



BROCHURE DE SOLUTIONS POUR LA GESTION DE L'INFRASTRUCTURE TIC

Smart Cities Marketplace 2024

Smart Cities Marketplace est géré par la direction générale de l'énergie de la Commission européenne

ÉNERGIE



Titre	Brochure de solutions pour la gestion de l'infrastructure TIC et l'Internet des objets
Éditeur	Smart Cities Marketplace ©Union européenne, 2024
Achevé en	Juin 2024
Auteur	Smart Cities Marketplace géré par la Commission européenne Direction générale de l'énergie smart-cities-marketplace.ec.europa.eu Commission européenne DG ENER
Écrit par	Mari José Alonso, Javier Alés, Jesús del Estad (Tower Automation Alliance), Alis-Daniela Torres, Xavier Casanova Colomé (ICLEI Europe)
Traduction de l'anglais	Quentin De Clerck (ThInk E)
Conception graphique	Agata Smok (ThInk E) pour le Smart Cities Marketplace, Commission européenne DG ENER
Image de couverture	©Getty images
Typeface	EC Square Sans Pro
Avis de non-responsabilité	<p>©Union européenne, 2024</p> <p>La politique de réutilisation de la Commission est mise en œuvre par la décision 2011/833/UE de la Commission du 12 décembre 2011 relative à la réutilisation des documents de la Commission (JO L 330 du 14.12.2011, p. 39). Sauf indication contraire, la réutilisation de ce document est autorisée sous la licence Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0). Cela signifie que la réutilisation est autorisée, à condition que le crédit approprié soit donné et que tout changement soit indiqué.</p> <p>Pour toute utilisation ou reproduction d'éléments qui n'appartiennent pas à l'UE, il peut être nécessaire de demander l'autorisation directement aux titulaires de droits respectifs.</p> <p>Ce document a été préparé pour la Commission européenne, mais il ne reflète que les opinions des auteurs, et la Commission ne peut être tenue responsable de l'utilisation qui pourrait être faite des informations qu'il contient.</p>

Quoi et pourquoi	5
Infrastructure IoT	6
Le réseau de connectivité	7
Mobilier urbain	8
Le rôle des institutions publiques	8
Cybersécurité	8
Énergie	9
Durabilité	9
Automatisation	9
Pourquoi l'infrastructure télécom est-elle essentielle pour les villes intelligentes ?	10
Contexte urbain	12
L'écosystème des parties prenantes de l'infrastructure TIC dans les villes	13
Caractéristiques techniques	18
Réseau 5G dans les villes	18
Déploiement massif de l'IoT	20
Fonctionnalités	22
API ouverte	23
Connectivité télécom : déploiement massif de la fibre	24
Cybersécurité	25
Infrastructures critiques	27
Aspects sociétaux, utilisateurs et durabilité	32
Intégration des infrastructures dans le paysage urbain	33
Information à la société et champs électromagnétiques (CEM)	34
Pérennité de l'industrie des télécommunications	35
Déchets électroniques et économie circulaire	37
Gouvernance et réglementation	41
Déploiement et normalisation de l'infrastructure TIC	43
Processus d'automatisation	45
Enseignements tirés	47

La Smart Cities Marketplace est une initiative soutenue par la Commission européenne qui rassemble **des villes, des industries, des PME, des investisseurs, des banques, des chercheurs et d'autres acteurs actifs dans le secteur climatique, et des villes intelligentes**. Le réseau d'investisseurs de Smart Cities Marketplace est un groupe croissant d'investisseurs et de fournisseurs de services financiers qui recherchent activement des projets climatiquement neutre et des projets de villes intelligentes.

Le Smart Cities Marketplace compte des milliers d'adeptes dans toute l'Europe et au-delà, dont beaucoup se sont inscrits en tant que membres. Leurs objectifs communs sont les suivants **d'améliorer la qualité de vie des citoyens, d'accroître la compétitivité des villes et de l'industrie européennes ainsi que d'atteindre les objectifs de l'Union européenne les objectifs en matière d'énergie et de climat**.

