

Recherche Originale

# Métropoles et transition numérique, vers un modèle hybride ?

Tariq AKDIM<sup>1</sup>, Adil ZABADI<sup>2</sup> et Abdelaziz ADIDI<sup>2</sup>

1 Institut National de l'Aménagement et de l'Urbanisme (INAU), Rabat, Maroc

2 Institut National de l'Aménagement et de l'Urbanisme (INAU), Rabat, Maroc

## Résumé

La transition numérique bouleverse profondément les dynamiques métropolitaines contemporaines, générant des trajectoires de développement urbain contrastées entre les métropoles du Nord et du Sud global. Cette recherche analyse comparativement les expériences de numérisation urbaine pour interroger l'émergence d'un modèle hybride qui transcende les dichotomies géographiques traditionnelles. Les métropoles septentrionales développent des écosystèmes technologiques sophistiqués intégrant Internet des objets, intelligence artificielle et exploitation massive des données urbaines. Barcelone, Stockholm et Singapour illustrent cette approche techno-centrée qui optimise l'efficacité des services urbains mais soulève des interrogations relatives à la surveillance généralisée et à la fracture numérique persistante. Parallèlement, les métropoles du Sud expérimentent des innovations frugales privilégiant l'adaptation contextuelle aux contraintes infrastructurelles et budgétaires. Lagos, Nairobi et Le Caire développent des solutions alternatives comme le mobile banking et les plateformes informelles qui renouvellent les approches conventionnelles de la ville intelligente. L'analyse révèle l'émergence progressive d'un modèle hybride qui articule sophistication technologique et innovation frugale. Cette hybridation s'opère à travers des transferts technologiques sélectifs, des apprentissages croisés et des processus d'appropriation locale des innovations globales. Le modèle hybride ouvre des perspectives prometteuses pour l'émergence de "smart métropoles inclusives" qui concilient performance technique et justice sociale, tout en soulevant des défis relatifs à la gouvernance des données urbaines et à la prévention de nouvelles formes d'inégalités numériques.

## CONTACTS

Tariq AKDIM  
[Tariq.akdim@inau.ac.ma](mailto:Tariq.akdim@inau.ac.ma)

## HISTORIQUE

Reçu : 20 / 10 / 2025  
Accepté : 20 / 02 / 2026  
Publié : 23 / 03 / 2026

## MOTS-CLÉS

- Métropolisation
- Transition numérique
- Modèle hybride
- Ville intelligente
- Innovation frugale
- Gouvernance urbaine

## Abstract

Digital transition profoundly disrupts contemporary metropolitan dynamics, generating contrasted urban development trajectories between Global North and South metropolises. This research comparatively analyzes urban digitization experiences to examine the emergence of a hybrid model that transcends traditional geographical dichotomies. Northern metropolises develop sophisticated technological ecosystems integrating Internet of Things, artificial intelligence, and massive urban data exploitation. Barcelona, Stockholm, and Singapore illustrate this techno-centric approach that optimizes urban service efficiency but raises concerns regarding pervasive surveillance and persistent digital divides. Simultaneously, Southern metropolises experiment with frugal innovations prioritizing contextual adaptation to infrastructural and budgetary constraints. Lagos, Nairobi, and Cairo develop alternative solutions such as mobile banking and informal platforms that renew conventional smart city approaches. The analysis reveals the progressive emergence of a hybrid model that creatively articulates technological sophistication and frugal innovation. This hybridization operates through selective technological

*transfers, cross-learning processes, and local appropriation of global innovations. The hybrid model opens promising perspectives for the emergence of "inclusive smart metropolises" that reconcile technical performance and social justice, while raising challenges related to urban data governance and prevention of new forms of digital inequalities.*

**Keywords:** *Metropolization, Digital transition, Hybrid model, Smart city, Frugal innovation, Urban governance*

## 1. Introduction

La mondialisation contemporaine redéfinit profondément les architectures urbaines à travers l'intensification des flux informationnels et la numérisation accélérée des processus métropolitains. Cette transformation, particulièrement saillante depuis les années 2010, s'articule autour de dispositifs technologiques sophistiqués qui reconfigurent tant les modalités de gouvernance que les pratiques citoyennes (Castells, 2010 ; Townsend, 2013). L'avènement de la société en réseaux, structurée autour de flux informationnels globalisés et d'infrastructures numériques interconnectées, a profondément modifié les rapports entre espace, économie et urbanisation, donnant naissance à de nouvelles formes de territorialité métropolitaine (Castells, 2010).

L'émergence de l'Internet des objets, l'exploitation massive des données urbaines et l'intelligence artificielle constituent désormais des vecteurs structurants de la métropolisation contemporaine, bouleversant les paradigmes traditionnels de l'aménagement territorial. Dans cette perspective, la littérature sur les smart cities souligne que les villes contemporaines tendent à devenir des environnements fortement instrumentés, dans lesquels capteurs, réseaux numériques et plateformes de données permettent d'observer et de réguler en temps réel les dynamiques urbaines (Kitchin, 2014 ; Batty et al., 2012). Ces infrastructures numériques produisent des volumes massifs de données qui alimentent de nouvelles formes de gouvernance algorithmique et de planification urbaine basée sur l'analyse de données (Townsend, 2013 ; Kitchin, 2014).

Toutefois, cette transition numérique ne s'opère pas de manière uniforme. Les métropoles du Nord global, dotées d'infrastructures robustes et de capacités financières substantielles, développent des écosystèmes numériques intégrés qui transforment radicalement leur fonctionnement interne. Parallèlement, les villes du Sud expérimentent des trajectoires alternatives, mobilisant des innovations frugales et des adaptations contextuelles qui questionnent la linéarité supposée du développement technologique urbain (Datta, 2015 ; Angelidou, 2015). Cette divergence apparente masque cependant l'émergence de dynamiques convergentes, suggérant l'existence d'un modèle hybride qui conjugue innovations technologiques globalisées et appropriations locales spécifiques.

Cette observation soulève une interrogation centrale : comment la transition numérique façonne-t-elle les dynamiques métropolitaines au Nord et au Sud, et dans quelle mesure émerge-t-il un modèle hybride conciliant innovations globales et adaptations locales ? Cette question nécessite une approche analytique tridimensionnelle qui permet de saisir la complexité des transformations urbaines contemporaines. L'analyse des expériences numériques des métropoles septentrionales et méridionales révèle des trajectoires apparemment contrastées, marquées par des différences structurelles significatives en matière d'infrastructures, de

gouvernance et de capacités d'innovation. L'identification des divergences et convergences entre ces deux ensembles métropolitains permet de saisir les logiques sous-jacentes aux processus d'hybridation. Enfin, la conceptualisation théorique du modèle hybride émergent offre une grille de lecture renouvelée des transformations urbaines contemporaines.

