profonde de l'IA et de la fabrication, de dynamiser la nouvelle industrialisation et de développer une productivité de haute qualité.

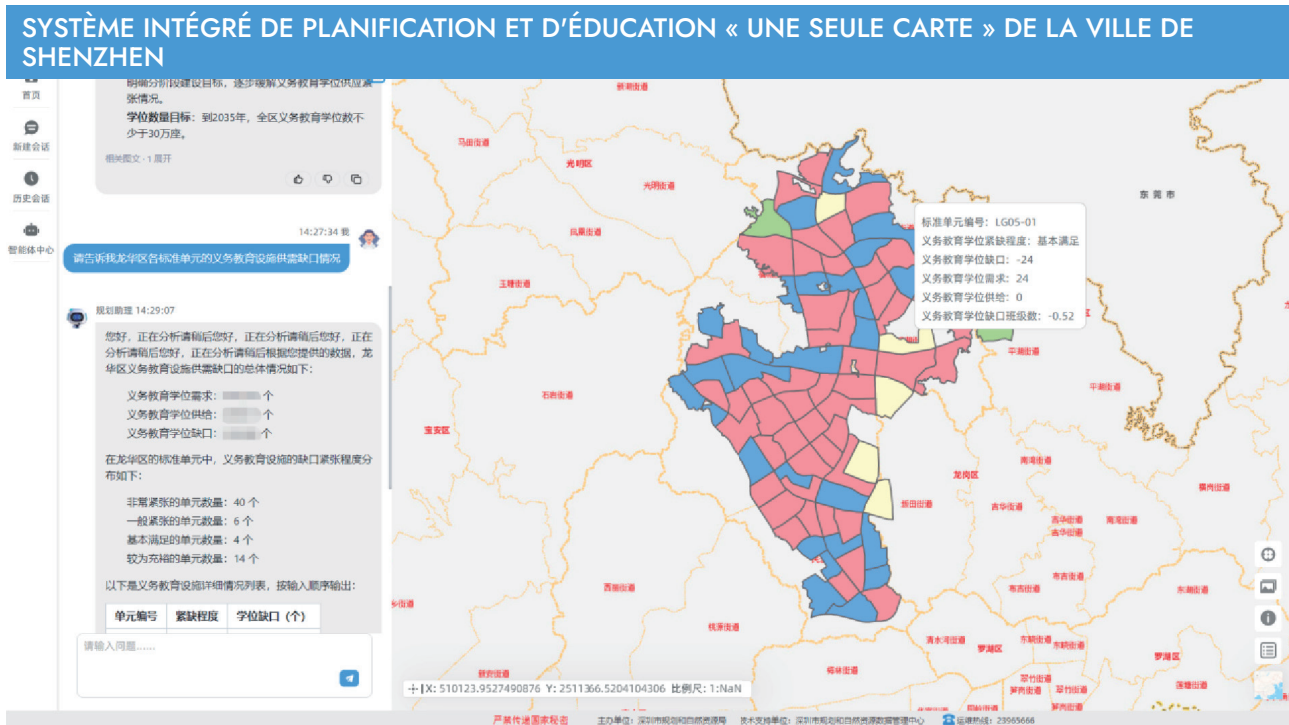
La transformation numérique et les pratiques de développement intelligent de Shanghai, en tant que mégapole, répondent pleinement aux ODD 11 (Villes et communautés durables), 9 (Industrie, innovation et infrastructure), 16 (Paix, justice et institutions efficaces) et 13 (Climat et environnement). Les principales inspirations de développement sont les suivants : premièrement, une conception stratégique et une mise en œuvre coordonnée, avec la mise en place d'un système de tâches et d'indicateurs « 1+3+6 », permettant une planification simultanée dans les trois grands domaines que sont l'économie, les conditions de vie et la gouvernance ; deuxièmement, une approche à deux volets alliant valorisation des données et protection juridique, pour une gouvernance efficace des ressources de données et un soutien législatif adéquat ; troisièmement, la mise en œuvre du concept fondamental de « ville construite par et pour le peuple », plaçant la satisfaction des citoyens au cœur des préoccupations ; quatrièmement, l'association d'approches par scénarios et d'innovations technologiques, en priorisant les avancées majeures sur les problématiques récurrentes afin

de créer un cercle vertueux ; et cinquièmement, la construction d'un écosystème de gouvernance multipartite, encourageant la participation des acteurs du marché, des organisations sociales et des citoyens à la transformation numérique et favorisant un environnement ouvert et innovant.

4.1.3 Shenzhen : aménagement intelligent des ressources éducatives urbaines

(1) Contexte et défis

Shenzhen, mégapole à forte densité de population, a vu sa population d'âge scolaire doubler d'environ 100 % entre 2010 et 2024, engendrant un déséquilibre important entre l'offre et la demande de ressources éducatives. L'allocation de ces ressources se heurtait à trois défis majeurs : premièrement, en matière d'aménagement du territoire, la répartition dynamique de la population était déconnectée de l'implantation statique des écoles, ce qui avait conduit à la coexistence d'« écoles surchargées » et d'« installations sous-utilisées ». Deuxièmement, concernant les données, les informations clés telles que les données foncières et immobilières étaient dispersées entre différents services et mises à jour de manière asynchrone, ce qui avait entravé la prise de décision éclairée. Troisièmement, en matière de collaboration, la longueur des procédures interdépartementales rendait difficile une réponse rapide à l'évolution constante des besoins éducatifs. Ces facteurs avaient augmenté non seulement le coût des services publics, mais avaient limité également l'équité en matière d'éducation et le développement urbain durable. Par conséquent, la manière d'exploiter les technologies de l'intelligence urbaine pour transformer les ressources éducatives en biens publics partagés et parvenir à une « offre précise » et un « équilibre dynamique » est devenue un enjeu central pour optimiser l'efficacité des ressources éducatives.



(2) Objectifs et vision

Shenzhen s'engagerait à mettre en place un système de décision intelligent, « fondé sur les données et centré sur l'humain », pour la planification de l'éducation. L'objectif global était de tirer parti de l'infrastructure numérique de la ville pour créer une plateforme d'intelligence artificielle, formant ainsi un système de gestion en boucle fermée de « suivi dynamique – optimisation de la planification – offre ciblée » afin d'améliorer la qualité des services et l'aménagement scientifique des établissements scolaires, contribuant ainsi à faire de Shenzhen une ville de référence en matière de bien-être de ses habitants.

(3) Stratégies de mise en œuvre

Le projet serait mis en œuvre selon une stratégie de « conception globale et de déploiement progressif ». Premièrement, il consoliderait les

données fondamentales : un modèle 3D haute précision de la ville entière est en cours de construction, et des données multi-sources sont intégrées grâce à un codage spatial unifié afin d'établir une base de données thématique « terrains-bâtiments-logements-population-équipements », permettant une gestion précise et le partage interdépartemental des informations clés. Deuxièmement, il construirait un système de modélisation : une série de modèles d'intelligence artificielle professionnels, notamment pour calculer l'offre et la demande de places scolaires, analyser la couverture des zones de desserte et optimiser le choix de l'emplacement des équipements, sont développés pour répondre aux besoins de la planification de l'enseignement obligatoire, fournissant un soutien quantitatif à l'allocation des ressources. Troisièmement, il créerait une chaîne de décision intelligente : s'appuyant sur un hub d'intelligence artificielle unifié, le modèle d'évaluation est transformé en agent intelligent, construisant ainsi une chaîne de décision en boucle fermée. Le système permettrait une alerte précoce automa-

tique et une collaboration multipartite, améliorant considérablement la rapidité et la précision de la réponse en matière de planification (Figure 4-2).

(4) Réalisations et inspirations

Cette solution a renforcé considérablement la rigueur scientifique et l'efficacité de la gouvernance en matière de planification de l'éducation. Le système intègre 794 unités standard, près de 3 000 écoles et environ 21 millions d'habitants de la ville dans un cadre de suivi et d'évaluation, fournissant ainsi une base scientifique pour optimiser l'aménagement et atténuer efficacement le déséquilibre entre l'offre et la demande de places scolaires. L'efficacité de la planification a été révolutionnée : le système a contribué à l'approbation de plus de 500 projets, réduisant le délai d'examen de plusieurs jours à quelques heures et améliorant ainsi l'efficacité des approbations d'environ 50 %.

Le plan d'aménagement intelligent des ressources éducatives de Shenzhen répond précisément aux défis posés par l'explosion démographique des enfants d'âge scolaire et s'inscrit pleinement dans les Objectifs de développement durable de l'Organisation des Nations Unies, notamment l'ODD 4 (Éducation de qualité), l'ODD 11 (Villes et communautés durables) et l'ODD 10 (Inégalités réduites).

Il offre des inspirations précieuses sur les modèles de gouvernance : grâce à deux innovations majeures – l'« association de données à l'échelle du domaine et des éléments » et un « hub d'intelligence artificielle hybride à grande échelle piloté par des modèles », Shenzhen entre dans une nouvelle ère de planification caractérisée par une prise de décision fondée sur les données et une participation inclusive.

4.1.4 Guangzhou : gouvernance urbaine plus raffinée grâce à l'ia

(1) Contexte et défis

En tant que mégapole à forte densité de population, Guangzhou était confrontée à un défi mondial commun : la fragmentation et le gaspillage de trois types de ressources de gouvernance : physiques, numériques et sociales. Premièrement, les ressources physiques étaient fragmentées : les drones et autres équipements avaient été utilisés de manière disparate par différents services, ce qui s'était traduit par un taux d'utilisation des ressources à basse altitude inférieur à 40 % et des patrouilles répétitives entraînant un gaspillage annuel moyen de ressources. Deuxièmement, les ressources de données étaient cloisonnées : les formats de données interdépartementaux étaient incohérents et impossibles à relier, comme en témoignait l'absence de partage de données entre les services de protection de l'environnement et de gestion urbaine, ce qui avait nui à l'efficacité du traçage des sources de pollution. Troisièmement, la coordination des ressources sociales était défaillante : la gouvernance se limitait principalement à une réaction a posteriori, sans mécanismes de participation citoyenne, ce qui avait rendu difficile une gouvernance précise et opportune.

(2) Objectifs et vision

Pour remédier à ces difficultés, l'Institut d'urbanisme et de conception de Guangzhou, fidèle à sa vision d'une gouvernance urbaine plus « efficace, équitable et durable », a mis en place un système de gouvernance intelligent « intégré air-espace-sol ».

Ce système viserait à transformer les ressources dispersées en éléments publics partageables. Ses principaux objectifs, atteints grâce au système « Guangzhou Eagle Eye », étaient : premièrement, améliorer le taux d'utilisation des ressources à basse altitude ; deuxièmement, garantir une réponse rapide à l'échelle de la ville ; troisièmement, créer une plateforme de données interdépartementale pour améliorer l'efficacité de la prise de décision ; et quatrième-



Figure 4-3 : Plateforme « Guangzhou Eagle Eye » : Plateforme de surveillance urbaine par drones

Source : Institut d'urbanisme et de conception de Guangzhou

ment, réduire les coûts d'exploitation et de maintenance urbaines et établir une interface de participation citoyenne, formant ainsi un écosystème de gouvernance « alliant leadership gouvernemental et cogestion citoyenne ».

(3) Stratégies de mise en œuvre

Le projet serait mis en œuvre en trois phases : Phase 1 : Création d'une plateforme unifiée et d'une infrastructure numérique. Il s'agit d'établir un système centralisé de services de drones pour une planification unifiée des équipements à l'échelle régionale, et de construire une infrastructure de jumeau numérique basée sur un moteur SIG 3D spatio-temporel afin de fournir un cadre spatial de haute précision (Figure 4-3).

Phase 2 : Développement d'algorithmes et de scénarios d'activation. Il s'agit de développer une bibliothèque de modèles de reconnaissance intelligents multi-échelles et de la mettre à disposition sous forme d'outil intuitif (glisser-déposer) pour une utilisation par le grand public.

Phase 3 : Renforcement de la collaboration et de la participation citoyenne. Il s'agit d'établir un mécanisme de partage de données

interdépartemental et d'ouvrir des interfaces d'application publiques, permettant aux citoyens de signaler des problèmes via leur téléphone mobile. Ces signalements seraient automatiquement attribués et traités par une IA, formant ainsi une boucle de gouvernance collaborative.

(4) Réalisations et inspirations

Le système « Guangzhou Eagle Eye » a obtenu des résultats remarquables.

Premièrement, il a mis en place un réseau de téledétection à basse altitude à haute couverture et à haute réactivité, permettant une intervention rapide sur toute cible dans la zone en moins de 5 minutes. Deuxièmement, il a considérablement amélioré l'efficacité et la sécurité de la gouvernance urbaine, doublant même l'efficacité des modèles d'inspection traditionnels.

Troisièmement, il a stimulé le développement de l'économie de basse altitude, libérant un potentiel de croissance future de mille milliards de yuans. Il est en parfaite adéquation avec les Objectifs de développement durable (ODD) de l'Organisation des Nations Unies pour 2030, notamment l'ODD 11 (Villes et communautés durables), l'ODD 9 (Industrie, innovation et infra-

structure), l'ODD 16 (Paix, justice et institutions efficaces) et l'ODD 13 (Mesures relatives à la lutte contre les changements climatiques). Sa valeur fondamentale réside dans la reconstruction de la logique de gouvernance des ressources « physiques, numériques et sociales » grâce à l'intelligence urbaine, transformant les drones et les données, auparavant considérés comme des actifs privés, en outils de gouvernance bénéfiques à tous.

Son expérience démontre que la clé d'une gouvernance efficace des villes à forte densité réside dans la capacité à « lever les barrières aux ressources grâce à l'intelligence », permettant ainsi à des ressources dispersées de générer des effets synergiques. Des essaims de drones connectent le réseau de surveillance spatiale tridimensionnel de la ville, l'analyse intelligente transforme les données dispersées en outils décisionnels et la cogestion multipartite stimule la participation citoyenne.

Cette innovation en matière de gouvernance a permis à Guangzhou d'améliorer la qualité et l'efficacité de ses services, tout en assurant un développement vert et sobre en carbone, offrant ainsi des inspirations précieuses pour le développement durable d'autres villes.