Découvrez les possibilités, donnez forme à vos idées de projet et concluez un accord pour lancer votre solution Smart City ! Si vous souhaitez nous contacter, veuillez utiliser info@smartcitiesmarketplace.eu

**QU'EST-CE QUE
LE SMART CITIES
MARKETPLACE ?**

**QUELS SONT LES
OBJECTIFS DU
SMART CITIES
MARKETPLACE ?**

**À QUOI PEUT
VOUS SERVIR LE
SMART CITIES
MARKETPLACE ?**



QUOI ET POURQUOI

Quoi et pourquoi

L'idée d'une ville numérisée, automatisée et intelligente est devenue l'un des défis à court terme les plus importants pour les gouvernements locaux. C'est maintenant le bon moment pour poser cette question :

L'infrastructure télécom et l'architecture réseau sont-elles prêtes à relever tous les défis que les villes intelligentes veulent relever ?

Dans cette brochure, nous aborderons certains des sujets liés aux infrastructures qui devraient être en mesure de soutenir une ville intelligente cohérente, durable et fiable.



NUMÉRISÉ



AUTOMATISÉ



VILLE
INTELLIGENTE



©Getty images



©Proxyclick Visitor Management System

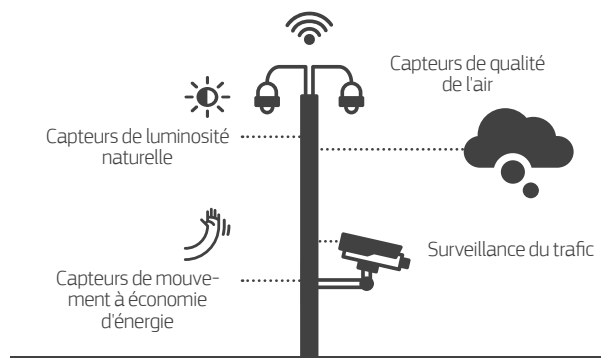
Infrastructure IoT

L'essor de l'Internet des objets (Internet of Things ou IoT) marque une transformation fondamentale.

Lorsque l'IoT est appliqué au concept de ville intelligente, il fait normalement référence à un réseau de capteurs et d'actionneurs connectés à un serveur centralisé ou un cloud qui collecte les données des capteurs et fournit des ordres aux actionneurs.



Le déploiement massif de ces appareils est essentiel pour faire de la vision de l'inter-connectivité une réalité. Cependant, ce flux de données nécessite une infrastructure de télécommunications puissante et fiable, capable de traiter le vaste volume d'informations tout en assurant une réactivité en temps réel.



Le projet IMAGINEXT, cofinancé par EIT Urban Mobility, pilote une solution Software as a Service basée sur l'IA pour mesurer la qualité de l'air à Lindau, en Allemagne. Des capteurs installés à Lindau évaluent les changements de la qualité de l'air avant et après la reconstruction des rues cyclables. ©EIT Urban Mobility

Le réseau de connectivité

Le déploiement et la normalisation de l'infrastructure des technologies de l'information et de la communication (TIC) constituent la fondation de l'écosystème de la ville intelligente. Cela implique une expansion stratégique des réseaux de télécommunications pour assurer une connectivité fiable et à haut débit, base d'une ville numérique.

Une connectivité et des infrastructures de télécommunications solides sont fondamentales pour les écosystèmes des villes intelligentes. Ils servent de canaux de communication pour le flux constant de données entre les capteurs, les appareils et les systèmes de gestion de la ville. Cet échange de données en temps réel est essentiel pour alimenter des applications telles que la gestion du trafic, l'optimisation de l'énergie et l'engagement des citoyens, ce qui permet en fin de compte d'obtenir un environnement urbain plus efficace, durable et vivable.

L'infrastructure urbaine d'aujourd'hui est un ensemble complexe de technologies qui travaillent ensemble pour gérer le flux de données sans cesse croissant d'une ville intelligente.



Les réseaux de fibre optique constituent l'épine dorsale d'une transmission de données fiable et à haut débit, tandis que le haut débit mobile comme la 4G et la 5G nous permet de rester connectés lors de nos déplacements. Les points d'accès Wi-Fi publics apparaissent dans les zones urbaines, et les technologies émergentes aident à connecter des appareils à faible consommation sur de longues distances.

Malgré ces progrès, des défis tels que le coût et l'accès à tout le monde demeurent. Les villes innovent et étendent leurs réseaux constamment pour répondre aux exigences croissantes d'un avenir urbain intelligent et axé sur les données.