## 2. Méthodologie de recherche

La démarche méthodologique adoptée s'appuie sur une analyse documentaire comparative mobilisant la littérature académique internationale, les études de cas institutionnelles et les rapports d'expertise technique. Cette approche permet d'articuler les dimensions théoriques et empiriques du phénomène étudié, tout en évitant les écueils du déterminisme technologique qui caractérise fréquemment les travaux sur la ville intelligente.

D'abord, cet article s'inscrit dans un cadre épistémologique sociotechnique et systémique, permettant d'appréhender la transition numérique des métropoles comme un processus coconstruit par des dispositifs techniques, des arrangements institutionnels et des pratiques sociales. Cette approche considère la ville comme un système complexe où les innovations numériques ne produisent d'effets qu'à travers les interactions entre acteurs publics, privés et citoyens.

Dans cette perspective, le choix d'une comparaison raisonnée Nord/Sud vise moins à établir des hiérarchies de performance qu'à identifier des logiques d'hybridation, d'appropriation et de réinterprétation locale des technologies urbaines. Les métropoles du Sud ne sont pas appréhendées comme des espaces en retard, mais comme des laboratoires d'innovations situées, où les contraintes structurelles favorisent des formes originales de gouvernance numérique et de solutions frugales.

Enfin, cette recherche s'inscrit dans un refus explicite du déterminisme technologique, conformément aux travaux fondateurs des études sociotechniques. Les technologies numériques ne sont pas envisagées comme des forces autonomes transformant mécaniquement les territoires, mais comme des artefacts inscrits dans des rapports de pouvoir, des cadres normatifs et des trajectoires institutionnelles. Ainsi, la transition numérique métropolitaine est analysée comme un processus socio-politique, traversé par des enjeux de régulation, d'inégalités d'accès et de recomposition des capacités d'action publique.

Le corpus mobilisé repose sur trois catégories principales de sources :

1. Documents institutionnels et stratégiques
  - Rapports d'organisations internationales (OCDE, UN-Habitat, Banque mondiale)
  - Documents de politiques publiques nationales et locales (stratégies numériques, programmes de smart cities, cadres réglementaires)
  - Publications scientifiques
2. Les documents ont été sélectionnés selon trois critères :
  - Leur pertinence directe pour la transition numérique et la gouvernance métropolitaine ;
  - Leur caractère structurant dans l'orientation des politiques territoriales ;
  - Leur actualisation récente (post-2015), afin de saisir les dynamiques contemporaines.
3. Études de cas métropolitaines

Les métropoles ont été retenues sur la base d'un échantillonnage raisonné, visant à représenter la diversité des trajectoires Nord/Sud sans prétendre à l'exhaustivité.

- Pour le Nord : métropoles disposant de dispositifs numériques avancés (plateformes urbaines, gouvernance algorithmique, open data).
- Pour le Sud : métropoles confrontées à des contraintes institutionnelles et financières, La comparaison repose sur une analyse thématique transversale, structurée autour de trois axes analytiques :
  - Le rôle de l'État et des institutions métropolitaines dans la conduite de la transition numérique ;
  - Les modalités de gouvernance des données et des technologies (centralisation, partenariats, participation citoyenne) ;
  - Les effets territoriaux et sociaux des dispositifs numériques (inclusion, accessibilité, justice spatiale).

Cette analyse est complétée par une approche systémique, considérant les métropoles comme des systèmes ouverts, en interaction avec des dynamiques globales (technologiques, économiques) et des contraintes locales (institutionnelles, sociales). L'objectif n'est pas d'identifier des modèles normatifs, mais de construire des typologies de trajectoires, mettant en évidence les logiques d'hybridation entre innovations globales et adaptations territoriales.

### 3. Résultats et discussion

#### 3.1. Cadrage conceptuel : métropole, numérisation et hybridation

Cet axe interroge les recompositions contemporaines des métropoles à l'aune de la numérisation, en analysant comment les technologies numériques participent à des formes d'hybridation renouvelées entre espaces physiques, dispositifs techniques et pratiques sociales.

##### 3.1.1. Métropolisation et gouvernance urbaine à l'ère numérique

La métropolisation contemporaine se caractérise par l'intensification des fonctions de commandement économique, l'articulation complexe d'échelles territoriales multiples et la concentration croissante de populations dans des ensembles urbains étendus et multipolaires (Ascher, 2001). Cette dynamique, initialement comprise comme un processus de concentration géographique et fonctionnelle, intègre désormais des dimensions technologiques qui redéfinissent profondément les modalités de production et de gestion urbaines. L'insertion du numérique dans les métropoles ne constitue pas une simple superposition technologique aux structures existantes. Elle génère plutôt une reconfiguration systémique qui affecte les relations entre acteurs, les processus décisionnels et les pratiques spatiales (Batty, 2018). Les infrastructures numériques réseaux de capteurs, plateformes de données, systèmes d'intelligence artificielle s'articulent aux réseaux physiques traditionnels pour créer des écosystèmes sociotechniques hybrides<sup>1</sup> qui transforment la nature même de l'urbain.

<sup>1</sup> Les écosystèmes socio-techniques hybrides caractérisent l'imbrication croissante entre infrastructures numériques et réseaux sociaux urbains, générant des modalités inédites de production et de régulation de la ville contemporaine.

Cette transformation s'opère selon plusieurs registres. L'optimisation des flux (circulation, énergie, déchets) s'appuie sur des systèmes de monitoring en temps réel qui permettent une gestion fine des ressources métropolitaines. La participation citoyenne intègre des dispositifs numériques qui modifient les modalités traditionnelles de consultation et de concertation publique. La planification territoriale mobilise des outils de modélisation sophistiqués qui anticipent les évolutions urbaines à partir de données massives (Graham, 2019). Cette reconfiguration numérique des métropoles soulève néanmoins des interrogations fondamentales relatives à la gouvernance démocratique, à l'inclusion sociale et à la souveraineté territoriale. L'émergence de nouveaux acteurs privés dans la gestion urbaine, la concentration des données entre les mains d'opérateurs transnationaux et les risques de surveillance généralisée constituent autant de défis que les métropoles contemporaines doivent intégrer dans leurs stratégies de développement.

### 3.1.2. *Transition numérique : concepts et théories*

La transition numérique métropolitaine se définit comme un processus de transformation systémique qui affecte simultanément les infrastructures matérielles, les modalités organisationnelles et les pratiques sociales urbaines. Cette conceptualisation dépasse les approches techno-centrées qui réduisent la numérisation à l'implémentation d'outils technologiques, pour privilégier une lecture sociotechnique qui considère les interactions complexes entre systèmes techniques et systèmes sociaux (Bijker et al., 2012). L'économie numérique urbaine se structure autour de trois piliers interdépendants. Les infrastructures de connectivité (réseaux haut débit, 5G, edge computing) constituent le substrat matériel nécessaire à la circulation des données. Les plateformes de services numériques (e-administration, mobilité partagée, paiement mobile) transforment les interactions entre citoyens et institutions urbaines. Les écosystèmes d'innovation (incubateurs, technopôles, living labs) favorisent l'émergence de solutions technologiques contextualisées.