4.1.5 Chengdu : gestion intelligente du trafic autour des hôpitaux

(1) Contexte et défis

Les abords des grands hôpitaux urbains, comme l'Hôpital de l'Ouest de la Chine de Chengdu (qui accueillait près de 20 000 patients en consultation externe et aux urgences chaque jour), illustraient parfaitement les conflits d'utilisation des ressources. La congestion routière se manifestait de plusieurs manières :

1) De graves conflits entre piétons et véhicules, avec une circulation mixte aux entrées et sorties entraînant des ralentissements et des risques d'accidents élevés aux heures de pointe du matin ;

2) Un déséquilibre entre l'offre et la demande de stationnement, avec une pénurie importante de places de parking à l'intérieur de l'hôpital, provoquant des files d'attente et des débordements sur la chaussée, ce qui engendrait des déviations inefficaces et une réduction de la fluidité du trafic ;

3) Une circulation anarchique de véhicules non motorisés, avec plus de 7 000 vélos en libre-service et véhicules de livraison occupant quotidiennement des voies, ce qui nuisait considérablement à l'accès des patients à pied ;

et quatrièmement, des flux de circulation concentrés, avec différents types de véhicules se chevauchant aux points de congestion, créant un phénomène de « congestion ponctuelle affectant toute la zone ».

(2) Objectifs et vision

Le Service de gestion du trafic du Bureau municipal de la Sécurité publique de Chengdu viserait à résoudre les problèmes de congestion routière par une optimisation des ressources et une coordination globale, sans recourir à d'importants travaux d'infrastructure.

Ses principaux objectifs quantitatifs étaient les suivants : 1) Réduire l'indice de congestion de la zone de 3,28 à moins de 2,5 ; 2) Améliorer la précision du guidage au stationnement et réduire les détours inutiles ; 3) Rétablir les espaces pour véhicules à circulation lente et réduire le taux d'occupation des voies réservées aux véhicules non motorisés ; 4) Réduire la fréquence des conflits entre piétons et véhicules afin de limiter les retards dus aux changements de voie intempestifs ; et enfin, grâce à une gestion intégrée, réduire le gaspillage d'énergie et les émissions polluantes, et promouvoir le développement des transports écologiques.

(3) Stratégies de mise en œuvre

Une solution globale combinant « analyse de

données, zonage fonctionnel et guidage intelligent » serait mise en œuvre.

- 1) Les données faciliteraient le diagnostic : une collecte exhaustive des flux de circulation, des files d'attente et d'autres données permet d'identifier précisément les causes et les caractéristiques des embouteillages.
- 2) Le zonage fonctionnel serait restructuré : la zone est divisée en deux zones : la « Zone Nord (consultations externes/dépose-minute) » et la « Zone Sud (urgences/stationnement) », afin de fluidifier le trafic. Des voies piétonnes à durée limitée seraient aménagées aux points de congestion pour résoudre efficacement les conflits entre piétons et véhicules.
- 3) Un système de guidage et de déviation intelligent serait mis en place, coordonnant les plateformes de navigation et de VTC pour orienter les véhicules vers les zones appropriées en fonction de leur motif de déplacement, et régulant la circulation par la désignation de zones de prise en charge et de dépose dédiées.

(4) Réalisations et Inspirations

La mise en œuvre du plan d'optimisation de la coordination du trafic dans la zone de l'Hôpital de l'Ouest de la Chine a donné des résultats remarquables, démontrant pleinement la valeur d'« allocation précise basée sur les données et équilibre des ressources axé sur les personnes » :

- 1) l'efficacité du trafic s'est améliorée, l'indice de congestion de la zone passant de 3,28 à 2,44, soit une diminution de 25,6 %, et le temps de congestion aux heures de pointe du matin a été réduit d'environ une demi-heure, avec une amélioration significative de la vitesse de circulation sur la rue Dianxin ;
- 2) l'efficacité des soins médicaux en temps opportun s'est améliorée, le temps d'accès à l'hôpital ayant été réduit de 10 à 20 minutes par rapport à la période précédant la mise en œuvre (Figure 4-4). Cette réussite est étroitement liée aux Objectifs de développement durable de l'Organisation des Nations Unies, notamment l'ODD 3 (Bonne santé et bien-être), l'ODD 11 (Villes et commu-

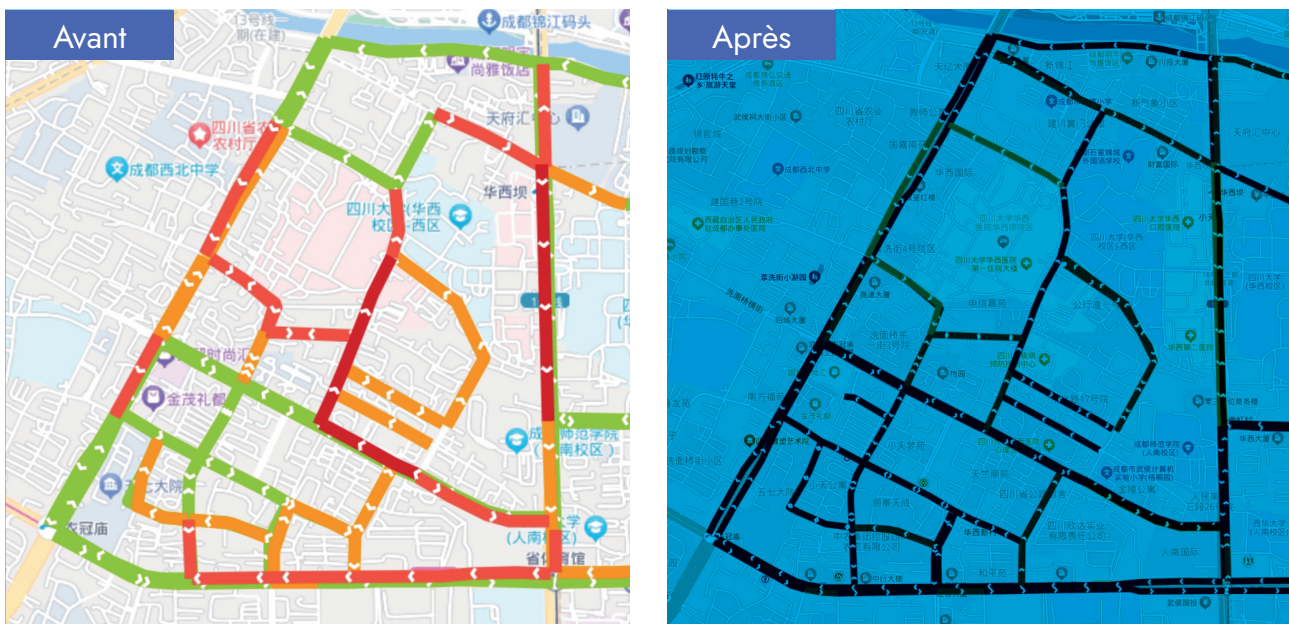


Figure 4-4 : Situation du trafic avant et après la mise en œuvre des mesures de gestion des embouteillages autour de l'Hôpital de l'Ouest de la Chine de Chengdu

Source : Service de gestion du trafic du Bureau municipal de la Sécurité publique de Chengdu

nautés durables) et l'ODD 13 (Mesures relatives à la lutte contre les changements climatiques).

Ses principales inspirations sont que des approches fondées sur les données, une gestion échelonnée de la circulation pour répondre aux différents besoins en matière de trafic et une collaboration multipartite peuvent mener à une gouvernance durable. La résolution des problèmes de circulation aux nœuds de services publics à forte densité repose sur une réallocation optimisée des ressources dans un espace limité grâce à l'intelligence urbaine, plutôt que sur l'expansion des infrastructures.

4.1.6 Wuhan : solutions intelligentes d'urbanisme

(1) Contexte et Défis

En tant que domaine à forte intensité de connaissances, l'urbanisme était confronté à de nouveaux défis à l'ère moderne, notamment en raison de ses méthodes traditionnelles : 1) Un décalage existait entre la prise de décision et les attentes du public, avec une survalorisation de l'expertise et un manque d'informations en temps réel, ce qui avait rendu difficile une réponse rapide aux besoins diversifiés des citoyens ; 2) D'importantes barrières à l'information avaient entravé la circulation des données entre les différents services, limitant la gouvernance collaborative et la diffusion des connaissances ; 3) La participation citoyenne était fortement compromise, les citoyens étant confrontés à un double obstacle : celui des compétences professionnelles et numériques, ce qui avait rendu difficile la mise en œuvre du concept de « ville construite par et pour le peuple » ; 4) L'adaptation de l'intelligence artificielle générale posait problème, les grands modèles ne possédant pas une compréhension approfondie des réglementations d'urbanisme, de la culture locale et de la logique centrée sur l'humain, ce qui avait entraîné une fiabilité insuffisante pour une application directe.

(2) Objectifs et vision

L'Institut de planification et de conception de Wuhan a proposé de manière novatrice la création d'un nouveau système d'urbanisme piloté par l'IA afin de transformer les décisions d'aménagement, passant d'une approche « axée sur l'expérience » à une approche « axée sur les données et centrée sur l'humain ».

Sa vision était de créer « Dapu », plateforme multimodale d'aide à la décision, assistée par l'IA et centrée sur un modèle de planification global, révolutionnant ainsi les modèles de planification traditionnels. Ce système mettrait en pratique le concept d'inclusion, leverait les barrières technologiques et de connaissances, permettrait une participation égale de toutes les parties prenantes à la co-construction et à la gouvernance urbaines, créerait un nouveau paradigme de planification durable et reproductible, et offrirait le savoir-faire et les solutions chinoises aux villes du monde entier, en particulier dans les pays en développement.

(3) Stratégies de mise en œuvre

Suivant la logique « fondation des ressources – scénario pilote – intégration du système – résultat standard », le processus se déroulerait par étapes : La première étape consisterait à constituer une base de ressources et de technologies, à intégrer plus de 40 ans de données professionnelles, à établir un référentiel de codage unifié (« pool public de ressources de planification »), à développer « Dapu », modèle de planification complet (Figure 4-5), à construire un cadre de fusion tridimensionnel « données sémantiques, spatio-temporelles et spécifications techniques » et à mettre en place un mécanisme de gouvernance collaborative interdépartementale. La deuxième étape consisterait à mener des scénarios pilotes à forte valeur ajoutée, à valider l'efficacité de l'intelligence artificielle dans des domaines tels que la planification industrielle, la participation citoyenne et la gestion des pétitions, et à



Figure 4-5 : Modèle à grande échelle de l'aménagement spatial du territoire de Wuhan (Dapu)

Source : Institut de planification et de conception de Wuhan (Institut de stratégie de développement des transports de Wuhan)

jeter les bases d'une diffusion ultérieure. La troisième étape viserait à parvenir à une collaboration complète « données – modèle – service », en construisant une boucle fermée pour une utilisation optimale des ressources. La quatrième étape consisterait à produire le modèle, à modulariser l'architecture technique et le mécanisme de gouvernance afin de constituer une solution intelligente reproductible et déployable dans d'autres villes.

(4) Réalisations et inspirations

La mise en œuvre de ce plan a permis d'obtenir trois résultats significatifs :

1) Il a favorisé le développement coordonné de l'industrie et de l'espace, en apportant un soutien à la planification et à l'aménagement du territoire pour près de 100 projets industriels, en aidant le gouvernement à optimiser l'implantation industrielle et à sélectionner des sites attractifs pour les investissements, et en promouvant l'intégration et la symbiose du développement

industriel avec l'espace urbain et la vie des résidents

2) Il a considérablement amélioré l'efficacité de la gouvernance et l'allocation des ressources, avec un volume annuel de demandes dépassant les 5 000, une réduction des effectifs de 6 à 1 personne (soit une réduction de 83 %), un raccourcissement du temps de traitement par dossier de 30 secondes à 1 minute, une amélioration de l'efficacité globale d'environ 90 % par rapport au modèle traditionnel et un taux de réponse rapide de 99 %.

3) Il a permis des avancées novatrices, en créant un cadre intégré à trois volets pour pallier le manque d'expertise professionnelle généralement constaté dans les grands modèles, en s'appuyant sur l'apprentissage en ligne pour un renforcement mutuel des ressources sociales et technologiques, en transformant les outils professionnels en applications légères en langage naturel et en rendant la planification, auparavant « réservée aux experts », « accessible à tous ».



L'approche de Wuhan repose essentiellement sur une refonte intelligente de la logique de planification, conciliant l'efficacité scientifique et l'approche centrée sur l'humain, et faisant écho aux Objectifs de développement durable (ODD) de l'Organisation des Nations Unies pour 2030 : ODD 11 (Villes et communautés durables), ODD 16 (Paix, justice et institutions efficaces) et ODD 9 (Industrie, innovation et infrastructure). Les principales inspirations sont les suivantes : premièrement, l'intégration des ressources de données doit être une priorité, avec l'établissement de règles unifiées de codage et de partage ; deuxièmement, les obstacles à la participation doivent être levés grâce à une conception inclusive afin de valoriser les ressources ; enfin, les garanties institutionnelles priment sur la technologie, la collaboration interdépartementale exige des responsabilités clairement définies et un mécanisme de suivi « centré sur l'humain » doit être mis en place pour prévenir toute mauvaise allocation des ressources.

4.2 Cas de scénarios

4.2.1 Intégration efficace des ressources des infrastructures publiques urbaines

(1) Contexte et défis

Les métropoles mondiales étaient confrontées à trois défis majeurs en matière d'infrastructures publiques, telles que les stations de base de communication et les bornes d'affichage : une exploitation et une maintenance inefficaces, une dépendance excessive aux systèmes d'alarme traditionnels et de faibles capacités de prédiction ; des délais de réponse des services publics trop longs, avec des lacunes dans l'assistance aux populations vulnérables ; et une allocation importante des ressources, l'exploitation des équipements basée sur l'expérience et les données multimodales restant inexploitées. La cause profonde résidait dans l'absence d'un système intégré de perception, d'analyse et de

prise de décision piloté par l'IA.

(2) Objectifs et vision

Beijing BOE Sensor Technology Co., Ltd. a ambitionné de construire un système de détection urbain intelligent « efficace, résilient et centré sur l'humain ». Grâce à une technologie collaborative d'appareil-périphérie-cloud, elle a unifié la gouvernance des infrastructures et des ressources de données, optimisant ainsi l'utilisation des ressources et la réactivité des services. Ses principaux objectifs quantitatifs étaient les suivants : réduire le taux d'indisponibilité imprévue des infrastructures critiques et améliorer l'efficacité de l'exploitation et de la maintenance ; réduire le temps de réponse pour l'assistance aux populations vulnérables ; réduire la consommation énergétique des équipements grâce à une optimisation dynamique par intelligence artificielle ; et améliorer l'efficacité de l'utilisation des ressources de données et le taux d'utilisation de la fusion de données multimodales afin d'accroître la précision des modèles d'intelligence artificielle dans la détection des événements anormaux.