La 5G joue un rôle clé dans la réalisation de la vision des villes intelligentes. Sa connectivité à haut débit et à faible latence prend en charge diverses applications telles que les véhicules autonomes ou les soins de santé à distance. Une infrastructure de télécommunications robuste garantit un réseau fluide pour gérer les échanges massifs de données essentiels à la transformation numérique et au fonctionnement efficace des villes intelligentes. Sans parler d'autres technologies IoT, tout aussi fiables, bien qu'avec une bande passante plus faible et une latence plus élevée, telles que LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) ou NB IoT (Narrowband Internet of Things).



Pylône de télécommunication ©Matthieu Rochette, Unsplash

Mobilier urbain

L'intégration de mobilier intelligents dans le paysage urbain apparaît comme une nouvelle façon de redéfinir la fonctionnalité et l'utilité. Qu'il s'agisse de bancs équipés de panneaux solaires intégrés ou de bornes de recharge équipées d'une connectivité Wi-Fi, ces innovations sont prêtes à accroître le confort des citoyens tout en servant de nœuds au sein du réseau IoT.

Cependant, leur efficacité dépend d'une connectivité fiable, ce qui nécessite l'expansion et l'optimisation des réseaux de télécommunications pour accueillir ces points de terminaison distribués.



Cardmapr aux Pays-Bas fournit une carte interactive qui montre l'emplacement des entreprises qui acceptent Visa et Mastercard. Les utilisateurs peuvent zoomer sur des zones spécifiques pour trouver, par exemple, des bornes de recharge adaptées aux cartes à proximité. ©Cardmapr, Unsplash

Le rôle des institutions publiques

La législation et le rôle des institutions publiques ne peuvent être sous-estimés dans l'orientation du développement des villes intelligentes.

Des cadres réglementaires clairs protègent le déploiement ordonné des réseaux de télécommunications, favorisent l'innovation et garantissent un accès équitable à la technologie.

Les institutions publiques, en particulier les gouvernements locaux, jouent un rôle clé dans la collaboration entre les parties prenantes et l'orchestration des initiatives.



©Albert Hu, Unsplash

Cybersécurité

La sécurité est une préoccupation majeure pour l'infrastructure des villes intelligentes. Avec un réseau complexe d'appareils et de flux de données interconnectés, il est impératif de garantir des mesures de cybersécurité robustes.

Les API ouvertes (interfaces de programmation d'applications)¹ servent de passerelle pour accéder aux données et les exploiter, favorisant ainsi l'innovation et l'interopérabilité.

¹ Kong Inc (2022, mai 23). The API Mandate: How a mythical memo from Jeff Bezos changed software forever konghq.com/blog/enterprise/api-mandate

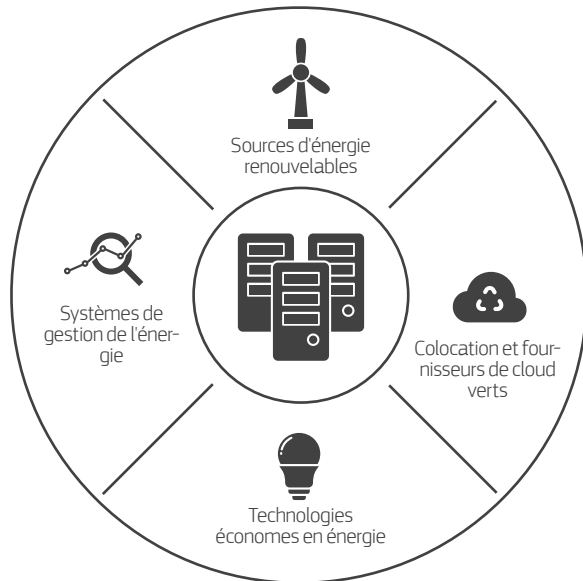


Caméra de sécurité à Francfort, Allemagne ©Justus Menke, Unsplash

Énergie

Les exigences énergétiques sont cruciales pour assurer la continuité des services et la durabilité dans les villes intelligentes.

Alors que la demande d'électricité augmente avec l'essor des appareils connectés, les solutions d'énergie renouvelable, telles que l'énergie solaire, panneaux intégrés à l'infrastructure, doivent être adoptés.



Durabilité

Bien que les réseaux de télécommunications soient essentiels au fonctionnement des villes intelligentes, leur impact environnemental ne peut être ignoré. Le vaste réseau de pylônes de téléphonie cellulaire et de centres de données contribue au paysage urbain, soulevant des inquiétudes quant à l'impact visuel.