La notion de "smart city" a longtemps dominé les discours sur la ville numérique, privilégiant une approche descendante centrée sur l'efficacité technique et l'optimisation des performances urbaines (Hollands, 2008). Cette conception, portée principalement par les entreprises technologiques globales, tend à uniformiser les solutions urbaines au détriment des spécificités locales et des besoins sociaux différenciés.

Face à ces limites, le concept de ville inclusive propose une alternative qui privilégie l'accessibilité des services numériques, la participation citoyenne aux processus de conception technologique et l'adaptation des solutions aux contextes socio-économiques locaux (Cardullo et al., 2019). Cette approche bottom-up valorise les innovations frugales, les appropriations citoyennes des technologies et les modalités collaboratives de gouvernance numérique. Cette tension entre efficacité technique et inclusion sociale traverse l'ensemble des expériences métropolitaines contemporaines, générant des trajectoires de numérisation contrastées selon les contextes géographiques et institutionnels.

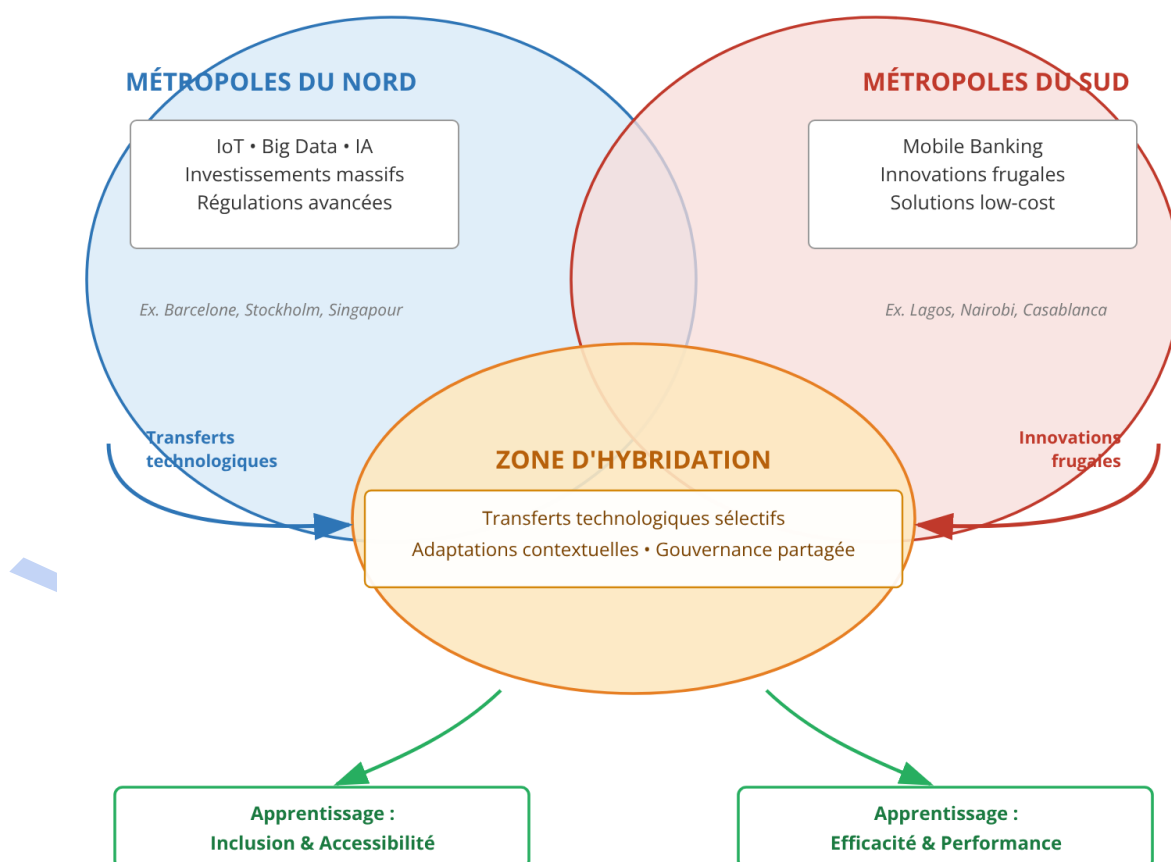
De ce fait, L'analyse des trajectoires métropolitaines numériques met d'abord en évidence des écarts structurels persistants entre les métropoles du Nord et celles du Sud, tant en matière de capacités technologiques que de cadres institutionnels et de ressources financières. Les métropoles du Nord se caractérisent par un haut niveau d'équipement numérique, une forte intégration des technologies de données massives et une institutionnalisation avancée des dispositifs de « smart governance ». Toutefois, cette sophistication s'accompagne de tensions croissantes liées à la concentration du pouvoir

informationnel, aux risques de surveillance algorithmique et à la difficulté d'assurer une gouvernance démocratique et inclusive des infrastructures numériques.

### 3.1.3. Vers l'hybridation des modèles

L'émergence d'un modèle hybride de métropole numérique résulte de la convergence progressive entre les trajectoires technologiques du Nord et les innovations contextuelles du Sud. Cette hybridation ne constitue pas un simple compromis entre deux approches distinctes, mais génère plutôt des configurations inédites qui articulent transferts technologiques sélectifs et adaptations locales créatives (Pieterse, 2021). Le modèle hybride se caractérise par l'intégration dynamique de plusieurs dimensions. Les technologies sophistiquées développées dans les métropoles du Nord (intelligence artificielle, Internet des objets, blockchain) sont réappropriées et adaptées aux contraintes et opportunités des contextes méridionaux. Réciproquement, les innovations frugales du Sud (mobile banking, plateformes informelles, solutions low-cost) inspirent de nouvelles approches dans les métropoles septentrionnales confrontées aux limites de la sur-technologisation.

Cette hybridation s'opère selon des modalités diversifiées. Les partenariats technologiques Sud-Sud permettent le développement de solutions adaptées aux contraintes budgétaires et infrastructurelles communes. Les coopérations Nord-Sud facilitent les transferts de compétences et l'adaptation des technologies avancées aux contextes émergents. Les réseaux transnationaux de villes favorisent la circulation des bonnes pratiques et l'expérimentation croisée de solutions innovantes.



**Figure 1.** Schéma conceptuel du modèle hybride (Nord-Sud). (Source : élaboration propre à partir de Batty (2018), Graham (2019), Pieterse (2021))

La figure 1 illustre les dynamiques d'hybridation qui caractérisent l'émergence de ce nouveau modèle métropolitain. Elle met en évidence les flux bidirectionnels d'innovations entre les métropoles du Nord et du Sud, ainsi que les espaces d'interface où s'opèrent les processus d'adaptation et de recomposition technologique. L'intérêt heuristique du modèle hybride réside dans sa capacité à dépasser les dichotomies traditionnelles entre développement et sous-développement, modernité et tradition, global et local. Il permet de saisir les logiques de circulation créative<sup>2</sup> des innovations numériques et les processus d'apprentissage mutuel entre métropoles géographiquement et économiquement contrastées.