(3) Stratégies de mise en œuvre

La mise en œuvre se déroulerait en trois phases : la première phase jetterait les bases du pool de ressources de données, déploierait des capteurs compatibles avec l'IA, collecterait des données multimodales, établirait une base de données relative aux dispositifs, à l'environnement et à l'espace, et définirait une configuration d'optimisation ; la deuxième phase mènerait des projets pilotes basés sur des scénarios, vérifierait le modèle de maintenance prédictive dans les stations de base de communication, utiliserait la surveillance intelligente par télédétection pour identifier les comportements anormaux dans les espaces publics et collaborerait avec les services de secours afin de vérifier l'efficacité et la valeur humanitaire de la technologie ; la troisième phase construirait un système intelligent collaboratif d'appareil-périphérie-cloud, améliorerait les

capacités de calcul en périphérie, construirait une plateforme d'intelligence artificielle basée sur le cloud, intégrerait divers moteurs et réaliserait finalement une interconnexion entre les scénarios (par exemple, en reliant l'alerte précoce aux pannes des stations de base à la diffusion d'informations publiques) (Figure 4-6).

(4) Réalisations et inspirations

Les principales réalisations sont les suivantes :

1) L'efficacité des infrastructures considérablement améliorée, avec une grande diminution du taux d'indisponibilité imprévue des stations de base de communication et une réduction de la consommation énergétique moyenne des terminaux publics grâce au contrôle dynamique des paramètres ; 2) Un progrès qualitatif dans la réactivité des services publics, avec des délais d'intervention des secours nettement raccourcis et une grande précision dans la reconnaissance d'événements par l'IA dans des villes comme São Paulo (Brésil) et Suzhou (Chine) ; 3) Une

pleine valorisation des données, grâce à une meilleure utilisation de la fusion de données multimodales et à une précision accrue dans la prédiction des pannes, démontrant ainsi que « plus on utilise de données, plus le système devient intelligent ».

Les innovations fondamentales résident dans : l'innovation technologique, avec la réduction de la charge du cloud grâce à une architecture collaborative de « prétraitement en périphérie + analyse approfondie dans le cloud » et la formation spécifique de modèles de télé-détection de qualité industrielle pour améliorer la précision du contrôle ; et l'innovation du modèle, avec l'intégration systématique de l'assistance humaine (comme l'aide aux groupes vulnérables) dans le système de détection intelligent, créant une synergie entre « efficacité et humanité ».

Cette pratique combinant « intelligence artificielle et télé-détection » renforce non seulement la résilience des infrastructures, mais s'inscrit pleinement dans les Objectifs de dévelop-

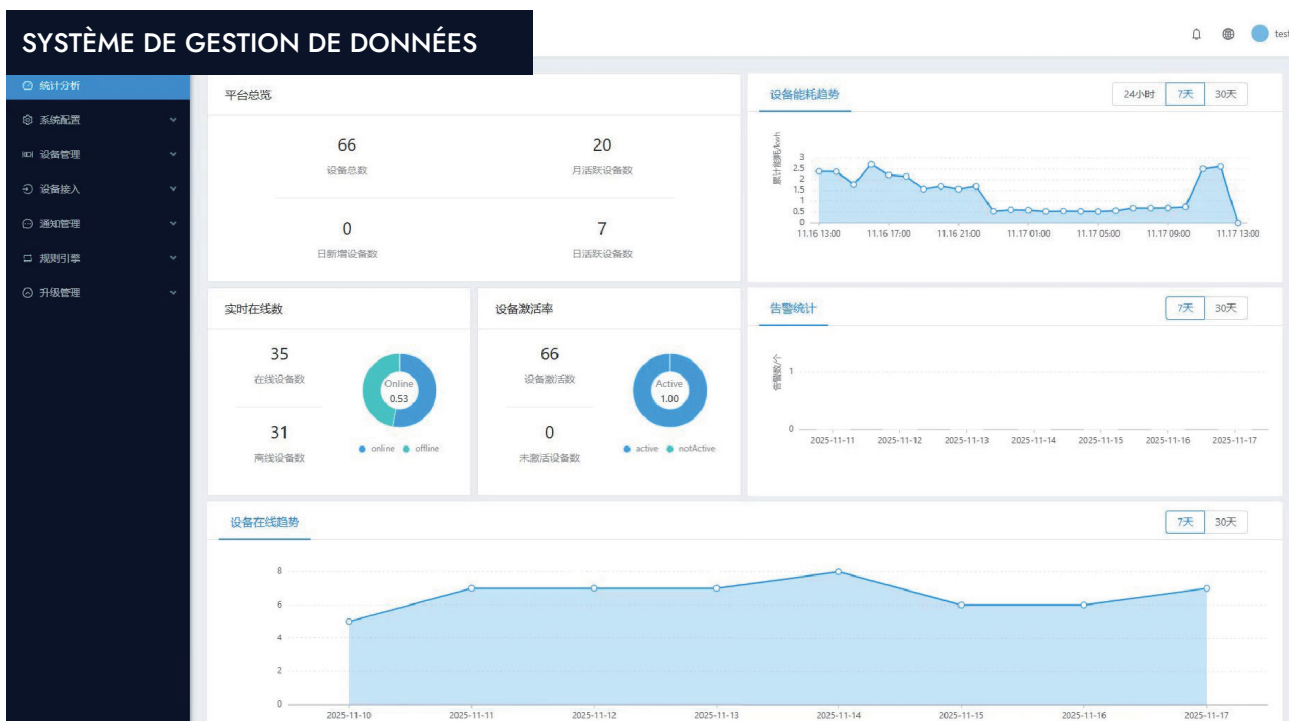


Figure 4-6 : Page de retour d'information sur les paramètres techniques du système de détection intelligent urbain de BOE / Source : Beijing BOE Sensing Technology Co., Ltd.



pement durable (ODD) de l'Organisation des Nations Unies à l'horizon 2030, notamment l'ODD 9 (Industrie, innovation et infrastructure), l'ODD 11 (Villes et communautés durables), l'ODD 13 (Mesures relatives à la lutte contre les changements climatiques) et l'ODD 10 (Réduction des inégalités). L'inspiration est de restructurer la gouvernance des ressources, d'exploiter l'intelligence artificielle pour lever les obstacles liés aux données, d'optimiser collaborativement l'allocation des ressources et de trouver un équilibre entre efficacité technologique et bien-être social.

4.2.2 Gestion intelligente des déchets ménagers urbains

(1) Contexte et défis

L'incinération des déchets ménagers était un moyen essentiel de « réduire les déchets urbains, de valoriser les ressources et de les traiter sans danger ». Son efficacité d'utilisation des ressources était cruciale pour la maîtrise des coûts de gouvernance urbaine et la réalisation des objectifs de double neutralité carbone. Actuellement, le secteur de l'incinération des déchets dans notre pays était confronté à trois défis majeurs :

- 1) Les données étaient sous-exploitées, la prise de décision reposait sur l'expérience, les volumes massifs de données en temps réel n'étaient ni intégrés ni utilisés, et le contrôle de la combustion dépendait de l'expertise humaine, ce qui avait entraîné d'importantes fluctuations du débit de vapeur principal et un faible rendement de conversion énergétique ;

- 2) La consommation de ressources était élevée, la pression environnementale importante, la composition des déchets complexe et les délais de traitement longs. Les méthodes de contrôle traditionnelles avaient entraîné une forte consommation de consommables environnementaux (désacidification, dénitrification) et une faible production d'énergie par tonne de déchets ;

- 3) L'exploitation manuelle était intensive, les

employés effectuant en moyenne plus de 1 300 opérations par jour, consommant de l'énergie pour des réglages répétitifs, et les systèmes de sécurité et de réponse aux anomalies étaient insuffisants.

(2) Objectifs et vision

Beijing Chaoyang Environmental Group Co., Ltd. a visé à « piloter la transformation intelligente de l'ensemble de la chaîne d'incinération des déchets grâce à l'intelligence artificielle et à promouvoir le passage d'une approche empirique à une prise de décision intelligente ». Ses objectifs spécifiques comprenaient : le développement de systèmes d'incinération intelligents adaptés aux déchets à composition complexe et à forte teneur en humidité ; la réduction de la consommation de matériaux de désacidification et de dénitrification de plus de 3 % ; la réduction des fluctuations de la vapeur principale de plus de 10 % ; et l'atteinte d'un taux d'automatisation supérieur à 90 %.

(3) Stratégies de mise en œuvre

Le système serait mis en œuvre en quatre phases : La phase 1 consisterait à constituer un référentiel de données en collectant les données des systèmes de combustion et de protection de l'environnement, ainsi que des vidéos de flammes, selon des protocoles standardisés. Après nettoyage et corrélation, un référentiel de données unifié serait établi afin de servir de base à l'analyse.

La phase 2 consisterait à développer un moteur central pour surmonter trois principaux obstacles : l'utilisation de modèles de vision industrielle pour transformer les vidéos de flammes en indicateurs quantitatifs et le remplacement de l'observation manuelle.

La phase 3 consisterait en une vérification pilote sur une seule installation afin de valider l'efficacité du moteur intelligent de détection, de prédiction et de contrôle en conditions réelles,



Figure 4-7 : Système de surveillance à grand écran de l'incinération intelligente par IA de Chaoyang Environmental
 Source : Beijing Chaoyang Environmental Group Co., Ltd.

d'optimiser le système et de réduire l'intensité des opérations manuelles.

La phase 4 consisterait en une diffusion standardisée. Le système mature serait déployé au sein du groupe et les « expériences d'experts » seraient intégrés dans une base de connaissances structurée afin de constituer des solutions techniques et de gestion reproductibles, exportables vers l'industrie (Figure 4-7).

(4) Réalisations et inspirations

Le projet a obtenu des résultats remarquables : premièrement, l'efficacité des ressources a été améliorée, avec une stabilité du débit de vapeur principal en hausse de plus de 36 %, une production d'énergie par tonne de déchets en augmentation de plus de 2,4 %, ce qui se traduit par une augmentation annuelle d'environ 6 millions de kWh d'électricité verte et une réduction de plus de 3 % de la consommation unitaire de consommables de

désacidification et de dénitrification, aboutissant à des effets synergiques de « réduction de la pollution et réduction des émissions de carbone » ; deuxièmement, les ressources humaines ont été optimisées, avec un taux d'automatisation supérieur à 98 % et une réduction de 86 % de la charge de travail journalière moyenne des employés, leur permettant de se consacrer à des tâches d'inspection et de prise de décision à plus forte valeur ajoutée.

Les innovations fondamentales de cette pratique résident dans deux aspects : l'innovation technologique, avec la mise au point d'un modèle visuel à grande échelle et d'un moteur de prédiction multivarié appliqués aux scénarios d'incinération ; et l'innovation de modélisation, avec la mise en place d'un mécanisme de « numérisation de l'expérience opérationnelle » qui transforme l'expertise des travailleurs expérimentés en une base de connaissances réutilisable, résolvant ainsi le problème de la transmission des connaissances dans le secteur. Cette approche soutient fortement



la « réduction, valorisation des ressources et traitement sans danger » des déchets, et son efficacité est pleinement alignée sur les Objectifs de développement durable (ODD) de l'Organisation des Nations Unies pour 2030, notamment : l'ODD 7 (Énergie propre et d'un coût abordable), l'ODD 11 (Villes et communautés durables), l'ODD 12 (Consommation et production responsables) et l'ODD 13 (Mesures relatives à la lutte contre les changements climatiques).

L'inspiration principale est que les données constituent une ressource essentielle, que les technologies intelligentes doivent être adaptées aux contextes industriels et que l'innovation de modélisation est aussi importante que l'innovation technologique. L'intégration profonde de l'intelligence artificielle aux contextes industriels est une voie cruciale pour surmonter les obstacles à l'efficacité des ressources dans les industries traditionnelles et parvenir à une situation gagnant-gagnant, tant sur le plan économique qu'environnemental.

4.2.3 Accès intelligent à des ressources de financement vert inclusif grâce à l'ia

(1) Contexte et défis

En tant que zone pilote pour la réforme financière des micro et petites entreprises (MPE), Taizhou était confrontée à trois défis majeurs pour promouvoir une finance verte inclusive : 1) l'identification des crédits verts était complexe. La diversité des usages des prêts aux MPE rendait difficile l'évaluation manuelle traditionnelle de leurs « attributs verts », ce qui avait engendré des coûts d'identification élevés et une mauvaise allocation des ressources. 2) L'évaluation de la performance environnementale des MPE était complexe. La petite taille des entreprises et la dispersion des données avaient entraîné un manque de normes d'évaluation unifiées, ce qui avait compliqué l'évaluation précise de leur niveau

de performance environnementale par les institutions financières. Il en était résulté un afflux de fonds vers les grandes entreprises, tandis que la proportion de MPE bénéficiant de crédits verts reste faible. 3) Le partage d'informations environnementales était difficile. Les données relatives aux pratiques vertes étaient dispersées parmi plus de 30 services et n'étaient pas partagées efficacement.

(2) Objectifs et vision

Beijing Dadao Zhijian Technology Co., Ltd. et la succursale de Taizhou de la Banque populaire de Chine a ambitionné de mettre en place un système de services intelligent « d'identification, d'évaluation et de valorisation des crédits verts » afin de lever les obstacles liés aux données et d'optimiser l'allocation des ressources financières. Les objectifs spécifiques étaient les suivants : réduire les délais d'identification des crédits verts et améliorer la précision de cette identification ; accroître la part des micro et petites entreprises bénéficiant de prêts verts inclusifs ; et renforcer le partage d'informations sur les crédits verts entre les différents services.