De plus, l'agitation constante des appareils mobiles et des équipements de réseau génère des déchets électriques et électroniques (e-déchets), ce qui nécessite des stratégies et des programmes de recyclage appropriés. En outre, les discussions en cours sur les effets potentiels sur la santé des champs électromagnétiques (CEM) émis par ces réseaux doivent être abordées et communiquées aux citoyens en temps opportun et de manière responsable.

Pour promouvoir la durabilité, les villes et les entreprises de télécommunications explorent des solutions telles que des équipements de réseau économes en énergie, l'utilisation de sources d'énergie renouvelables et la mise en œuvre de pratiques de construction écologiques pour les centres de données.

Automatisation

L'automatisation des processus est en train de devenir la pierre angulaire de l'amélioration de l'efficacité et de l'efficacité des villes intelligentes. Qu'il s'agisse de systèmes de maintenance prédictive qui exploitent des algorithmes d'intelligence artificielle (IA) pour optimiser le cycle de vie des actifs ou de gestion automatisée des actifs, ces innovations rationalisent les opérations et les processus sans intervention. Cependant, le succès de cette automatisation dépend d'une infrastructure réseau fiable et bien entretenue qui facilite la communication instantanée entre les appareils et les systèmes de contrôle centraux.

À l'intersection de ces facteurs se trouvent les composantes essentielles à la réalisation des villes intelligentes.

En s'attaquant à ces défis et en saisissant les opportunités, les villes peuvent s'engager dans un voyage transformateur vers un avenir plus connecté, plus efficace et plus habitable pour tous.

Pourquoi l'infrastructure télécom est-elle essentielle pour les villes intelligentes ?



L'infrastructure de télécommunications est capable de gérer le volume considérable d'informations tout en assurant une réactivité en temps réel.



La 5G est essentielle pour sa connectivité à haut débit et à faible latence, ce qui la rend compatible avec diverses applications.



Des innovations telles que des stations équipées du Wi-Fi augmentent le confort des citoyens tout en servant de nœuds au sein du réseau IoT.



La gestion des méga-données et des capteurs est essentielle pour réduire la criminalité et le temps d'intervention d'urgence.



La demande d'électricité augmente avec l'essor des appareils connectés et des solutions d'énergie renouvelable.



L'automatisation des processus est en train de devenir la pierre angulaire de l'amélioration de l'efficacité et de l'efficacité des villes intelligentes.



Le déploiement de la fibre optique, devient indispensable. La fibre optique constitue l'épine dorsale d'une transmission de données fiable et à haut débit.



La législation et le rôle des institutions publiques sont essentiels pour créer des cadres réglementaires qui protègent le déploiement des réseaux de télécommunications.



CONTEXTE URBAIN

Le bâtiment Pixel, conçu par studio505, est le premier immeuble de bureaux neutre en carbone d'Australie, avec une note parfaite de 105 Greenstar. Le bâtiment dispose d'un système avancé de traitement de l'eau, d'une façade colorée avec des jardinières intégrées, des persiennes d'ombrage, des fenêtres à double vitrage et des panneaux solaires. Pixel sert de vitrine de la conception durable et vise à établir de nouvelles normes environnementales, évaluées par les systèmes d'évaluation Greenstar, LEED et BREEAM. ©John Gollings

Contexte urbain

Chaque jour, de plus en plus de personnes déménagent pour vivre dans une ville. L'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) prévoit que d'ici 2050, la population mondiale atteindra neuf milliards d'habitants, dont 70 % vivront dans des centres urbains. Cela signifie un grand défi au niveau mondial qui implique des problèmes tels que le manque de ressources rares comme l'eau ou l'énergie et la croissance démographique, entre autres.

Pour relever ce défi, les villes peuvent exploiter le potentiel des technologies des villes intelligentes de deux points de vue. D'une part, reconnaître que les technologies de l'information et de la communication (TIC) et leur infrastructure font partie du domaine de la ville et doivent être efficaces, fiables et durables. D'autre part, l'exploitation du potentiel des technologies TIC peut aider les villes à atteindre leurs objectifs en matière de climat et d'environnement en fournissant des services nouveaux et innovants.

À cette fin, les technologies de l'information et de la communication (TIC) peuvent être utilisées pour soutenir une gestion efficaces et durables des villes, avec pour objectifs de réduire la consommation d'énergie, de réduire les émissions de CO₂ et d'augmenter le bien-être des citoyens.