### 3.2. Expérience du Nord : L'essor des métropoles numériques

Cet axe propose d'analyser les trajectoires des métropoles des pays du Nord comme laboratoires avancés de la numérisation urbaine, où le numérique s'impose comme un levier structurant de compétitivité, de gouvernance et de transformation des modes de vie. À travers le développement des smart cities, des plateformes urbaines et des infrastructures de données, ces métropoles expérimentent des formes inédites d'hybridation entre espaces physiques et environnements numériques, redéfinissant à la fois l'action publique, les usages urbains et les rapports entre acteurs publics et privés. Ces expériences constituent aujourd'hui des références, mais aussi des objets critiques, pour penser les limites sociales, démocratiques et territoriales du métropolisation numérique.

#### 3.2.1. Les piliers technologiques des métropoles du Nord

Les métropoles septentrionales ont développé des écosystèmes numériques sophistiqués qui intègrent de manière systémique les technologies émergentes dans la gestion urbaine quotidienne. Cette intégration s'appuie sur trois piliers technologiques fondamentaux qui transforment structurellement le fonctionnement métropolitain : l'Internet des objets (IoT), l'intelligence artificielle et l'exploitation massive des données urbaines (big data). L'Internet des objets constitue le système nerveux de la métropole numérique contemporaine. Barcelone illustre parfaitement cette transformation à travers son réseau de 20 000 compteurs intelligents qui optimisent la gestion de l'eau, ses 1 100 stations de vélos connectés et ses capteurs de pollution atmosphérique distribués dans l'ensemble de l'agglomération (Bakici et al., 2013). Cette infrastructure de captation permet une connaissance fine et en temps réel des dynamiques urbaines, transformant la ville en un laboratoire permanent d'expérimentation et d'optimisation.

Stockholm développe une approche similaire dans le domaine énergétique à travers son programme "Fossil Fuel Free Stockholm 2040". La métropole suédoise mobilise des algorithmes d'intelligence artificielle pour optimiser la distribution énergétique urbaine, réduisant de 25% sa consommation énergétique entre 2010 et 2020 tout en maintenant une croissance démographique soutenue (Stockholm City, 2021). Cette performance résulte de l'intégration de systèmes prédictifs qui anticipent les besoins énergétiques sectoriels et ajustent en temps réel les flux de distribution.

<sup>2</sup> La circulation créative des innovations numériques désigne les processus de réappropriation et d'adaptation des technologies qui génèrent des solutions inédites par hybridation entre différents contextes d'usage.

Singapour représente l'archétype de la métropole intégrée qui mobilise l'ensemble des technologies numériques de manière coordonnée. Son programme "Smart Nation" articule surveillance urbaine, gestion des flux de circulation, optimisation des services publics et participation citoyenne numérique dans un système unifié qui couvre l'ensemble des fonctions métropolitaines (Hoe, 2018).

### 3.2.2. Facteurs explicatifs du succès

La réussite de ces expériences métropolitaines septentrionales s'explique par la convergence de plusieurs facteurs structurels qui créent un environnement favorable à l'innovation numérique urbaine. Les investissements publics massifs constituent le préalable nécessaire au déploiement d'infrastructures numériques sophistiquées. Barcelone a consacré 150 millions d'euros à sa transformation numérique entre 2015 et 2020, tandis que Singapour a investi 19 milliards de dollars singapouriens dans son programme Smart Nation (OECD, 2019).

Ces investissements s'articulent à des cadres réglementaires innovants qui favorisent l'expérimentation technologique tout en préservant les droits citoyens. Le Règlement général sur la protection des données (RGPD) européen constitue un exemple paradigmatique de cette régulation équilibrée qui encourage l'innovation tout en protégeant la vie privée. Stockholm et Barcelone ont développé des chartes de gouvernance des données qui définissent les modalités d'exploitation des informations urbaines par les acteurs publics et privés.

La gouvernance collaborative représente le troisième pilier explicatif du succès nordique. Ces métropoles ont développé des modalités de partenariat public-privé qui articulent les compétences techniques des entreprises technologiques aux objectifs d'intérêt général portés par les collectivités publiques. Les living labs urbains constituent des espaces d'expérimentation qui permettent de tester les innovations technologiques en situation réelle avant leur généralisation métropolitaine.

### 3.2.3. Limites et critiques

Malgré leurs performances techniques indéniables, les métropoles numériques du Nord font l'objet de critiques croissantes qui interrogent leurs effets sociaux et démocratiques. La surveillance généralisée constitue la première source d'inquiétude. L'ubiquité des capteurs et l'exploitation algorithmique des données urbaines génèrent des possibilités de monitoring citoyen qui questionnent les équilibres démocratiques traditionnels (Sadowski, 2020). La fracture numérique interne représente un paradoxe des métropoles intelligentes qui, malgré leur sophistication technologique, peinent à garantir l'accès universel aux services numériques. À Londres, 25% des habitants ne disposent pas d'un accès satisfaisant au haut débit, tandis que 15% de la population barcelonaise ne maîtrise pas les compétences numériques de base nécessaires à l'utilisation des services municipaux dématérialisés (European Commission, 2020).

Le débat sur la "ville pour tous" interroge plus fondamentalement les finalités de la numérisation urbaine. Les critiques soulignent que l'optimisation technique peut entrer en tension avec les objectifs d'inclusion sociale et de justice spatiale (Vanolo, 2014). L'efficacité algorithmique tend à privilégier les comportements conformes et prévisibles au détriment de la diversité sociale et de la créativité urbaine qui constituent historiquement les ressorts de la vitalité métropolitaine.

Ces limites ne remettent pas en cause la pertinence de la transition numérique métropolitaine, mais soulignent la nécessité d'intégrer les dimensions sociales et démocratiques dans la conception des systèmes techniques urbains.

### 3.3. Expériences du Sud : Contraintes et innovations adaptées

Cet axe s'intéresse aux métropoles et territoires du Sud comme espaces d'innovation sous contrainte, où la numérisation se déploie dans des contextes marqués par des ressources limitées, des inégalités socio-spatiales et des capacités institutionnelles hétérogènes. Loin de reproduire les modèles du Nord, ces expériences donnent lieu à des formes d'hybridation spécifiques, fondées sur l'adaptation, l'informalité, l'ingéniosité locale et l'articulation entre technologies numériques, pratiques sociales et solutions territoriales endogènes. Ces trajectoires mettent en lumière des innovations frugales et inclusives, qui interrogent les cadres dominants de la métropole numérique et ouvrent des perspectives renouvelées pour penser la gouvernance, l'attractivité et le développement territorial dans les contextes du Sud.