(3) Stratégies de mise en œuvre

La mise en œuvre se déroulerait en quatre phases : la première phase viserait à construire la « Plateforme de données sur la finance verte inclusive de Taizhou » afin de remédier à l'asymétrie d'information. Cela impliquerait la collecte de plus de 400 millions d'entrées de données provenant de plus de 30 départements, la création d'une « Base de données d'informations vertes d'entreprise » utilisant des technologies de calcul respectueuses de la vie privée, et le développement de modules de base d'« identification verte » et d'« évaluation verte ». La deuxième phase serait axée sur des projets pilotes dans les industries caractéristiques de Taizhou, avec la création de bases de données de mots-clés dédiées à des secteurs tels que la fabrication de moules

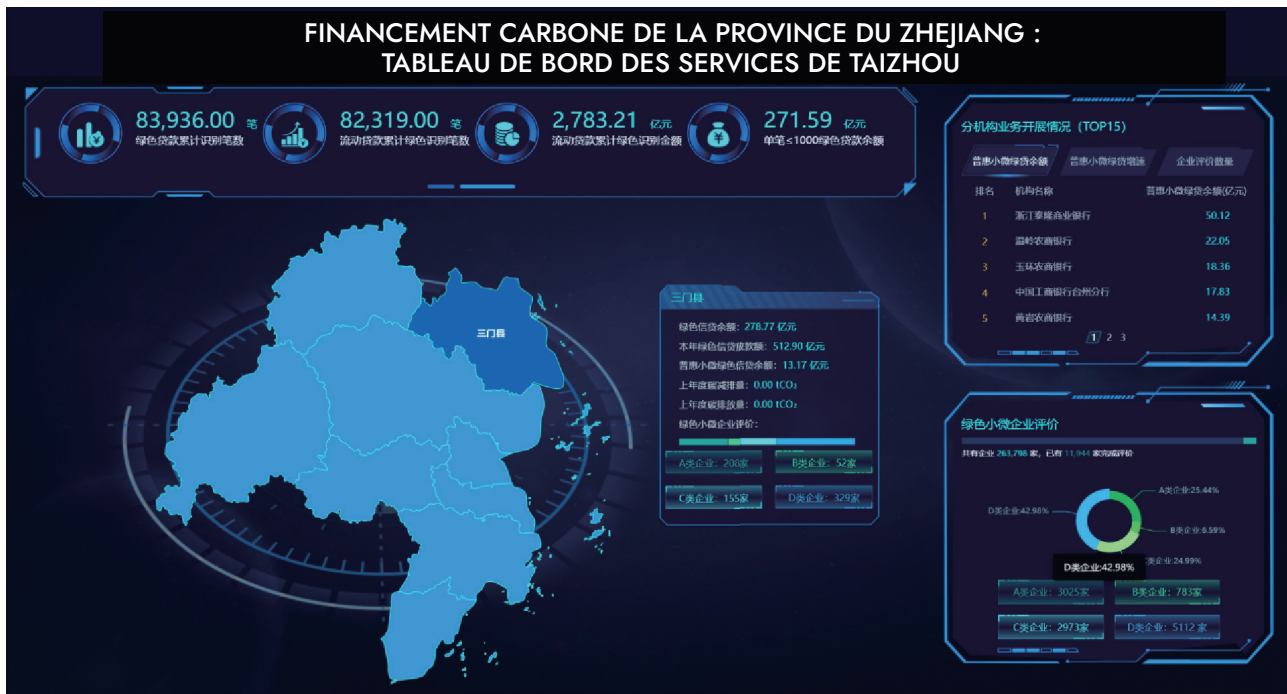


Figure 4-8 : L'écran numérique « Micro Green » de la Banque populaire de Chine (Taizhou)

Source : Beijing Dadao Zhijian Technology Co., Ltd. et la succursale de Taizhou de la Banque populaire de Chine

et les pièces automobiles, l'amélioration des modèles d'évaluation verte et la compilation d'un catalogue de transformation financière pour les industries clés (comme l'industrie des pompes). La troisième phase consisterait à construire la plateforme intégrée « Micro Green ». Celle-ci intégrerait les fonctions, ouvrirait des interfaces avec les institutions financières et le gouvernement, et améliorerait considérablement l'efficacité des services. La quatrième phase viserait à promouvoir la standardisation des expériences, à transformer les pratiques en normes provinciales et à exporter des modèles de services reproductibles vers d'autres villes (Figure 4-8).

(4) Réalisations et inspirations

Principaux résultats : 1) Optimisation de l'allocation des ressources financières, avec un total cumulé de 77 000 prêts verts identifiés, représentant plus de 260 milliards de yuans ; la part des prêts verts inclusifs destinés aux micro et

petites entreprises a augmenté de plus de 8 % ; 2) Promotion de la transformation verte, avec un total cumulé de 14 600 micro et petites entreprises ayant réalisé des évaluations environnementales, dont plus de 35 % ont été identifiées comme entités vertes et ont bénéficié d'un soutien financier ; 3) Valorisation des données : amélioration du taux de partage d'informations interdépartemental, transformant les données en un « profil de crédit vert » pour les entreprises.

Les innovations majeures de cette pratique résident dans trois points : premièrement, son modèle a été le premier à proposer un service financier numérique intégré et en boucle fermée ; deuxièmement, sa technologie a appliqué l'intelligence artificielle et le calcul respectueux de la vie privée pour résoudre les problèmes de sécurité et d'utilisation des données ; et troisièmement, ses normes ont établi le « Catalogue de soutien au crédit vert et inclusif », comblant ainsi une lacune du secteur. Cette pratique est en parfaite adéquation avec



les Objectifs de développement durable (ODD) de l'Organisation des Nations Unies à l'horizon 2030, notamment : l'ODD 8 (Travail décent et croissance économique), l'ODD 9 (Industrie, innovation et infrastructure), l'ODD 10 (Réduction des inégalités) et l'ODD 13 (Mesures relatives à la lutte contre les changements climatiques). En résumé, la synergie entre finance inclusive et finance verte repose sur un partage sécurisé des données comme fondement, une technologie d'intelligence artificielle adaptée au contexte comme élément central, et des normes et standards reproductibles comme garantie.

4.2.4 Recyclage des ressources de biomasse urbaines

(1) Contexte et défis

Au fur et à mesure de l'urbanisation, notre pays avait produit chaque année plus de 10 milliards de tonnes de déchets. Les méthodes traditionnelles d'enfouissement et d'incinération étaient gourmandes en terres, polluantes et inefficaces, ce qui les rendait inadaptées aux besoins des mégapoles. Plus important encore, ces méthodes ne permettaient pas le recyclage des ressources, entraînant un gaspillage et une dépendance aux subventions, et donc une situation non durable. En tant que ville pilote pour les initiatives « zéro déchet », Shenzhen devrait relever ce défi de toute urgence grâce aux technologies intelligentes afin de construire un système de bioéconomie circulaire.

(2) Objectifs et vision

INSPRO SCIENCE LIMITED (INSPRO) s'est concentré sur la « bioconversion par insectes assistée par l'IA », avec pour objectif de faire évoluer les villes d'« un traitement en fin de chaîne » vers « une réduction à la source et une valorisation optimale ». Ses objectifs spécifiques comprenaient : augmenter de plus de 15 % le taux annuel global de valorisation des déchets de biomasse urbains ; accroître de 30 % l'efficacité de la bioconversion

par la mouche soldat noire et réduire de 20 % les coûts d'exploitation grâce à un contrôle intelligent basé sur l'IA ; et établir un modèle reproductible de traitement des déchets de biomasse « IA + bioconversion par insectes » et sa commercialisation afin de faciliter la transition urbaine vers une économie bas carbone et l'intégration d'une bioéconomie circulaire.

(3) Stratégies de mise en œuvre

Le projet serait mis en œuvre en trois phases : la phase 1 serait axée sur la constitution d'une base de données, avec la collecte de données sur les déchets et la croissance de la mouche soldat noire dans plusieurs villes afin d'établir une bibliothèque de caractéristiques et un ensemble de données d'entraînement, jetant ainsi les bases d'une régulation intelligente ; la phase 2 serait axée sur la recherche et le développement technologiques, avec la mise au point de trois technologies clés : un système de contrôle environnemental basé sur l'intelligence artificielle, un système de surveillance de l'état de croissance et une plateforme de jumeau numérique pour l'optimisation des processus ; la phase 3 serait axée sur des projets pilotes de scénarios, avec la réalisation de projets pilotes à Xiegang, Dongguan (semi-automatique) et à Yantian, Shenzhen (entièrement automatique) afin de vérifier quantitativement l'efficacité de la technologie, l'amélioration de l'efficacité des ressources et la faisabilité du modèle commercial (Figure 4-9).

(4) Réalisations et Inspirations

De multiples avancées ont été réalisées en termes d'avantages environnementaux, économiques et sociaux : premièrement, la construction et l'exploitation réussie de deux projets pilotes ont été menées à bien, favorisant ainsi progressivement la transformation du traitement des déchets de biomasse urbains, passant de l'incinération / mise en décharge à la valorisation, et contribuant à un consensus social en faveur d'une économie



Figure 4-9 : Système de jumeau numérique pour les services d'utilisation et de traitement des ressources en scories organiques solides dans le parc écologique de Yantian, Shenzhen

Source : INSPRO SCIENCE LIMITED (INSPRO)

sobre en carbone et de la protection de l'environnement ; deuxièmement, le mécanisme de partage de données entre le gouvernement et les entreprises a amélioré la transparence de la gouvernance environnementale, et la participation du public au tri des déchets a augmenté de 25 % ; troisièmement, l'efficacité des ressources a été considérablement améliorée, atteignant un taux annuel global de valorisation des déchets de biomasse urbains supérieur à 15 % ; quatrièmement, un modèle de coopération intersectorielle « IA + protection de l'environnement » a été mis en place, attirant cinq instituts de recherche pour participer à la recherche et au développement technologiques et favorisant l'élaboration de deux normes internationales.

Les principales innovations de cette pratique sont les suivantes : sur le plan technologique, elle utilise un contrôle environnemental basé sur l'intelligence artificielle et des jumeaux numériques pour remplacer la dépendance traditionnelle à l'égard de l'expérience,

améliorant ainsi la précision des processus ; sur le plan du modèle, elle a construit une boucle commerciale fermée et durable de « directives gouvernementales + opérations d'entreprise + retour d'information du marché » ; et sur le plan de la gouvernance, elle a établi un lien de gouvernance collaborative entre « le gouvernement, les entreprises et le public » par le biais d'une plateforme de données.

Cette pratique novatrice, en transformant les déchets en ressources à haute valeur ajoutée, en redéfinit complètement « les attributs de ressources » et propose un nouveau paradigme pour la construction de « villes zéro déchet ». Elle s'inscrit pleinement dans les Objectifs de développement durable (ODD) de l'Organisation des Nations Unies à l'horizon 2030, notamment l'ODD 11 (Villes et communautés durables), l'ODD 12 (Consommation et production responsables), l'ODD 13 (Mesures relatives à la lutte contre les changements climatiques) et l'ODD 2 (Faim « zéro »). L'inspiration est que la gestion des



déchets de biomasse urbains repose sur la valorisation des ressources grâce à des technologies intelligentes, permettant ainsi d'atteindre un équilibre entre avantages environnementaux et économiques et de transformer véritablement « les déchets » en « ressources précieuses ».

4.2.5 Gestion des événements sportifs et du trafic urbains optimisée par « 5G et IA »

(1) Contexte et défis

Dans le cadre d'un développement urbain de qualité, les attentes du public en matière de services sûrs, pratiques et humains augmentaient. En particulier dans des situations de service public très complexes, comme les événements sportifs et les déplacements quotidiens, les modèles de gouvernance traditionnels avaient peiné à concilier l'efficacité et l'expérience, n'avaient pas proposé de protection différenciée pour des groupes tels que les femmes, les personnes âgées et les personnes handicapées, et les modèles qui reposaient sur d'importantes ressources humaines et matérielles étaient non viables.

(2) Objectifs et vision

Lors du semi-marathon de la rivière Suzhou de Shanghai en 2025, le système de transport intelligent de la Commune Haina de l'Arrondissement Putuo de Shanghai, a joué un rôle essentiel. Le groupe China Mobile Communications Co., Ltd. (Shanghai) a mis à profit l'intégration innovante des technologies « 5G-A+IA » pour permettre à la gestion de l'événement et des services urbains de passer d'une simple « organisation et coordination » à une « gouvernance intelligente globale », avec pour objectif d'améliorer l'inclusion, l'accessibilité et la convivialité des services urbains grâce à la technologie.

(3) Stratégies de mise en œuvre

Pour concrétiser cette vision, le projet a adopté

une approche de mise en œuvre en quatre volets : orientation politique, soutien de la plateforme, développement par scénarios et collaboration écosystémique. Au niveau politique, s'appuyant sur la stratégie de transformation numérique définie par le gouvernement municipal de Shanghai et le gouvernement de l'Arrondissement Putuo, la zone de Rivière Suzhou et la commune Haina seraient clairement désignées comme zones pilotes clés. Au niveau de la plateforme, China Mobile pilote la construction d'une plateforme de données unifiée et d'un moteur de décision basé sur l'IA, intégrant des technologies telles que les réseaux 5G-A, les jumeaux numériques et les algorithmes de modélisation à grande échelle afin de constituer un socle technologique réutilisable. Au niveau des scénarios, en se concentrant sur deux scénarios de service public complexes et stratégiques, soit le marathon et le transport multidimensionnel, des applications de démonstration de « sport intelligent » et de « mobilité intelligente » seraient développées, permettant ainsi de passer d'innovations ponctuelles à une intégration systémique.

Au niveau écosystémique, un mécanisme de collaboration multipartite impliquant « gouvernement, entreprises et collectivités » serait mis en place pour lever les obstacles liés aux données et aux services. Le projet privilégierait l'expérience utilisateur, en intégrant des fonctionnalités d'interaction multilingue et d'orientation simplifiée. En particulier, l'intégration d'interactions multilingues, de services spécifiques aux femmes et d'un accompagnement sans obstacles dans le déploiement technologique garantirait que la technologie est véritablement au service des « personnes » plutôt que de les remplacer.

(4) Réalisations et inspirations

Le projet a obtenu des résultats remarquables. Lors du semi-marathon de la rivière Suzhou, le taux de participation a atteint 99,55 %. Le système d'IA a généré automatiquement 4 329 vidéos personnalisées de la course, dont

69,2% des coureurs ont téléchargé et visionné les vidéos. La diffusion en direct a quant à elle cumulé plus de 500 000 vues. À Haina, le système de transport intelligent 3D a réduit les embouteillages aux heures de pointe de 15 %, raccourci le temps de trajet moyen à pied de 11 à 7 minutes (soit une réduction de 36 %) et atteint un taux de précision de 93 % pour le guidage d'itinéraire par IA, atténuant ainsi efficacement les problèmes d'adéquation spatiale dans les zones urbaines à forte densité. Ce scénario est étroitement lié aux Objectifs de développement durable de l'Organisation des Nations Unies, notamment l'ODD 9 (Industrie, innovation et infrastructure), l'ODD 11 (Villes et communautés durables), l'ODD 10 (Réduction des inégalités) et l'ODD 16 (Paix, justice et institutions efficaces).

Cette expérience offre un modèle reproductible pour le soutien intelligent aux événements et les services urbains inclusifs. Les inspirations principales sont les suivantes : premièrement, l'intégration technologique doit répondre à des besoins réels ; deuxièmement, l'intelligence urbaine requiert un mécanisme à long terme, standardisé, itératif et basé sur une plateforme, et ce projet a déjà permis de développer deux outils : un « moteur de compétition d'IA » et un « modèle de collaboration pour la gestion du trafic » ; troisièmement, la participation citoyenne est essentielle à la réussite du déploiement de la technologie. En facilitant l'accès à cette technologie grâce à des initiatives telles que les « ateliers d'expérimentation numérique » et les « ateliers de formation interactifs à l'IA », la reconnaissance et la participation du public à la gouvernance intelligente ont été considérablement renforcées, jetant ainsi les bases sociales d'une diffusion plus large à l'avenir.