Les villes intelligentes sont confrontées à une demande énergétique croissante en raison du déploiement massif d'appareils IoT et d'infrastructures de télécommunications associées. Le déploiement durable de l'infrastructure TIC est un défi majeur, c'est pourquoi les villes intelligentes adoptent des solutions innovantes pour optimiser la consommation d'énergie ainsi que la mise en œuvre de réseaux intelligents, de bâtiments économes en énergie et d'infrastructures de comptage avancées pour permettre une meilleure gestion de l'énergie.

Un bon exemple est le bâtiment Pixel à Melbourne, en Australie. Ce bâtiment est capable de générer son énergie grâce aux panneaux solaires installés sur son toit. Il produit et stocke également l'eau qu'il utilise².



La collaboration entre divers secteurs, notamment la mobilité, les télécommunications et les infrastructures énergétiques, joue un rôle clé pour faire face aux complexités et assurer le développement durable des infrastructures au niveau local. L'interdépendance des infrastructures de télécommunications intelligentes et d'énergie met en évidence la nécessité d'une approche collaborative entre les organisations privées et publiques pour gérer efficacement cet écosystème difficile³.

² Green Source Magazine. (2012). Pixel Perfect. www.studio505.com.au/uploads/media/downloads/1093_120801_Green_Source_Magazine_Pixel_Perfect_spread_sm.pdf

³ Estrada, A. (2023, March 3). Hybrico Presentation. Automate Winter Camp, Seville, Espagne.

De cette façon, les gouvernements fournissent un cadre réglementaire qui encourage l'investissement dans des solutions d'énergie et de mobilité durables, tandis que les organisations privées apportent leur expertise dans le déploiement de technologies innovantes. Ensemble, ils créent un environnement propice au développement de réseaux énergétiques intelligents et de systèmes de mobilité intelligents tels que la gestion du trafic, la mobilité en tant que service (MaaS), les taxes de congestion, etc.

Un concept émergent est celui des solutions d'infrastructure énergétique proposées sous forme de services (EaaS). Cette approche implique des fournisseurs tiers proposant des solutions énergétiques adaptées aux besoins spécifiques des réseaux de télécommunications des villes intelligentes. Les entreprises d'infrastructures énergétiques spécialisées peuvent s'associer à des opérateurs de télécommunications pour proposer des solutions énergétiques durables spécifiques au site. Ces modèles orientés services garantissent une utilisation efficace de l'énergie.






Le déploiement de nouvelles infrastructures 5G est un autre aspect essentiel à prendre en compte dans le contexte des villes intelligentes, compte tenu de l'augmentation du trafic utilisateur due à une population croissante et au nombre croissant d'applications et d'appareils connectés.



L'écosystème des parties prenantes de l'infrastructure TIC dans les villes

Les villes du monde entier sont des plaques tournantes d'échange d'informations, alimentées par un réseau complexe d'acteurs des télécommunications. Cet écosystème transcende les frontières, mais au sein de chaque ville et de chaque pays, différentes parties prenantes soutiennent le développement des infrastructures de TIC et de télécommunications pour des villes plus intelligentes et plus résilientes.

Les principaux acteurs et leurs rôles sont décrits dans le tableau ci-dessous :

Rôle clé	Parties prenantes
 <p>Construire l'infrastructure</p>	<p>Fournisseurs de réseaux de télécommunications (FRT) : Ils construisent, entretiennent et exploitent l'infrastructure physique – les câbles, les pylônes et les centres de données qui transportent l'information à travers la ville. (Deutsche Telekom, Telefonica, AT&T, etc.)</p> <p>Opérateurs de réseaux mobiles (ORM) : Les ORM louent l'accès à l'infrastructure physique des FRT et l'utilisent pour fournir des services de réseau mobile aux utilisateurs finaux (particuliers et entreprises) – appels vocaux, messages texte et accès aux données mobiles. Les ORM vendent des forfaits de téléphonie mobile, des forfaits de données et d'autres services mobiles directement aux consommateurs.</p> <p>Tower Companies (TowerCos) : Ces spécialistes se concentrent sur les sites cellulaires et les pylônes, louant des espaces à plusieurs ORM. Cela favorise une couverture réseau plus large et favorise la concurrence entre les fournisseurs de services, un concept repris dans la volonté de l'Union européenne (UE) d'instaurer un marché numérique unifié.</p>