#### 3.3.1. Défis structurels

Les métropoles du Sud global évoluent dans un contexte de contraintes structurelles qui façonnent profondément leurs trajectoires de numérisation. Ces contraintes, loin de constituer de simples obstacles techniques, génèrent des dynamiques d'innovation spécifiques qui renouvellent les approches conventionnelles de la ville numérique. Les faiblesses infrastructurelles constituent le défi primordial. En Afrique subsaharienne, seulement 28% de la population urbaine dispose d'un accès stable à l'électricité, tandis que la couverture internet haut débit ne concerne que 15% des habitants métropolitains (ITU, 2021). Cette situation contraste radicalement avec les environnements technologiques sophistiqués des métropoles septentrionales et impose des stratégies d'adaptation créatives. Lagos, métropole de 15 millions d'habitants, illustre parfaitement ces contraintes. La capitale économique nigériane doit composer avec un réseau électrique défaillant qui limite drastiquement les possibilités de déploiement d'infrastructures numériques énergivores. Parallèlement, la fragmentation institutionnelle entre l'État fédéral, l'État de Lagos et les gouvernements locaux complique la coordination des investissements numériques et génère des redondances coûteuses.

Les contraintes financières amplifient ces difficultés structurelles. Les budgets municipaux des métropoles africaines représentent en moyenne 2% du PIB national, contre 15% dans les pays de l'OCDE (Habitat III, 2016). Cette limitation budgétaire contraint les collectivités locales à prioriser les investissements d'infrastructure de base au détriment des technologies avancées. Néanmoins, cette contrainte génère également une recherche systématique de solutions low-cost qui privilégient l'efficacité d'usage sur la sophistication technique.

La fracture numérique revêt des dimensions multiples dans les contextes méridionaux. Au-delà de l'accès physique aux technologies, elle concerne les compétences numériques, les capacités économiques d'acquisition d'équipements et la pertinence culturelle des contenus proposés. Cette fracture s'articule aux inégalités socio-spatiales préexistantes pour créer des géographies urbaines de l'exclusion numérique qui reproduisent et amplifient les disparités métropolitaines.

#### 3.3.2. Innovations alternatives et résilientes

Face à ces contraintes, les métropoles du Sud ont développé des innovations alternatives qui privilégient l'adaptation contextuelle sur l'importation technologique. Ces innovations, qualifiées de "frugales" par la littérature spécialisée, maximisent l'impact social tout en minimisant les coûts de déploiement et de maintenance (Radjou & Prabhu, 2015). Le mobile banking constitue l'innovation la plus emblématique de cette approche alternative. M-Pesa, lancé au Kenya en 2007, permet désormais à 25 millions d'utilisateurs Est-Africains d'effectuer des transactions financières via SMS, contournant l'absence d'infrastructures bancaires traditionnelles. Cette solution, développée initialement pour pallier les défaillances du système financier formel, transforme aujourd'hui l'économie urbaine en facilitant les microtransactions, les transferts de fonds et l'épargne populaire (Donovan, 2020).

Les plateformes numériques informelles représentent une autre dimension de l'innovation méridionale. À Lagos, la plateforme Gokada connecte 100 000 conducteurs de mototaxis à 2 millions d'utilisateurs urbains, optimisant la mobilité quotidienne dans une métropole où les transports publics formels restent défaillants. Cette innovation s'appuie sur des logiques d'économie collaborative qui valorisent les ressources existantes plutôt que de créer de nouvelles infrastructures. Les initiatives urbaines publiques s'inspirent également de cette logique d'innovation frugale. Le projet Blue Line de Lagos développe un système de transport rapide par bus (BRT) qui intègre des technologies numériques simples : paiement par carte prépayée, géolocalisation des véhicules, information voyageuse en temps réel. Cette approche génère des améliorations significatives du service public tout en restant compatible avec les contraintes budgétaires locales.

Nairobi a développé une stratégie similaire à travers ses hubs technologiques. iHub, créé en 2010, constitue un espace de coworking qui facilite l'émergence de start-ups technologiques locales. Cette initiative, devenue un modèle continental, génère des solutions numériques adaptées aux besoins africains : applications de santé mobile, plateformes de commerce électronique, systèmes de paiement alternatifs (Graham et al., 2014).

### 3.3.3. *Appropriation et hybridation progressive*

L'évolution récente des métropoles du Sud révèle une dynamique d'appropriation technologique qui dépasse la simple adaptation contrainte pour générer de véritables processus d'innovation hybride. Cette dynamique s'appuie sur l'émergence de pôles technologiques endogènes qui articulent compétences locales et réseaux technologiques globaux. Le Caire illustre cette trajectoire d'hybridation à travers son écosystème technologique émergent. La capitale égyptienne accueille désormais plus de 400 start-ups technologiques qui développent des solutions pour le marché régional moyen-oriental et africain. Ces entreprises bénéficient des investissements internationaux tout en développant des produits adaptés aux spécificités locales : applications en arabe, solutions de paiement compatibles avec les réglementations islamiques, plateformes de commerce électronique adaptées aux pratiques commerciales traditionnelles.

Bangalore représente l'archétype de la métropole technologique du Sud qui concurrence désormais les écosystèmes septentrionaux. La capitale du Karnataka accueille les centres de recherche et développement de la plupart des entreprises technologiques globales, tout en développant un tissu entrepreneurial local dynamique. Cette configuration génère des transferts technologiques bidirectionnels qui enrichissent tant l'écosystème local que les stratégies des firmes transnationales. Johannesburg développe une approche similaire à travers sa stratégie de "smart city africaine" qui articule technologies avancées et innovations

frugales. La métropole sud-africaine expérimente des solutions de ville intelligente (smart grids, capteurs environnementaux, e-gouvernement) tout en préservant les innovations locales qui répondent aux besoins des populations défavorisées.

**Tableau 1 :** Comparaison Nord/Sud en matière de transition numérique (*Sources : Intégration à partir de Batty (2018), Donovan (2020), Pieterse (2021)*)