4.2.6 Intégration et optimisation des ressources innovantes dans des communes vedettes

(1) Contexte et défis

Figurant parmi les premières villes à bénéficier du statut de communes vedettes de la province du Zhejiang, la commune de Yunqi de Hangzhou devrait relever quatre défis majeurs dans sa transformation d'un parc industriel traditionnel en un pôle d'innovation régional. 1) Les ressources d'innovation étaient fragmentées : les ressources industrielles clés, telles que la puissance de calcul de haute performance et les instruments de recherche scientifique, étaient monopolisées par quelques entités, ce qui rendait leur accès difficile pour les PME. Par ailleurs, les ressources publiques étaient sous-utilisées et faisaient l'objet d'investissements redondants. 2) Les mécanismes de collaboration faisaient défaut : l'industrie, la recherche, les pouvoirs publics et les investisseurs ne disposaient pas d'une plateforme de collaboration unifiée, ce qui avait entraîné une allocation inefficace des ressources et une difficulté à constituer une force d'innovation collaborative. 3) Les ressources en matière de logement étaient inadaptées : la planification du parc était « axée sur la production » et n'avait pas prévu d'espaces de vie et culturels adaptés aux jeunes talents, ce qui avait freiné leur regroupement et avait compromis la stabilité écologique. 4) La pression sur le développement durable s'était accrue : la forte augmentation de la consommation d'énergie, due à la croissance de la puissance de calcul et du volume de données, représentait un défi majeur pour la gestion de l'efficacité énergétique et le développement bas carbone du parc.

(2) Objectifs et vision

Pour répondre aux problématiques susmentionnées, la commune de Yunqi a défini une vision pour sa transformation numérique en un parc intelligent caractérisé par « le partage des ressources, l'efficacité collaborative, le faible impact carbone et un cadre de vie favorable aux talents », et s'est fixé cinq objectifs quantifiables : premièrement, construire une plateforme de partage d'outils à grande échelle pour réduire les coûts d'innovation des entreprises ;

deuxièmement, créer le système de services publics intelligents « Xi Xiao Fu » pour établir un profil précis de 176 000 entreprises et fournir des services intelligents 24 h/24 et 7 j/7 ; troisièmement, construire une communauté scientifique et technologique dynamique pour les jeunes, attirant chaque année plus de 100 000 talents innovants du monde entier pour participer à diverses activités d'innovation, formant ainsi un écosystème de talents durable ; et quatrièmement, mettre en œuvre une gestion intelligente de l'efficacité énergétique, favorisant des économies d'énergie moyennes de plus de 15 % dans le parc et réduisant les émissions de carbone de plus de 100 tonnes par an pour les entreprises clés.

(3) Stratégies de mise en œuvre

La commune a placé la plateforme numérique au cœur de son développement et a promu sa transformation par étapes. Sa stratégie de mise en œuvre s'articulerait autour de trois axes : premièrement, la mise en place d'un mécanisme de partage des équipements et des données et la création d'un vivier public de ressources pour l'innovation ; deuxièmement, la conception d'un environnement de travail convivial et adapté aux personnes, la transformation des espaces et l'amélioration des services afin de fidéliser les talents ; et troisièmement, l'introduction de l'intelligence artificielle pour optimiser la gestion de l'énergie et encourager les comportements durables grâce à des systèmes (tels que les comptes carbone).

(4) Réalisations et inspirations

La transformation a produit des résultats significatifs en matière d'efficacité des ressources, de développement industriel et de durabilité environnementale : 1) L'efficacité des ressources s'est améliorée grâce à la plateforme gouvernementale intelligente « Xi Xiao Fu », qui connecte 176 000 entreprises et offre un service 24 h/24 et 7 j/7 ; la plateforme de partage d'instruments à grande échelle a mis en service

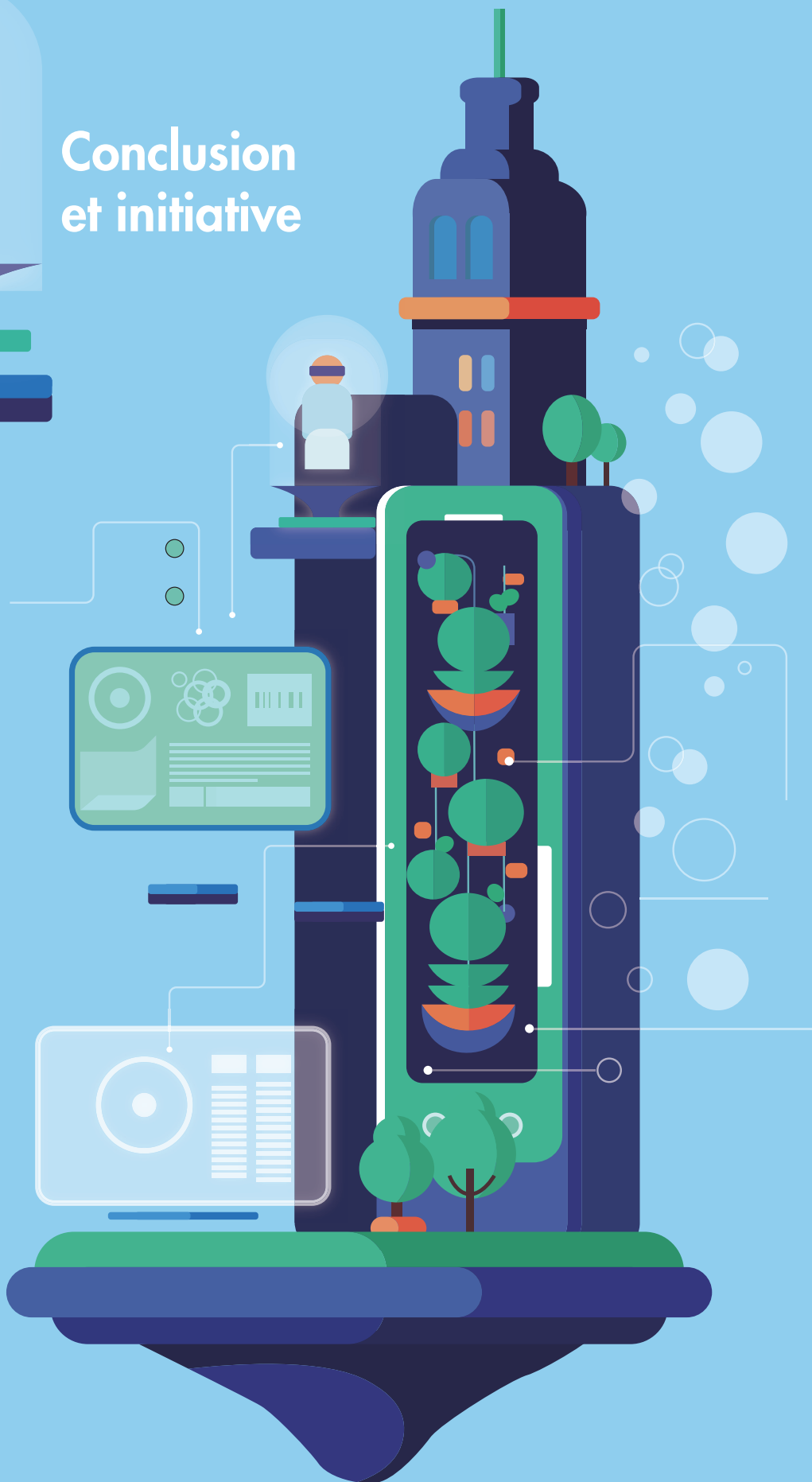
1 956 équipements, réduisant ainsi le seuil de R&D pour les entreprises d'environ 40 %. 2) Les talents et l'industrie se sont concentrés : grâce à des événements tels que la Conférence Yunqi, plus de 100 000 talents innovants sont attirés chaque année ; plus de 1 000 entreprises technologiques ont été incubées, donnant naissance à 12 licornes et 23 sociétés cotées en bourse. 3) Le développement durable est devenu évident : le parc a atteint un taux d'économie d'énergie moyen de plus de 15 % après sa transformation intelligente, et certaines entreprises ont réalisé des réductions annuelles de leurs émissions de carbone de plus de 100 tonnes.

La valeur fondamentale de la transformation numérique de la commune de Yunqi réside dans la reconstruction de la logique collaborative « ressources-innovation-vie », transformant les ressources en éléments publics inclusifs pour générer de multiples avantages. Cette démarche est étroitement liée aux Objectifs de développement durable de l'Organisation des Nations Unies, notamment : l'ODD 8 (Travail décent et croissance économique), l'ODD 9 (Industrie, innovation et infrastructure), l'ODD 13 (Villes et communautés durables) et l'ODD 14 (Mesures relatives à la lutte contre les changements climatiques).

La commune propose un modèle systématique de transformation numérique des parcs industriels, intégrant le partage des ressources, l'innovation institutionnelle et une approche centrée sur l'humain. Elle offre des inspirations clés pour des parcs similaires : l'intégration des ressources est une condition préalable, la coordination des mécanismes et l'innovation technologique sont tout aussi importantes, et une approche centrée sur l'humain, prenant en compte les besoins industriels et résidentiels, constitue l'objectif ultime d'une utilisation optimale des ressources.

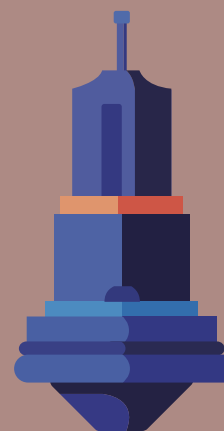


Conclusion et initiative



Chapitre 5 Conclusion et initiative

05



Pour atteindre l'objectif commun du « développement urbain durable », ce rapport se concentre sur les « villes économes en ressources », expliquant systématiquement comment les villes peuvent parvenir à un développement de haute qualité avec des ressources limitées et proposant un paradigme de développement fondé sur l'«intelligence urbaine». Les pratiques chinoises du « Cerveau de la ville » constituent un modèle pionnier d'intelligence urbaine à l'échelle mondiale. L'approche centrée sur l'humain, une perspective holistique, l'efficacité des ressources et le développement durable représentent les quatre concepts clés du Cerveau de la ville. Le couplage étroit des données, des modèles et de la puissance de calcul permet à l'intelligence urbaine de « calculer, coordonner et réutiliser » les ressources. Des pratiques telles que « une circulation plus fluide sans restriction » et « une plus grande efficacité sans élargissement du réseau routier » ont validé la faisabilité d'un « développement urbain durable avec seulement 10 % des ressources urbaines existantes ».

Ce chapitre propose aux urbanistes des recommandations d'actions communes et une initiative de collaboration mondiale sur « IA + Ville ». Les individus et les organisations sociales de base devraient participer activement à la génération et à l'itération d'une intelligence urbaine centrée sur l'humain ; l'industrie et les institutions académiques devraient investir dans la R&D collaborative et la promotion des produits publics urbains intelligents ; les gestionnaires et les constructeurs urbains devraient privilégier une gouvernance intelligente axée sur les problèmes et les scénarios ; et les gouvernements nationaux et locaux devraient promouvoir systématiquement la construction d'infrastructures et les garanties institutionnelles. L'initiative préconise la construction des villes économes en ressources pour créer une vie meilleure avec moins de ressources ; l'utilisation optimale de l'IA pour soutenir pleinement la construction de villes économes en ressources ; l'amélioration de l'architecture de l'intelligence urbaine et la promotion holistique de l'approche « IA + Ville » ; l'adoption d'une approche centrée sur l'humain et la création des scénarios de bonne gouvernance ; la création d'une alliance mondiale des villes intelligentes pour partager les expériences de gouvernance urbaine ; et la création d'un écosystème open source pour l'intelligence urbaine afin de diffuser plus largement des progrès de l'intelligence artificielle.

5.1 Développement urbain durable piloté par l'IA

Pour atteindre l'objectif commun du « développement urbain durable », ce rapport, dans le cadre du changement de paradigme du « Cerveau de la ville », prend pour thème principal les « villes économes en ressources », explique systématiquement comment les villes peuvent parvenir à un développement de haute qualité avec des ressources limitées et propose un paradigme de développement axé sur l'« intelligence urbaine ».

Le caractère non durable des modèles de développement urbain contemporains découle principalement de deux contraintes : la finitude absolue de la quantité totale des ressources et l'inefficacité structurelle de leur utilisation au niveau systémique. Le modèle de développement urbain qui a privilégié la grande consommation pour la commodité et les émissions élevées pour la prospérité a entraîné la stagnation, voire la régression, des objectifs mondiaux de développement durable dans plusieurs domaines. Or, les villes sont à la fois l'épicentre des problèmes et la source des solutions. Elles concentrent plus de la moitié de la population mondiale, de la consommation d'énergie et des émissions de carbone, mais elles disposent également des plus hauts niveaux de technologies, de capitaux et de capacités de gouvernance. La solution fondamentale à ce manque de durabilité réside dans le passage d'une « expansion progressive » des ressources à une « optimisation des ressources existantes », et d'une « accumulation des ressources » à une « amélioration de l'efficacité énergétique ». Tourné vers l'avenir, le développement urbain mondial doit assumer sa responsabilité en matière de climat, de santé et d'équité, tout en garantissant le bien-être et l'accès aux opportunités. Le concept « centré sur l'humain » et l'orientation vers « la conservation des ressources, le développement vert et sobre en carbone et la résilience inclusive » font désormais consensus sur les valeurs partagées par les

cultures et les institutions différentes.

L'idée centrale de ce rapport est de « remplacer l'apport de nouvelles ressources physiques par les données urbaines et l'optimisation de la gouvernance », en utilisant la circulation efficace des données pour favoriser une utilisation économe des ressources matérielles. Dans cette transformation, l'« intelligence urbaine » devient un pivot technologique essentiel et un moteur de la transformation globale de la politique, de l'économie et de la culture urbaines. Les pratiques traditionnelles de « ville intelligente » restent souvent cantonnées à l'accumulation de technologies et à la fragmentation sectorielle, ce qui rend difficile la génération de bénéfices systémiques ; tandis que le concept de « Cerveau de la ville » redéfinit le développement et la gouvernance urbains dans une perspective holistique et centrée sur l'humain. Ce système technologique d'intelligence urbaine ne se contente pas de considérer la ville comme un « système de systèmes », mais construit également une boucle fermée de perception-analyse-prise de décision grâce à un couplage étroit entre l'expérience humaine et les données, les modèles et la puissance de calcul, permettant ainsi d'« améliorer la fluidité du trafic sans construire de nouvelles routes », de « garantir l'approvisionnement sans étendre les ressources en eau » et de « réduire la consommation d'énergie sans augmenter les infrastructures ». Il s'agit essentiellement d'une tentative d'échanger des données contre des ressources, de remplacer la redondance par des algorithmes et d'optimiser la structure par l'intelligence, dans le but de promouvoir un changement de paradigme fondamental dans le développement urbain et le progrès civilisationnel.