Rôle clé	Parties prenantes
 <p data-bbox="309 440 524 496">Réglementation et politique</p>	<p data-bbox="613 440 1491 592">Organismes nationaux de réglementation : Chaque pays a ses propres organismes de réglementation, qui garantissent une concurrence équitable et l'attribution du spectre – la ressource invisible pour les communications sans fil. L'UE joue un rôle de force directrice, en élaborant les réglementations pour une approche européenne unifiée.</p> <p data-bbox="613 603 1507 791">Villes : Les gouvernements locaux jouent un rôle crucial. Ils élaborent des règlements pour l'emplacement des pylônes et le développement des infrastructures, en trouvant un équilibre entre connectivité et esthétique. À l'instar de certaines villes européennes, elles peuvent également s'associer à des entreprises privées pour étendre l'accès au haut débit ou lancer des initiatives innovantes de « ville intelligente ».</p>
 <p data-bbox="309 831 568 855">Fourniture de services</p>	<p data-bbox="613 831 1498 951">Fournisseurs de contenu et de services : Ces entreprises offrent les services que nous utilisons tous les jours : accès à Internet, plateformes de diffusion en continu comme Netflix, applications mobiles et médias sociaux. Ils stimulent la demande de capacité de réseau et contribuent à l'écosystème numérique global.</p>
 <p data-bbox="309 994 490 1050">Innovation et développement</p>	<p data-bbox="613 994 1498 1145">Fabricants d'appareils : Ces entreprises conçoivent et produisent le matériel qui nous connecte au réseau – smartphones, tablettes, ordinateurs et équipements de réseau. Ils jouent un rôle essentiel dans la stimulation de l'innovation et la garantie d'une expérience utilisateur transparente. [Ericsson (Suède) et Nokia (Finlande)].</p> <p data-bbox="613 1157 1480 1313">Institutions de recherche : Les institutions de recherche du monde entier sont à l'avant-garde du développement des technologies de télécommunications. Ils se concentrent sur des domaines tels que l'augmentation de la capacité du réseau, l'efficacité et la pérennité de l'infrastructure pour les technologies émergentes comme la 5G et au-delà.</p>

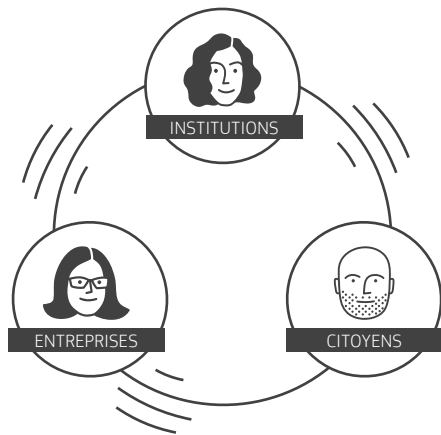
Rôle clé	Parties prenantes
 <p data-bbox="309 440 488 464">Les utilisateurs</p>	<p data-bbox="613 440 1473 560">Résidents : Les personnes vivant dans la ville sont les utilisateurs finaux. Ils s'appuient sur le réseau pour la communication, l'accès à Internet et les services en ligne, façonnant la demande globale et influençant l'orientation de l'écosystème.</p> <p data-bbox="613 571 1460 691">Entreprises : Les entreprises sont de grands consommateurs, utilisant des réseaux pour la communication, les opérations, les plateformes en ligne et les applications basées sur le cloud. Ils sont un moteur important du trafic de données et contribuent à la viabilité économique de l'écosystème.</p> <p data-bbox="613 702 1503 821">Établissements d'enseignement : Les écoles et les universités ont besoin de connexions fiables pour l'apprentissage, la recherche et les plateformes d'éducation en ligne. Ils jouent un rôle crucial dans le développement des futures générations d'utilisateurs et d'innovateurs au sein de l'écosystème.</p> <p data-bbox="613 833 1480 952">Services d'urgence : les services d'incendie, la police et d'autres premiers intervenants s'appuient sur le réseau pour les communications essentielles. Un réseau sécurisé et fiable assure une intervention efficace en cas d'urgence et protège la sécurité publique.</p>
 <p data-bbox="309 999 506 1054">Acteurs supplémentaires</p>	<p data-bbox="613 999 1503 1118">Investisseurs en infrastructures : Les sociétés d'investissement et les fonds de pension peuvent jouer un rôle important en finançant le développement et la maintenance du réseau physique. Leur soutien est crucial pour la croissance et la modernisation des infrastructures.</p> <p data-bbox="613 1129 1491 1249">Groupes de défense des consommateurs : Ces groupes défendent la vie privée des utilisateurs, un accès équitable à Internet et des prix abordables. Ils veillent à ce que les intérêts des consommateurs soient représentés et contribuent à un écosystème équilibré.</p>

Le succès de l'écosystème des télécommunications d'une ville dépend d'une collaboration efficace.