Domaine d'analyse	Métropoles du Nord	Métropoles du Sud
Infrastructures numériques	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Couverture haut débit universelle (&gt;95%)</li> <li>-Réseaux 5G déployés</li> <li>-Réseaux de capteurs</li> <li>-Data centers multiples</li> <li>-Redondances et fiabilité élevée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Couverture partielle et inégale</li> <li>-Zones blanches persistantes</li> <li>-Dépendance aux réseaux mobiles</li> <li>-Infrastructures énergétiques limitées</li> </ul>
Investissement publics/Privés	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Budgets publics conséquents</li> <li>- PPP stables</li> <li>-Financements bancaires traditionnels</li> <li>-capacités d'investissement Recherche et Développement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Budgets limités</li> <li>-Financements hybrides multiples</li> <li>-Acteurs privés émergents</li> <li>-Recherches de solutions Low-cost</li> </ul>
Cadre réglementaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Régulation Data sophistiquée (RGPD)</li> <li>-Standards d'interopérabilité</li> <li>-Politiques Opendata structurées</li> <li>-Cadres cybersécurité robustes et vie privée protégée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Cadres légaux en construction</li> <li>-Disparités entre Villes/pays</li> <li>-Approches adaptatives</li> <li>-Focus sur l'inclusion numérique</li> </ul>
Innovation sociale	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Applications e-gouvernement avancées</li> <li>-Services publics dématérialisés</li> <li>-Intégration multisectorielle</li> <li>Focus sur l'efficacité technique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Innovations frugales créatives</li> <li>-Mobile banking</li> <li>-Plateformes informelles dynamiques</li> <li>-Solutions de contournement</li> </ul>
Gouvernance	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Institutions métropolitaines consolidées</li> <li>-Processus décisionnel structuré</li> <li>-Coordination multiniveau efficace</li> <li>-Agences spécialisées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Gouvernance fragmentée</li> <li>- Expérimentation ascendante</li> <li>-Agilité institutionnelle</li> <li>-Co-construction avec la SC.</li> </ul>
Indicateurs de performance	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Mesure fine de la qualité du service</li> <li>-capteurs temps réels</li> <li>-Tableaux de bord sophistiqués</li> <li>-Analytics prédictifs avancés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Indicateurs simplifiés et accessibles</li> <li>-Métriques d'impact social</li> <li>-Capacités de mesure limitées</li> <li>-Données citoyennes et crowdsourcing</li> </ul>

Le tableau 1 synthétise les principales différences et convergences entre les trajectoires numériques des métropoles septentrionales et méridionales. Cette comparaison met en évidence la complémentarité fonctionnelle entre sophistication technologique et innovation

frugale, suggérant l'émergence d'un modèle hybride qui valorise les spécificités de chaque contexte.

La dynamique des start-ups numériques dans les contextes contraints révèle des modalités d'innovation particulières qui privilégient l'agilité organisationnelle sur les investissements technologiques massifs. Ces entreprises développent des solutions minimales viables (MVP) qui s'enrichissent progressivement en fonction des retours utilisateurs, générant des processus d'innovation incrémentale particulièrement adaptés aux environnements incertains.

### 3.4. Vers un modèle hybride : convergence et divergences

Cet axe propose d'examiner l'émergence de modèles métropolitains hybrides issus de la circulation, de l'appropriation et de la recomposition des référentiels de la métropole numérique entre le Nord et le Sud. Il met en lumière les convergences (standardisation des infrastructures numériques, diffusion des dispositifs de gouvernance par la donnée, montée des plateformes urbaines) tout en analysant les divergences liées aux contextes institutionnels, aux capacités territoriales et aux usages sociaux différenciés. L'objectif est de dépasser une lecture diffusionniste pour comprendre comment ces hybridations produisent des trajectoires singulières, où s'articulent innovation technologique, régulation publique et ancrage territorial, révélant à la fois des transferts de modèles et des résistances locales.

#### 3.4.1. Caractéristiques du modèle hybride

L'analyse comparative des trajectoires numériques métropolitaines révèle l'émergence progressive d'un modèle hybride qui transcende la dichotomie traditionnelle entre approches septentrionales et méridionales. Ce modèle se caractérise par l'intégration créative d'innovations locales et de transferts technologiques sélectifs qui génèrent des configurations inédites de la ville numérique. L'intégration d'innovations locales constitue la première dimension de ce modèle hybride. Les solutions low-cost développées dans les métropoles du Sud inspirent désormais les stratégies numériques des villes du Nord confrontées aux limites de la sur-technologisation. Amsterdam expérimente ainsi des applications de gouvernance participative inspirées des plateformes citoyennes africaines, privilégiant la simplicité d'usage et l'accessibilité sur la sophistication technique.

Le mobile banking, innovation emblématique du Sud, s'implante progressivement dans les métropoles septentrionales à travers des adaptations contextuelles. London et Stockholm développent des systèmes de paiement mobile qui s'inspirent des logiques M-Pesa tout en intégrant les contraintes réglementaires européennes et les exigences de sécurité des systèmes financiers développés. Les transferts technologiques sélectifs constituent la dimension complémentaire de cette hybridation. Les métropoles du Sud ne procèdent plus à l'importation massive de solutions technologiques septentrionales, mais développent des stratégies d'appropriation sélective qui privilégient les technologies compatibles avec leurs contraintes et opportunités spécifiques.

Casablanca illustre cette approche à travers sa stratégie de smart city qui articule technologies avancées (capteurs IoT, big data) et innovations frugales (plateformes participatives, solutions mobile-first). Cette hybridation génère un écosystème numérique original qui optimise l'efficacité technique tout en préservant l'accessibilité sociale des services urbains.

### 3.4.2. *Opportunités pour les métropoles du Sud*

Le modèle hybride ouvre des perspectives inédites pour les métropoles méridionales en leur permettant de dépasser les logiques de rattrapage technologique pour développer des trajectoires d'innovation originales. Cette opportunité se matérialise à travers plusieurs leviers complémentaires qui transforment les contraintes structurelles en avantages concurrentiels. La réduction de la fracture numérique constitue le premier bénéfice potentiel de l'hybridation. L'articulation entre technologies sophistiquées et solutions frugales permet de développer des services numériques accessibles qui s'adaptent à la diversité des situations socio-économiques urbaines. Les plateformes multi-canaux qui combinent interfaces web avancées, applications mobiles simplifiées et services SMS permettent d'atteindre l'ensemble des populations métropolitaines indépendamment de leur niveau d'équipement technologique.