Avec le développement rapide de l'intelligence artificielle, les conditions d'application concrète de l'intelligence urbaine se concrétisent à l'échelle mondiale. Premièrement, les systèmes de données ouvertes des grandes villes du monde entier s'améliorent progressivement, notam-

ment grâce aux données de télédétection et de l'Internet des objets (IoT) qui permettent ainsi d'« appréhender la ville dans une perspective globale ». Deuxièmement, les modèles de base open source et les écosystèmes de recherche ouverts dédiés aux villes ont levé les obstacles à leur développement. Ces facteurs ont créé un socle économique, performant et accessible pour l'intelligence urbaine. Le concept chinois de « Cerveau de la ville » constitue un modèle pionnier pour l'intelligence urbaine à l'échelle mondiale. Il se caractérise par une approche centrée sur l'humain, une collaboration globale, la préservation des ressources et la progression simultanée des réformes institutionnelles et de l'innovation technologique.

À l'avenir, la compétitivité d'une ville ne dépendra peut-être plus de l'ampleur de son expansion matérielle, mais plutôt de sa capacité à rendre les ressources urbaines « calculables, collaboratives et réutilisables ». En termes de paradigmes de capacités, les modèles urbains de base deviendront des composants intelligents à usage général, associés à des données locales de haute qualité et à des plateformes de calcul performantes pour former un moteur urbain intelligent capable de générer des solutions optimales à la demande. En termes d'équité, l'ouverture des données et des modèles open source permettra aux petites et moyennes villes de prendre des décisions sur une même carte numérique, comblant ainsi le fossé entre faible coût et haute intelligence. En matière de gouvernance, les villes passeront d'une gouvernance axée sur les applications à une gouvernance systémique « du scénario au panorama », privilégiant à la fois l'expérience humaine et l'efficacité des ressources, et institutionnalisant et reproduisant l'efficacité des projets pilotes.

Comme l'a démontré l'expérience chinoise, lorsque les flux de données, l'évolution des modèles et la collaboration organisationnelle convergent de manière dynamique, la question de « soutenir un développement urbain durable et de qualité avec seulement 10 % des ressources

urbaines existantes » n'est plus une utopie, mais une voie technologique et de gouvernance praticable et continue. Fondée sur la vision d'une communauté de destin pour l'humanité, l'intelligence urbaine portera l'espoir et guidera les métropoles du monde entier vers un avenir partagé, caractérisé par une faible consommation, un bien-être élevé et une forte résilience.

Moins, c'est plus, pour une vie meilleure.

5.2 Recommandations d'actions communes à des urbanistes

Le développement de l'intelligence urbaine n'est pas un simple projet technologique, mais une transformation sociale impliquant une large participation de tous les acteurs. Afin de promouvoir un avenir urbain durable et partagé pour les villes du monde entier grâce au développement de l'intelligence urbaine, nous recommandons aux citoyens, aux organisations sociales, au secteur privé, aux gouvernements, aux universités, ainsi qu'aux législateurs et décideurs politiques nationaux d'agir conjointement en fonction de leurs capacités et de leurs responsabilités (Figure 5-1).



Individus et organisations sociales

Génération et itération d'une intelligence urbaine centrée sur l'humain

Les individus et les organisations de base en milieu urbain fournissent des données de grande qualité, et les communautés locales ainsi que les espaces publics constituent les lieux de production initiaux de l'intelligence urbaine. Les pratiques d'intelligence urbaine doivent être explorées par le biais d'une consultation collaborative entre les différentes parties prenantes – organisations communautaires, associations, établissements scolaires et représentants des PME – plutôt que d'être dominées par une seule entité. Nous préconisons l'adoption de méthodes telles que la co-création et la conception



Initiative de collaboration mondiale sur « IA + Ville »



Recommandations d'actions communes à des urbanistes

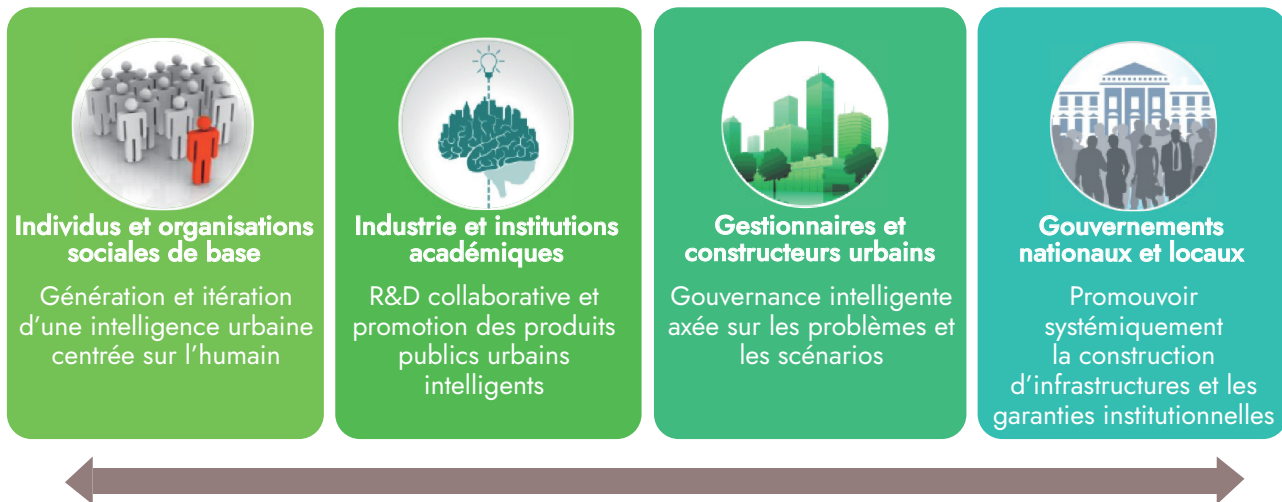
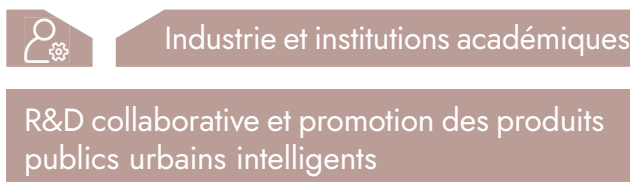


Figure 5-1 : Initiative et actions mondiales sur « IA + Ville »

Source : Illustration réalisée par l'auteur

participative, en plaçant les citoyens et les organisations de base au cœur de la conception des scénarios, et en utilisant les besoins et les solutions urbains concrets comme point de départ pour l'amélioration continue des technologies et des modèles d'intelligence urbaine.

Compte tenu de l'importance du produit public pour l'intelligence urbaine, nous préconisons que les entreprises intègrent des principes éthiques tels que l'équité, la transparence et l'explicabilité dans l'ensemble du processus de R&D, d'exploitation et de maintenance des produits destinés à l'intelligence urbaine, qu'elles réalisent proactivement des évaluations d'impact des algorithmes et qu'elles acceptent le contrôle public. Les institutions académiques devraient renforcer la recherche dans des domaines interdisciplinaires tels que l'intelligence artifi-



cielle, l'éthique des technologies, les sciences urbaines et les politiques publiques afin de fournir un soutien théorique et un vivier de talents pour le développement harmonieux de l'intelligence urbaine. Plus particulièrement, en matière de développement de technologies clés et de solutions reproductibles, nous appelons à une collaboration étroite entre l'industrie, le monde universitaire et les instituts de recherche afin de faire progresser les technologies clés telles que les modèles de l'intelligence urbaine, la fusion de données, le calcul respectueux de la vie privée et l'intelligence en périphérie, tout en clarifiant les méthodes d'application qui soient conformes aux normes éthiques et à l'intérêt public. Parallèlement, nous nous engageons à développer des solutions intelligentes modulaires, standardisées et peu coûteuses afin de faciliter leur mise en œuvre dans les petites et moyennes villes et les villes des pays en développement, et de promouvoir un développement inclusif à l'échelle mondiale.



Gestionnaires et constructeurs urbains

Gouvernance urbaine intelligente axée sur les problèmes et fondée sur les scénarios

La clé du développement de l'intelligence urbaine réside dans une approche constante axée sur la résolution des problèmes spécifiques de développement durable, en évitant l'écueil de « technologie pour la technologie ». C'est pourquoi nous préconisons que les gestionnaires et les urbanistes adoptent une approche par « problèmes » et par « scénarios », en privilégiant la construction des scénarios dans des contextes où la participation citoyenne est forte et les profits sociaux importants ; en établissant activement des partenariats avec les entreprises technologiques et les institutions de recherche afin d'adapter les technologies et les politiques aux problèmes et scénarios spécifiques ; et en invitant le public à participer au développement itératif de l'intelligence urbaine par le biais de

consultations et de recueils d'opinions, afin de garantir que les avantages de ce développement profitent à tous les citoyens, en particulier aux groupes vulnérables.



Gouvernements nationaux et locaux

Promouvoir systématiquement la construction d'infrastructures et les garanties institutionnelles

Une garantie essentielle à la réalisation de l'intelligence urbaine réside dans la nécessité d'élaborer une stratégie et une feuille de route nationales pour leur développement, définissant clairement la vision, les domaines clés et les objectifs progressifs. Parallèlement, les collectivités locales doivent développer des stratégies de mise en œuvre adaptées à leurs ressources et à leurs défis. Nous préconisons que, dans le respect de la sécurité et de la confidentialité, les gouvernements nationaux et locaux investissent davantage dans l'ouverture des données publiques et les infrastructures associées, promeuvent l'ouverture et le partage ordonnés des données publiques et valorisent pleinement ces données. Dans le même temps, l'intelligence urbaine doit être considérée comme une nouvelle forme d'infrastructure publique, nécessitant des investissements prospectifs et une planification concertée. De plus, nous exhortons les gouvernements nationaux et locaux à adopter rapidement une législation et des politiques relatives à l'intelligence urbaine qui concilient l'encouragement de l'innovation et la prévention des risques, en définissant clairement « les limites » du développement de l'intelligence urbaine. Nous suggérons également d'encourager l'innovation technologique et l'innovation de modèles dans un environnement contrôlé, par la mise en place d'un bac à sable réglementaire et l'octroi de fonds d'innovation.



5.3 Initiative de collaboration mondiale sur « IA + Ville »

Face aux changements climatiques mondiaux, à la raréfaction croissante des ressources et à l'aggravation de la complexité urbaine sans précédent, les villes sont devenues des acteurs clés de la réalisation du Programme de développement durable à l'horizon 2030 de l'Organisation des Nations Unies. Une nouvelle révolution technologique, incarnée par l'intelligence artificielle (IA), remodèle en profondeur le fonctionnement des villes, l'allocation des ressources et les modèles de gouvernance. « IA + Ville » ne se limite pas à l'application de technologies intelligentes dans les villes ; il s'agit d'un nouveau paradigme de civilisation urbaine permettant un développement de meilleure qualité avec des ressources plus limitées. C'est pourquoi nous proposons l'Initiative de collaboration mondiale sur « IA + Ville » (Figure 5-1) afin de promouvoir la création d'un écosystème ouvert, partagé, collaboratif et sécuritaire pour le développement de l'intelligence urbaine.

(1) Construire des villes économes en ressources pour créer une vie meilleure avec moins de ressources

Face aux multiples contraintes liées à l'énergie, au foncier, aux ressources en eau et à l'environnement, le modèle traditionnel de développement urbain, fondé sur une forte consommation, n'est plus viable. L'objectif principal de la construction de villes économes en ressources est de réaliser un progrès systémique dans l'efficacité de leur allocation, afin de soutenir des services publics de meilleure qualité et une vie urbaine plus agréable, tout en réduisant la consommation de ressources et les coûts environnementaux. Ce consensus représente par essence une évolution majeure du concept de développement durable :

- De l'« expansion par la consommation de ressources » à la « conservation des

ressources au service de la croissance intrinsèque »

- Des « contraintes passives » à l'« optimisation proactive »
- De l'« efficacité départementale » à l'« efficacité systémique »

(2) Profiter pleinement de l'intelligence artificielle pour soutenir la construction de villes économes en ressources

La réalisation de l'objectif d'une ville économe en ressources repose sur la mise en place d'un système de l'intelligence urbaine et la promotion d'une application poussée de l'intelligence artificielle à l'échelle urbaine.

Grâce à la collaboration intégrée de la puissance de calcul, des données et des modèles, un contrôle précis et une optimisation dynamique des ressources urbaines sur l'ensemble de la région et tout au long de leur cycle de vie peuvent être atteints. Les actions clés se traduisent par la mise en place de quatre mécanismes :

- Perception précise de la demande : grâce à des réseaux d'observation et de détection urbains, surveiller en temps réel l'état et les tendances de l'offre et de la demande de ressources telles que l'énergie, l'eau, les transports et les services publics.
- Planification intelligente de l'offre : à partir de modèles prédictifs et d'apprentissage par renforcement, réaliser une planification collaborative des ressources entre les différents services et systèmes, réduisant ainsi le gaspillage structurel et les investissements redondants.
- Gain d'efficacité systémique : passer d'une « économie d'énergie ponctuelle » à une « amélioration synergique de l'efficacité énergétique et de la résilience globales des villes ».



- Fonctionnement continu et évaluation par retour d'information : Faire de l'intelligence artificielle une compétence à long terme dans la gouvernance des ressources urbaines, et non un projet ponctuel ou un outil isolé.

(3) Améliorer l'architecture de l'intelligence urbaine et promouvoir l'approche « IA + Ville » dans une perspective holistique

L'approche « IA + Ville » doit adopter une vision holistique, faisant progresser le processus d'observation urbaine vers la formation d'une intelligence urbaine. Ceci est déterminé par la nature même de la ville en tant que « mégasystème hypercomplexe ». En adoptant cette vision holistique, « IA + Ville » peut passer d'une superposition technologique à une évolution systémique, aboutissant progressivement à un système intelligent urbain durable, évolutif et gouvernable. Une vision holistique englobe l'intégrité de la ville à au moins trois niveaux

- Approche holistique des ressources : L'énergie, les terres, l'eau, l'écologie, les transports et les services publics forment un système complexe et fortement interconnecté qui exige une gouvernance collaborative.
- Approche holistique des données : Lever les barrières sectorielles en matière de données afin de créer une base de données unifiée, couvrant différentes échelles, domaines et périodes.
- Approche holistique des organisations : Promouvoir une gouvernance collaborative entre les pouvoirs publics, les entreprises, les communautés, le grand public et les institutions de recherche.