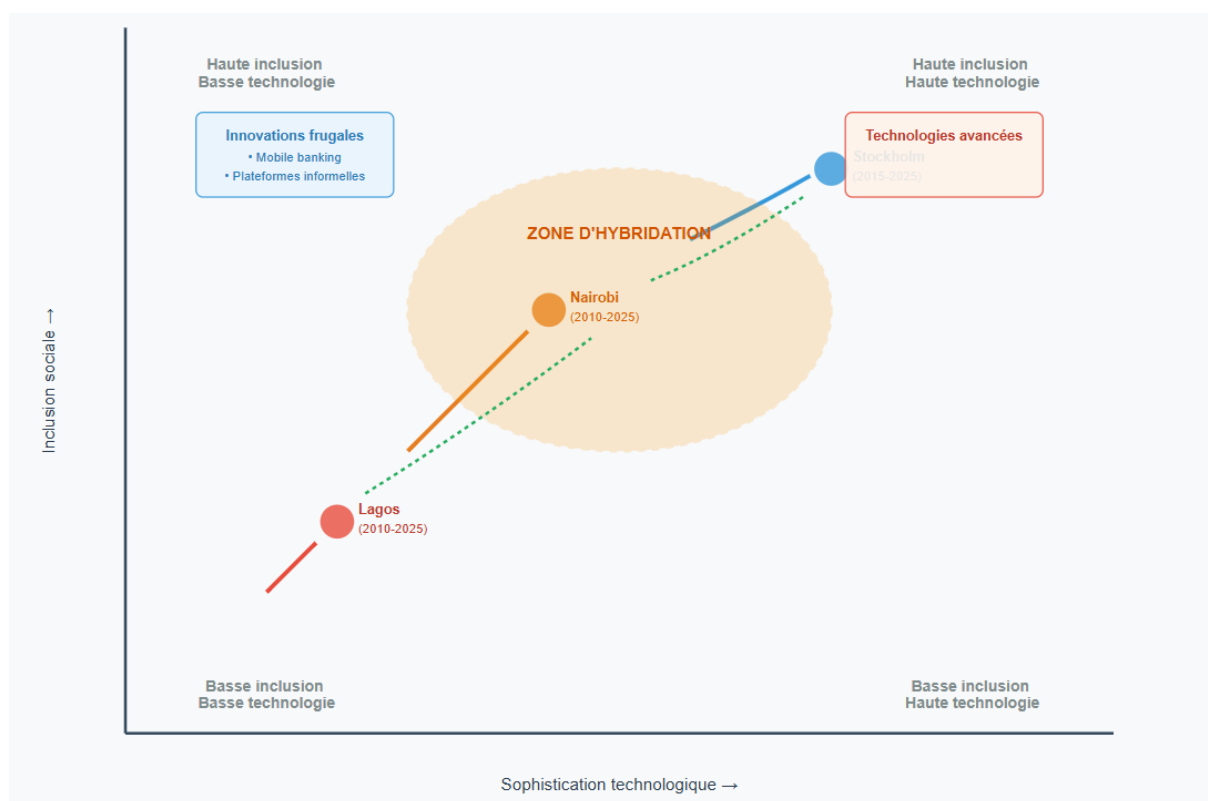
Le développement d'écosystèmes numériques inclusifs représente une opportunité stratégique majeure. Les métropoles du Sud peuvent mobiliser leurs dynamiques d'innovation frugale pour créer des environnements technologiques qui privilégient l'impact social sur la performance technique. Cette approche génère des modèles économiques viables qui articulent rentabilité privée et utilité sociale.

Nairobi démontre cette possibilité à travers son écosystème fintech qui combine start-ups locales, investissements internationaux et régulations publiques adaptatives. Cette configuration génère des innovations qui répondent aux besoins financiers des populations urbaines tout en créant de la valeur économique pour les entrepreneurs locaux.

### 3.4.3. *Risques et incertitudes*

Malgré ses potentialités, le modèle hybride génère également des risques spécifiques qui questionnent sa viabilité à long terme. La dépendance technologique vis-à-vis du Nord constitue le risque principal, particulièrement dans les domaines où les technologies avancées restent indispensables (intelligence artificielle, infrastructures de connectivité, cybersécurité). Cette dépendance se matérialise à travers les transferts de technologies qui impliquent souvent des relations asymétriques entre partenaires septentrionaux et méridionaux. Les entreprises technologiques globales tendent à conserver le contrôle des innovations stratégiques tout en sous-traitant le développement et la maintenance aux écosystèmes locaux. Cette configuration limite les capacités d'innovation endogène et maintient les métropoles du Sud dans des positions de prestataires plutôt que de créateurs technologiques.

La gouvernance inadaptée représente un second risque majeur. L'hybridation technologique exige des capacités institutionnelles spécifiques pour réguler les interactions entre acteurs publics et privés, gérer les données urbaines et préserver les équilibres démocratiques. Les métropoles du Sud peinent souvent à développer ces capacités régulatrices, créant des situations de vide institutionnel qui favorisent la capture privée des bénéfices de la numérisation. Les risques d'inégalités accrues constituent le troisième défi de l'hybridation. L'articulation entre technologies sophistiquées et solutions frugales peut générer des systèmes à plusieurs vitesses qui reproduisent les stratifications sociales préexistantes. Les populations équipées et compétentes accèdent aux services numériques avancés tandis que les autres restent cantonnées aux solutions de base, créant de nouvelles formes de ségrégation urbaine.



**Figure 2.** Cartographie comparative des trajectoires Nord-Sud vers un modèle hybride (Source : élaboration propre, inspirée des cas Stockholm, Lagos, Nairobi)

La figure 2 cartographie les trajectoires contrastées de numérisation métropolitaine et met en évidence les zones de convergence où s'opère l'hybridation. Cette visualisation révèle que l'émergence du modèle hybride ne résulte pas d'une simple rencontre entre deux modèles distincts, mais génère plutôt des configurations originales qui transcendent les catégories géographiques traditionnelles.

#### 4. Discussion et Conclusion

Au-delà des innovations techniques, l'hybridation numérique observée dans les trajectoires métropolitaines traduit une recomposition profonde du rôle de l'État dans la fabrique territoriale. Loin d'un retrait de l'action publique, cette évolution correspond davantage à une transformation des modalités d'intervention, où l'État agit comme architecte institutionnel, garant des cadres normatifs, des infrastructures numériques et des mécanismes de redistribution territoriale. Cette dynamique rejoint les analyses de (Sassen, 2018), qui analyse la métropole comme un espace stratégique de reterritorialisation du pouvoir à l'ère du numérique, tout en demeurant traversées par des rapports asymétriques entre acteurs publics, firmes technologiques et sociétés civiles. Dans les contextes du Sud, notamment marocains, cette recomposition se manifeste par un État stratège qui pilote les grandes orientations (e-gouvernement, open data, villes intelligentes), tout en s'appuyant sur des dispositifs d'expérimentation locale et des partenariats public-privé pour pallier les contraintes financières et institutionnelles.

Toutefois, la consolidation d'un modèle hybride de métropole numérique soulève des enjeux critiques de gouvernance des données et de justice territoriale, particulièrement dans les pays

du Sud. L'accès inégal aux infrastructures numériques, la dépendance technologique vis-à-vis d'acteurs globaux et la faible capacité locale de régulation peuvent fragiliser les ambitions inclusives de la transition numérique. En effet, la numérisation territoriale ne produit des effets positifs durables que lorsqu'elle est adossée à des institutions capables d'assurer la transparence algorithmique, la protection des données personnelles et l'équité d'accès aux services publics.

L'analyse comparative des expériences métropolitaines de transition numérique révèle une évolution paradigmatique qui dépasse l'opposition traditionnelle entre Nord et Sud pour générer l'émergence d'un modèle hybride original. Cette hybridation ne constitue pas un simple compromis entre sophistication technologique et contraintes budgétaires, mais génère plutôt des configurations inédites qui articulent innovations globales et adaptations locales. Les métropoles septentrionales, malgré leurs performances techniques remarquables, confrontent des limites structurelles liées aux risques de surveillance, à la fracture numérique persistante et aux questions de gouvernance démocratique des systèmes algorithmiques. Parallèlement, les métropoles du Sud développent des innovations frugales qui renouvellent les approches conventionnelles de la ville intelligente en privilégiant l'accessibilité, l'adaptabilité et l'inclusion sociale. La transition numérique métropolitaine génère ainsi des apprentissages croisés qui enrichissent mutuellement les trajectoires septentrionales et méridionales. L'innovation frugale inspire de nouvelles approches de la participation citoyenne et de l'accessibilité des services urbains dans les métropoles du Nord. Réciproquement, les technologies avancées, adaptées aux contextes méridionaux, permettent d'améliorer l'efficacité des services publics tout en préservant leur caractère inclusif.

Ce processus d'hybridation ouvre des perspectives prometteuses pour l'émergence de "smart métropoles inclusives" qui articulent performance technique et justice sociale. Toutefois, la viabilité de ce modèle hybride dépend de la capacité des acteurs métropolitains à développer des modalités de gouvernance qui préservent l'autonomie locale tout en facilitant les coopérations technologiques internationales. Les recherches futures devront approfondir l'analyse des conditions institutionnelles favorables à l'hybridation, en particulier les modalités de régulation des données urbaines et les mécanismes de financement des innovations frugales. L'enjeu central réside dans la capacité des métropoles à développer des écosystèmes numériques qui concilient efficacité technique, inclusion sociale et souveraineté démocratique, transformant ainsi la transition numérique en vecteur de développement urbain durable et équitable.

## Utilisation de l'IA générative

L'auteur n'a pas eu recours aux outils de l'Intelligence Artificielle pour améliorer le texte de quelque manière que ce soit.

## Source de financement

Les auteurs déclarent que cette recherche a été financée sur fonds propres.

## Conflits d'intérêts

Les auteurs déclarent que cette recherche ne fait l'objet d'aucun conflit d'intérêt.

## 5. Références

- Ascher, F. (2001). *Les nouveaux principes de l'urbanisme*. Éditions de l'Aube. [https://www.persee.fr/doc/geoca\\_1627-4873\\_2001\\_num\\_76\\_4\\_2583](https://www.persee.fr/doc/geoca_1627-4873_2001_num_76_4_2583) (consulté le 29 Juillet 2025)
- Bakici, T., Almirall, E., & Wareham, J. (2013). A smart city initiative: The case of Barcelona. *Journal of the Knowledge Economy*, 4(2), 135-148. <https://doi.org/10.1007/s13132-012-0084-9>
- Batty, M. (2018). *Inventing Future Cities*. MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/9780262038935/the-blockchain-and-the-new-architecture-of-trust/>
- Bijker, W. E., Hughes, T. P., & Pinch, T. J. (2012). *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*. MIT Press <https://mitpress.mit.edu/9780262517607/> (consulté le 20 Décembre 2025).
- Cardullo, P., Di Felicianantonio, C., & Kitchin, R. (2019). *The Right to the Smart City*. Emerald Publishing. <https://mitpress.mit.edu/9780262517607/> (consulté le 20 Décembre 2025)
- Castells, M. (1998). *La société en réseaux : L'ère de l'information* (P. Delamare, Trad.). Fayard. (Œuvre originale publiée en 1996). <http://jepellet.free.fr/studies/MST/TRAVAUX/ESPACE%20ET%20COMMUNICATION/LA%20SOCIETE%20EN%20RESEAUX.PDF> (consulté le 10 Janvier 2026)
- Donovan, K. (2020). *Mobile Banking in Africa: Development, Discourses, and Debates*. Routledge. [https://www.researchgate.net/publication/311421597\\_Mobile\\_Banking\\_in\\_Africa\\_The\\_Current\\_State\\_of\\_Play](https://www.researchgate.net/publication/311421597_Mobile_Banking_in_Africa_The_Current_State_of_Play) (consulté le 12 Janvier 2026)
- European Commission. (2020). *Digital Economy and Society Index 2020*. Publications Office of the European Union. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/desi> (consulté le 15 Janvier 2026)
- Graham, M. (2019). *Digital Labour in the Developing World*. Edward Elgar Publishing. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5518998/> (consulté le 17 janvier 2026)
- Graham, M., Hjorth, I., & Lehdonvirta, V. (2014). Digital labour and development: Impacts of global digital labour platforms. *Transfer: European Review of Labour and Research*, 20(4), 551-570. <https://doi.org/10.1177/1024258916687250>
- Habitat III. (2016). *The New Urban Agenda*. United Nations Conference on Housing and Sustainable Urban Development. <https://habitat3.org/the-new-urban-agenda/>
- Hoe, S. L. (2018). Digitalization in practice: The fifth-generation district cooling system in Singapore. *Energy*, 144, 490-503. <https://doi.org/10.1108/JICES-02-2016-0005>
- Hollands, R. G. (2008). Will the real smart city please stand up? *City*, 12(3), 303-320. <https://doi.org/10.1080/13604810802479126>

ITU. (2021). *Measuring Digital Development: Facts and Figures 2021*. International Telecommunication Union. <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/facts/default.aspx> (consulté le 12 janvier 2026)

Ministère de l'Aménagement du Territoire National, de l'Urbanisme, de l'Habitat et de la Politique de la Ville (MATNUHPV). (2024). *Orientations de la politique publique d'aménagement du territoire – Vision prospective et orientations*. Rabat. Document paper (consulté le 15 janvier 2026)

Ministère de l'Investissement, de la Convergence et de l'Évaluation des Politiques Publiques (MICEPP). (2025). *Cadre Normatif National de la Convergence des Politiques Publiques (Draft)*. Rabat. Document paper (consulté le 15 janvier 2026)

OCDE. (2019). *Villes Intelligentes et Croissance Inclusive*. Publication OCDE. [https://one.oecd.org/document/CFE/RDPC/URB\(2019\)1/REV1/fr/pdf](https://one.oecd.org/document/CFE/RDPC/URB(2019)1/REV1/fr/pdf) (consulté le 20 janvier 2026)

Pieterse, E. (2018). *The Politics of Governing African Urban Spaces*, <https://doi.org/10.4000/poldev.2626>

Radjou, N., & Prabhu, J. (2015). *Frugal Innovation: How to Do Better with Less*. Profile Books. <https://profilebooks.com/work/frugal-innovation/> (consulté le 20 janvier 2026)

Sadowski, J. (2020). *Too smart: How digital capitalism is extracting data, controlling our lives, and taking over the world*. MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/9780262538589/too-smart/> (consulté le 12 janvier 2026)

Stockholm City. (2021). *Stockholm Environmental Programme 2020-2023*. Environment and Health Administration. <https://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/mp/2020-2023/environment-programme-sthlm-2020-2023.pdf> (consulté le 15 janvier 2026)

Vanolo, A. (2014). *Smartmentality: The smart city as disciplinary strategy*. *Urban Studies*, 51(5), 883-898. <https://doi.org/10.1177/0042098013494427>