(4) Adopter une approche centrée sur l'humain et créer des scénarios de bonne gouvernance

L'essence de la création de scénarios de bonne gouvernance dans le contexte de l'« IA + Ville » réside dans le fait de « partir des besoins humains et de viser une bonne gouvernance ». Il est donc nécessaire de s'appuyer sur des problèmes et des scénarios réels, et de suivre la voie « axée sur les scénarios – adaptation technologique – coordination institutionnelle – promotion à grande échelle » pour incarner la bonne gouvernance dans la planification, la construction et l'exploitation des scénarios.

- Phase de planification : Établir les fondements d'une bonne gouvernance grâce à l'« alignement des valeurs » et à la « conception inclusive ». Passer d'une approche axée sur la technologie à une approche axée sur les problèmes et les valeurs. Définir clairement, dès la phase de planification, les problèmes urbains spécifiques que le scénario vise à résoudre, les personnes qu'il sert et la valeur publique qu'il créera, en veillant à ce qu'il soit guidé par la bonne volonté.
- Phase de construction : Bâtir un écosystème fiable fondé sur « l'état de droit et la transparence ». Intégrer la « conformité » et l'« éthique » dans l'architecture technique dès la conception, tout en construisant simultanément le socle de l'intelligence urbaine, axé sur « la sécurité, la fiabilité et la contrôlabilité ».
- Phase d'exploitation : Améliorer l'efficacité des services grâce à « une réponse efficace » et à « un apprentissage continu ». Mettre en place une boucle dynamique d'évaluation des performances et de rétroaction, incluant des indicateurs techniques tels que le « débit du système » et la « vitesse de réponse », ainsi que des indicateurs sociaux tels que la « satisfaction des citoyens », l'« accessibilité des services » et l'« impact équitable sur les différents groupes ». Établir simultanément un couplage efficace entre les décideurs humains et les processus décisionnels de l'intelligence urbaine.



(5) Créer une alliance mondiale des villes intelligentes pour partager les expériences en matière de gouvernance urbaine

Afin d'éviter les risques de fragmentation, de construction redondante et de monopole technologique inhérents à l'approche « IA + Ville », il est urgent de créer une alliance mondiale transnationale et interdisciplinaire des villes intelligentes. Cette alliance permettra de partager les expériences de gouvernance urbaine et de devenir une plateforme clé pour que l'intelligence urbaine passe de l'exploration technologique à la coopération institutionnelle mondiale. Ses missions principales sont les suivantes :

- Normes coordonnées : Promouvoir l'élaboration de normes mondiales, de spécifications de données et de lignes directrices éthiques pour les technologies de l'intelligence urbaine ;
- Développement coopératif : Promouvoir le renforcement des capacités et le transfert de technologies entre pays développés et pays en développement ;
- Partage renforcé : Faciliter le partage d'expériences et la mise en œuvre de projets pilotes conjoints entre villes dans des domaines tels que la réponse aux fortes chaleurs, la gestion du trafic, la réduction des émissions de carbone et la sécurité publique ;
- Réseau collaboratif : Construire un réseau collaboratif multidimensionnel reliant les gouvernements, les organisations internationales, les instituts de recherche, les entreprises technologiques et les organisations sociales.

(6) Développer un écosystème open source pour l'intelligence urbaine afin de diffuser plus largement des progrès de l'intelligence artificielle.

Afin de soutenir le développement durable et l'application inclusive de l'intelligence urbaine, nous préconisons la construction conjointe d'un système mondial ouvert de produits publics numériques de l'intelligence urbaine, incluant citybrain.org, et la création d'un écosystème open source. Cela implique un développement dans quatre domaines :

- Observation urbaine holistique : Mise en place d'un système mondial d'observation urbaine couvrant l'espace, l'air et le sol, offrant des capacités d'observation comparables à l'échelle mondiale et transférables entre villes pour l'intelligence urbaine.
- Modèle de base du Hub de données urbaines : Création d'une base de données et d'un modèle de base à l'échelle de la ville, fournissant une représentation sous-jacente universelle pour la simulation interurbaine, l'extrapolation des politiques et l'évaluation du système.
- Moteur d'intelligence urbaine : Intégration poussée des technologies d'IA émergentes, telles que les modèles d'IA, pour former un moteur de décision intelligent à l'échelle de la ville, capable de reconnaître, d'extrapoler et de prédire les opérations urbaines, et d'appuyer les principaux scénarios de prise de décision.
- Plateforme de services d'intelligence urbaine : Fourniture d'un système de services ouvert intégrant la gouvernance collaborative, la cogouvernance multipartite et la recherche ouverte.

« Intelligence Artificielle + Ville » n'est pas un simple projet d'innovation technologique, mais une initiative collaborative mondiale visant à faire évoluer la civilisation urbaine. En défendant ensemble la valeur d'une vie meilleure avec moins de ressources, un modèle de gouvernance plus intelligent, plus juste et plus sûr, et un système collaboratif de produits publics





numériques ouverts, partagés et inclusifs, nous espérons faire évoluer les villes du modèle traditionnel de développement à forte consommation de ressources vers un nouveau paradigme de développement efficace et intelligent, afin de construire ensemble un avenir urbain plus sûr, plus vert, plus inclusif et plus durable.



Bibliographie

- [1] Affairs, U. N. D. of E. and S. The Sustainable Development Goals Report 2025. (United Nations, 2025). doi:10.18356/9789211071597.
- [2] United Nations General Assembly. Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development. <https://undocs.org/A/RES/70/1> (2015).
- [3] Igini, M. None of 17 UN SDGs on Track to Be Achieved By 2030. Earth.Org [https://earth.org/none-of-17-un-sdgs-on-track-to-be-achieved-by-2030-report-finds/\(2025\)](https://earth.org/none-of-17-un-sdgs-on-track-to-be-achieved-by-2030-report-finds/(2025)).
- [4] United Nations. Cities and sustainable urbanization. (2019). <https://www.un.org/sustainabledevelopment/cities/>
- [5] World Energy Outlook 2024 – Analysis. IEA <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024> (2024).
- [6] Environment, U. N. Emissions Gap Report 2024 | UNEP - UN Environment Programme. <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2024> (2024).
- [7] World Cities Report 2024. <https://unhabitat.org/wcr/> (2024).
- [8] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/> (2023).
- [9] Bar-Yosef, O. The Walls of Jericho: An Alternative Interpretation. *Curr. Anthropol.* 27, 157–162 (1986).
- [10] Postgate, N. *Early Mesopotamia: Society and Economy at the Dawn of History.*(Routledge, 2017)
- [11] Meadows, D. H., Randers, J. & Meadows, D. L. *The Limits to Growth* (1972). in *The Future of Nature* (eds Robin, L., Sörlin, S. & Warde, P.) 101–116 (Yale University Press, 2017). doi:10.12987/9780300188479-012.
- [12] Seto, K. C., Güneralp, B. & Hutyra, L. R. Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 109, 16083–16088 (2012).
- [13] These start-ups are making cities more sustainable. World Economic Forum <https://www.weforum.org/stories/2023/11/cities-sustainable-innovation-entrepreneurs-solutions/> (2023).
- [14] Ritchie, H. & Roser, M. *Water Use and Stress.* Our World Data (2018).
- [15] Dickinson, K. *Urban Water Facts and Figures | CityChangers.org.* CityChangers.org – Home Base for Urban Shapers <https://citychangers.org/water-facts/> (2023).
- [16] United Nations World Water Development Reports | UN World Water Development Report. <https://www.unesco.org/reports/wwdr/en/reports>.
- [17] Andersen, I. Improving water resource management to address the climate emergency. *UN Chronicle* (2020). <https://www.un.org/en/un-chronicle/we-cannot-address-climate-emergency-without-improving-water-resource-management>
- [18] UNESCO. Imminent risk of a global water crisis, warns the UN World Water Development Report 2023. <https://www.unesco.org/en/articles/imminent-risk-global-water-crisis-warns-un-world-water-development-report-2023> (2024).

- [19] Kuzma, S., Saccoccia, L. & Chertock, M. 25 Countries, Housing One-Quarter of the Population, Face Extremely High Water Stress. <https://www.wri.org/insights/highest-water-stressed-countries> (2023).
- [20] Sustainable Development Goals: Are we on track for 2030? World Economic Forum [https://www.weforum.org/stories/2025/09/sdg-progress-report-2025/\(2025\)](https://www.weforum.org/stories/2025/09/sdg-progress-report-2025/(2025)).
- [21] Steffen, W. et al. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science* 347, 1259855 (2015).
- [22] Planetary boundaries. <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html> (2012).
- [23] Sciences, C. A. of. Big earth data in support of the sustainable development goals.(2020).
- [24] International Energy Agency (IEA). Energy Efficiency 2023: The Decade for Action. <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2023> (2023).
- [25] Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Rethinking Urban Sprawl: Moving Towards Sustainable Cities. (OECD Publishing, Paris, 2018). doi:10.1787/9789264189881-en.
- [26] SDG6, E. T. Global water crisis: Leaks and poor infrastructure lead to massive losses. *Globalsociety.earth* <https://www.globalsociety.earth/post/global-water-crisis-leaks-and-poor-infrastructure-lead-to-massive-losses> (2024).
- [27] WANG Jian, etc. Recherche sur l'optimisation de l'échelle et de la structure urbaines dans une perspective de numérisation urbaine. FU Zhihuan & WU Zhiqiang, Dacheng dadao: Recherche stratégique sur l'échelle et la structure des mégapoles chinoises (Beijing : Presses académiques des sciences sociales, 2023).
- [28] Leakage in water infrastructure exacerbating water scarcity. <https://www.consultancy-me.com/news/6706/leakage-in-water-infrastructure-exacerbating-water-scarcity>.
- [29] International Energy Agency. World Energy Outlook 2023. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023> (2023).
- [30] INRIX. INRIX 2023 Global Traffic Scorecard: London most congested city in Europe; congestion costing the UK £7.5 billion. INRIX <https://inrix.com/press-releases/2023-global-traffic-scorecard-uk/>.
- [31] UNSD. The Sustainable Development Goals Report 2023. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/goal-11> (2023).
- [32] WANG Jian. L'intelligence artificielle intègre les ressources publiques, le Cerveau de la ville gouverne la ville future (en chinois). (Discours prononcé lors du gala de réflexion du Nouvel An 2018 de la chaîne de télévision du Zhejiang) (2018).
- [33] Ritchie, H., Samborska, V. & Roser, M. Urbanization. <https://ourworldindata.org/urbanization> (2024).
- [34] UNSD. The Sustainable Development Goals Report 2022. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2022/Goal-11> (2022).
- [35] UN-Habitat. World Cities Report 2020: The Value of Sustainable Urbanization (United Nations Human Settlements Programme, Nairobi, 2020). <https://unhabitat.org/World-Cities-Report-2020>
- [36] Science and I. Museum. Mapping Manchester's engines. (2025). <https://www.scienceandindustrymuseum.org.uk/objects-and-stories/mapping-manchesters-engines>

- [37] City of New York. History of electrification in NYC. (2024). <https://www.nyc.gov/assets/records/pdf/Education/Electrification%20Educational%20Aid.pdf>
- [38] Earth Observation Group (EOG), Payne Institute for Public Policy, Colorado School of Mines. VIIRS nighttime lights monthly average radiance composite images. (2025). <https://payneinstitute.mines.edu/eog/nighttime-lights/>
- [39] World Bank. Urban development and global economic contribution. (2023). <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/overview>
- [40] C40 Cities Climate Leadership Group. C40 Cities: committing to net zero. (2024). <https://www.c40.org/>
- [41] Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). Sustainable urban mobility in cities. (2023). <https://www.oecd.org/transport/urban-mobility/>
- [42] United Nations. Secretary-General's remarks on cities and climate action. (2023). <https://www.un.org/sg/en/content/sg/speeches/2023-10-11/remarks-cities-and-climate-action>
- [43] WANG Jian. Cerveau de la ville : Favoriser un développement social durable grâce aux ressources de données : de l'ère de l'électricité à l'ère de la puissance de calcul (en chinois). *Sciences de la frontière*, 2019(2), 32–36. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1673-8128.2019.02.009>
- [44] Wang, J. *Being online: on computing, data, the internet, and the cloud* (Arcade, 2021).
- [45] WANG Jian. L'open source ne se limite pas au code source ouvert ; envoyer l'IA dans l'espace est le moyen pour l'humanité de quitter la Terre (en chinois). Discours prononcé lors de la conférence Inclusion 2025 : sur le Bund. https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_31611791
- [46] WANG Jian. Les données rendent les villes ultra-intelligentes (en chinois). *Perspectives hebdomadaires 2020*, 40–41 (2020).
- [47] United Nations Environment Programme (UNEP). *Resource Efficient Cities: Global Initiatives and Guidance*. UNEP, 2023. <https://www.unep.org/resources/resource-efficient-cities>
- [48] WANG Jian. Cerveau de la ville : Le Big Data rend les villes plus intelligentes (en chinois). (*Guangming Daily*), 2019. https://www.cac.gov.cn/2019-12/19/c_1578293837898291.htm
- [49] WANG Jian. Nous avons proposé une nouvelle définition de l'infrastructure urbaine humaine (en chinois). *The Paper*, 2020. https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_9535754
- [50] Batty, M. et al. Smart cities of the future. *Eur. Phys. J. Spec. Top.* 214, 481–518 (2012). doi:10.1140/epjst/e2012-01703-3
- [51] Dirks, S. & Keeling, M. A vision of smarter cities: How cities can lead the way into a prosperous and sustainable future. *IBM Inst. Bus. Value* 8, 1–17 (2009).
- [52] Kitchin, R. Making sense of smart cities: addressing present shortcomings. *Camb. J. Reg. Econ. Soc.* 8, 131–136 (2015).
- [53] Caragliu, A., Del Bo, C. & Nijkamp, P. Smart cities in Europe. *J. Urban Technol.* 18, 65–82 (2011).
- [54] Kitchin, R. *The Data Revolution: Big Data, Open Data, Data Infrastructures and their Consequences*. (Sage Publications, 2014).

- [55] Zhang, J. et al. City brain: practice of large-scale artificial intelligence in the real world. *IET Smart Cities* 1, 28–37 (2019). doi:10.1049/iet-smc.2019.0034
- [56] Cugurullo, F., Caprotti, F., Cook, M., Karvonen, A., McGuirk, P. & Marvin, S. Introducing AI into urban studies. In *Artificial Intelligence and the City: Urbanistic Perspectives on AI* (eds. Cugurullo, F., Caprotti, F., Cook, M., Karvonen, A., McGuirk, P. & Marvin, S.) 1–20 (Springer, Cham, 2023). doi:10.1007/978-3-031-32701-0_1
- [57] Johnston, W. S. In China, Alibaba's data-hungry 'City Brain' is controlling (and watching) cities. *Wired* (2018). <https://www.wired.com/story/alibaba-city-brain-artificial-intelligence-china-kuala-lumpur/>
- [58] European Environment Agency. *Urban Sustainability Issues: What is a Resource-Efficient City?* (2021).
- [59] SWAN Forum. *The Future of Leakage: Driving Performance Through Smart Water Technologies*. Smart Water Networks Forum (SWAN) (2021). <https://swan-forum.com>
- [60] FANG Jie. Aucune restriction de circulation à Nanchang (en chinois). *Perspectives hebdomadaires* (2021).
- [61] ZHAO Guangli & WANG Jian À l'ère de l'IA et du big data, l'innovation technologique devrait aussi être « open source » (en chinois). (*China Science Daily*). <https://news.sciencenet.cn/htmlnews/2025/2/539205.shtm>
- [62] WANG Jian. L'« intelligence artificielle + » remodèle des milliers de secteurs d'activité (en chinois). (Émission « Forum économique chinois » de CCTV), 2025. <https://tv.cctv.com/2025/12/07/VIDEsg9jjYsacDfv2cjjwb8251207.shtml>
- [63] UN-Habitat (United Nations Human Settlements Programme). *Smart Cities: A Systematic Review of the Literature* (UN-Habitat, 2020).
- [64] Yin, B. Evaluation of Low-Traffic Neighborhoods and Scale Effects: The Case of Paris. *SAGE Open* 14, 21582440231170130 (2024). doi:10.1177/21582440231170130
- [65] Google Research. Project Green Light's work to reduce urban emissions using AI. 2023. <https://blog.google/outreach-initiatives/sustainability/google-ai-reduce-green-house-emissions-project-greenlight/>
- [66] Wu, K. et al. Big-data empowered traffic signal control could reduce urban carbon emission. *Nat. Commun.* 16, 2013 (2025). doi:10.1038/s41467-025-56701-4
- [67] Group on Earth Observations (GEO). *GEO Post-2025 Strategy: Earth Intelligence for All* (2023).
- [68] Université de la ville de Hangzhou. Dialogues entre « Cerveau de la ville » et « Service de résilience aux hautes températures mondiales » (en chinois). *The Paper*, 2025. https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_31349912
- [69] C40 Cities. *C40 Cities Annual Report 2022* (2022). <https://www.c40.org/reports/c40-annual-report-2022>
- [70] LUO Weidong. Les villes où règne l'intelligence rendent leurs habitants plus heureux (en chinois). *Perspectives hebdomadaires* (2021).
- [71] United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. *World Urbanization Prospects 2018: Highlights* (United Nations, New York, 2018). <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Highlights.pdf>
- [72] National Bureau of Statistics of China. *China Statistical Yearbook 2025: Urban*

- Permanent Population (Beijing, 2025). http://www.stats.gov.cn/sj/sjld/202501/t20250117_1958337.html
- [73] Ritchie, H., Rosado, P. & Roser, M. Energy. Our World Data (2023).
- [74] Kingdom, B., Liemberger, R. & Marin, P. The Challenge of Reducing Non-Revenue Water in Developing Countries: How the Private Sector Can Help. World Bank Discussion Paper No.8 (World Bank, Washington, DC, 2006). <https://documents1.worldbank.org/curated/en/385761468330326484/pdf/394050Reducing1e0water0WSS81PUBLIC1.pdf>
- [75] Ministère de la Sécurité publique de la République populaire de Chine. Le parc de véhicules à moteur en Chine a atteint 465 millions et le nombre de conducteurs 556 millions (en chinois). 2025. <https://www.mps.gov.cn/n2254314/n6409334/c10264814/content.html>
- [76] Centre de recherche sur les systèmes de transport intelligents (STI) de l'Université Tongji et Centre de recherche sur les transports futurs de Gaode Map. Rapport sur l'efficacité des intersections routières urbaines en Chine (en chinois) 2024. <https://www.7its.com/index.php?a=index&aid=23154&c=View&m=home>
- [77] Xi Jinping. Nouveau discours du Zhejiang (en chinois), (Hangzhou : Maison d'édition populaire du Zhejiang, 2007).
- [78] Commission nationale du développement et de la réforme de la République populaire de Chine. Le 11^e Plan quinquennal de développement économique et social national de la République populaire de Chine (en chinois) - Commission nationale du développement et de la réforme. <https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/gdzt/ghjd/quanwen/>
- [79] Commission nationale du développement et de la réforme de la République populaire de Chine. Le 14^e Plan quinquennal de mise en œuvre de la nouvelle urbanisation (en chinois). https://www.ndrc.gov.cn/fggz/fzylgh/gjjzxgh/202207t20220728_1332050.html
- [80] Xi Jinping : Utiliser les technologies informatiques pour rendre les villes « plus intelligentes » (en chinois). Agence de presse Xinhua, 2020. Rendre les villes plus intelligentes et plus performantes : la visite d'inspection de Xi Jinping dans la province du Zhejiang fournit des orientations importantes pour faire progresser la modernisation du système de gouvernance urbaine et des capacités de gouvernance.
- [81] Conseil chinois de villes futures de l'ONU-Habitat : Perspectives d'avenir pour les Villes 2024 : gouvernance urbaine numérique (en chinois)
- [82] Toh, M. & Erasmus, L. Alibaba's 'City Brain' is slashing congestion in its hometown | CNN Business. CNN. <https://www.cnn.com/2019/01/15/tech/alibaba-city-brain-hangzhou/index.html>
- [83] Agence de presse Xinhua : L'intelligence artificielle joue un rôle important dans la surveillance écologique et environnementale (en chinois). 2025. <http://www3.xinhuanet.com/tech/20250314/49b550f44de04de487787a62a122f4fb/c.html>
- [84] Bureau d'approvisionnement en électricité d'Anshun : L'« IA » favorise la consommation d'électricité verte (en chinois). 2025. <http://gz.people.com.cn/n2/2025/0328/c372080-41179317.html>
- [85] De la motorisation à l'intelligence : la « transformation » et les « défis » des transports urbains en Chine (en chinois). Seven Traffic Network. <https://www.7its.com/index.php?-m=home&c=View&a=index&aid=23929>

- [86] WANG Jian. Pourquoi la plus grande distance au monde est celle qui sépare les feux de circulation des caméras de surveillance (en chinois). Discours d'ouverture de l'Association chinoise de recherche en sciences urbaines, 2017. <https://news.21csp.com.cn/c28/201708/11361982.html>
- [87] SONG Jianguyun. Première au niveau national : les embouteillages ont diminué après la levée des restrictions de plaques d'immatriculation ; qu'a fait Nanchang de bien ? The Paper, 2022. https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_20110809.
- [88] WANG Jian. L'intelligence urbaine et la numérisation transforment la façon dont les gens produisent, vivent et survivent (en chinois). (China Media Group International Online), 2022. <https://ge.cri.cn/20220510/54f39299-b63d-ad9c-4173-74aec0b8a8d0.html>
- [89] Ville de Paris. Paris Open Data Platform (data.paris.fr), 2024. <https://opendata.paris.fr>
- [90] Greater London Authority. London Datastore: Open Data for London, 2024. <https://data.london.gov.uk>
- [91] World Bank. Data for Better Lives: Data as a Development Asset (World Bank Group, 2023). <https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2021>
- [92] UN-Habitat. Data and Digitalization for Sustainable Urban Futures (United Nations Human Settlements Programme, 2023). <https://unhabitat.org>
- [93] United Nations (Multistakeholder body). Governing AI for Humanity: Final Report (2024). https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/governing_ai_for_humanity_final_report_en.pdf
- [94] Li, X., Gong, P. et al. Global Urban Observation with Remote Sensing and Artificial Intelligence: A Review. Nat. Commun. 14, 5121 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41467-023-40821-2>
- [95] NASA. Landsat 9 Mission Overview (2024). <https://landsat.gsfc.nasa.gov/landsat-9>
- [96] European Space Agency. Sentinel-2 User Handbook (2024). <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2>
- [97] Hermansen, A. & Osborne, C. The Economic and Workforce Impacts of Open Source AI. The Linux Foundation, San Francisco, CA, May 2025. <https://doi.org/10.70828/ITVQ4899>
- [98] Epoch.ai. AI in 2030: Extrapolating Current Trends (2025). https://epoch.ai/files/AI_2030.pdf
- [99] « Le modèle de fondation scientifique O21 du laboratoire du Zhejiang fait ses débuts. » (en chinois) (Science and Technology Daily). Le 19 décembre 2025.
- [100] HONG Qinghua, XU Huiping, FANG Jie & YANG Cheng. Cerveau du campus (en chinois) (Hangzhou : Maison d'édition de l'Université du Zhejiang, 2023).
- [101] La Conférence centrale sur le travail urbain s'est tenue à Beijing ; Xi Jinping y a prononcé un discours important (en chinois). (Xinhua). https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202507/content_7032083.html
- [102] Le « Cerveau de la ville » transforme la vie grâce aux données (en chinois). (Workers' Daily), 2019. <https://cpc.people.com.cn/n1/2019/0730/c415067-31264538.html>
- [103] La ville de Hangzhou de la province du Zhejiang améliore la plateforme « Qinqing en ligne » - favorisant la distribution directe et rapide de politiques et de fonds favorables aux entreprises (en chinois). Quotidien du Peuple (13), 2025.

- [104] United Nations, Division for Sustainable Development. Sustainable Resource-Efficient Cities: Making It Happen (United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2012). <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/1124SustainableResourceEfficientCities.pdf>
- [105] Roche, S., Sangiambut, S. & Zheng, Z. Rethinking the Smart City as an Intelligent City: Archway. *J. Community Inform.* 20, 1–26 (2024).
- [106] <https://earthobservations.org/resources/what-is-earth-intelligence>
- [107] United Nations Innovation Network / UN-Habitat. World Smart Cities Outlook 2024 (2025).
- [108] Fu, X., Li, C., Quan, S. J., Yigitcanlar, T. & Wasserman, D. Large language models in urban planning. *Nat. Cities* 1–8 (2025).
- [109] Zheng, Y. et al. Urban planning in the era of large language models. *Nat. Comput. Sci.* 1–10 (2025).
- [110] Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 5th OECD Roundtable on Smart Cities and Inclusive Growth (2025). <https://www.oecd.org/en/events/2025/10/5th-oecd-roundtable-on-smart-cities-and-inclusive-growth.html>
- [111] Brukardt, R. How will the space economy change the world? (2022). <https://www.mckinsey.com/industries/aerospace-and-defense/our-insights/how-will-the-space-economy-change-the-world>
- [112] Malings, C. A. Satellites and Low-Cost Sensors: Advantages, Limitations, and Opportunities for Integration. NASA Global Modeling and Assimilation Office (GMAO) / Morgan State University (GESTAR II Cooperative Agreement), PowerPoint presentation, Air Quality and IoT-Based Air Sensors Seminar NTRS Report 20230015855, Nov. 2023. <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20230015855/downloads/iot4aq-seminar-20231108.pdf>
- [113] United Nations (Multistakeholder body). Governing AI for Humanity: Final Report (2024).
- [114] Institut de recherche sur le Cerveau de la ville de l'Université de la ville de Hangzhou, Centre de commandement de la construction du Cerveau de la ville de Hangzhou. Cerveau de la ville de Hangzhou de version 2.0 : Pratique et réflexion – Solutions de systèmes numériques pour les mégapoles (en chinois) (Hangzhou : Maison d'édition de l'Université du Zhejiang, 2025).
- [115] YAO Yao. Innovation et importance du « Règlement relatif à la promotion de la gouvernance urbaine grâce au Cerveau de la ville de Hangzhou » (en chinois) (Hangzhou Daily, le 9 mars 2021, édition théorique)
- [116] Groupe d'études de cas du Cerveau de la ville de Hangzhou. Cerveau de la ville : scénarios classiques de Hangzhou (2020-2021) (en chinois) (Hangzhou : Maison d'édition de l'Université du Zhejiang, 2023).
- [117] Bureau municipal des statistiques de Shanghai. Bulletin principal des données du septième recensement national de la population de Shanghai (n° 1) (en chinois). Bureau municipal des statistiques de Shanghai, 2021. <https://tjj.sh.gov.cn/tjgb/20210517/cc22f48611f24627bc5ee2ae96ca56d4.html>
- [118] Bureau général du gouvernement populaire municipal de Shanghai. Le 14e plan quinquennal de Shanghai pour la promotion globale de la transformation numérique urbaine (en chinois) (Document n° 29 du Bureau général du gouvernement populaire municipal de Shanghai [2021]). Le gouvernement populaire municipal de Shanghai, 2021. <https://www.shanghai.gov.cn/nw12344/20211027/6517c7fd7b804553a37c1165f0ff6ee4.html>

- [119] Bureau municipal des statistiques de Shanghai & Bureau d'enquête de Shanghai, Bureau national des statistiques. Communiqué statistique municipal de Shanghai 2023 sur le développement économique et social national (en chinois). Bureau municipal des statistiques de Shanghai 2024. <https://tjj.sh.gov.cn/tjgb/20240321/f66c5b25ce604a1f9af755941d5f454a.html>
- [120] La Commission municipale de l'économie et de l'informatisation de Shanghai, la Commission municipale du développement et de la réforme de Shanghai et la Commission municipale de supervision et d'administration des actifs de l'État de Shanghai ont conjointement publié le « Plan de mise en œuvre pour accélérer le développement de l'« IA + Fabrication » à Shanghai » (en chinois) (Document n° 556 [2025] de la Division des logiciels et des services d'information de la Commission municipale de l'économie et de l'informatisation de Shanghai). <https://www.shanghai.gov.cn/>





Perspectives d'avenir pour les villes 2025

IA et villes



ONU-HABITAT

Conseil chinois de villes futures
6-1-83, Résidence diplomatique Jianguomenwai, 1 avenue Xiushui,
Arrondissement Chaoyang, Beijing, Chine

www.unhabitat.org