En travaillant ensemble, les parties prenantes peuvent relever des défis clés tels que la réduction de la fracture numérique, l'investissement dans les technologies futures, la garantie de la cybersécurité et développement des initiatives de villes intelligentes.



Cet effort de collaboration garantira un réseau solide et à l'épreuve du temps qui permettra aux citoyens, aux entreprises et aux institutions de prospérer à l'ère numérique, reflétant la nature interconnectée de notre monde globalisé.



©Amelie Mourichon, Unsplash



©Fortytwo, Unsplash



Découvrir la capacité des appareils électroménagers de manière ludique lors d'ateliers à Oud-Heverlee, en Belgique. ©Leen Peeters, Think E



Capteurs IMAGINEXT installés à Lindau, Allemagne ©EIT Urban Mobility

Caractéristiques techniques

Réseau 5G dans les villes

La technologie 5G apporte un nouveau défi aux autorités locales par rapport à la version précédente des protocoles de communication mobile 4G, 3G, 2G. Elle affecte la gestion des infrastructures de télécommunications (telco) et a également un impact sur les perspectives de l'administration municipale.

La 5G est la cinquième évolution de la technologie des réseaux sans fil, avec plusieurs caractéristiques déterminantes, notamment une bande passante élevée, des débits de données rapides, une connectivité étendue, une couverture étendue et une faible latence (la faible latence décrit un réseau informatique optimisé pour traiter un très grand volume de messages de données avec un délai minimal)⁴.

La façon dont cette technologie fournit ces fonctionnalités avancées est de se rapprocher de l'utilisateur final. Il s'agit d'un compromis entre les performances et la couverture ou la portée des antennes.

Cela se traduit par un besoin de densifier le réseau physique, ce qui signifie qu'un plus grand nombre de pylônes couvrent la même zone et que ces pylônes doivent être alimentées et provisionnées avec une connexion par fibre, ce qui est le seul moyen de fournir la bande passante et les niveaux de latence que la 5G peut fournir. D'une part, nous avons une demande plus élevée pour les emplacements de pylônes et la « fibration » de ces pylônes (tirer la fibre en souterrain pour alimenter les pylônes.

En plus d'être exigeante pour atteindre la couverture extérieure, la technologie 5G est également très exigeante en termes d'infrastructure pour la couverture intérieure des grands bâtiments. Les opérateurs doivent déployer davantage d'antennes intérieures et les entreprises d'infrastructure doivent fournir plus d'emplacements. Ce nouveau paradigme a accéléré la nécessité pour les municipalités de gérer et de budgétiser leurs infrastructures adaptées aux opérateurs télécoms.

Mais comment déployer une infrastructure 5G dans un paysage urbain sans compromettre la durabilité et l'impact visuel ?

Pour ce faire, les villes doivent mettre en œuvre des réglementations de zonage qui guident l'emplacement de l'infrastructure 5G de manière à minimiser l'impact visuel, en tenant compte de facteurs tels que la distance par rapport aux zones résidentielles, aux espaces communautaires et aux monuments historiques.



Voici plusieurs considérations pour atteindre cet équilibre :



Utilisation de petites cellules et de micro-infrastructures pour le déploiement de la 5G, car ces appareils plus petits et moins intrusifs peuvent être intégrés dans le mobilier urbain existant, tels que des lampadaires, des feux de circulation ou des bâtiments, réduisant ainsi la nécessité d'installer de grands pylônes.



Les conceptions camouflées encouragent le développement d'une infrastructure esthétiquement agréable et visuellement subtile.

Concevoir des équipements 5G pour qu'ils se fondent dans l'environnement, ressemblent à des éléments urbains courants ou utilisent des matériaux qui s'harmonisent avec l'environnement.



L'infrastructure partagée est également essentielle, avec la collaboration entre les fournisseurs de services publics ou d'autres entreprises de télécommunications pour partager l'infrastructure existante, comme les poteaux électriques ou les bâtiments pour l'installation d'équipements 5G.

⁴ Informatica. What is Low Latency? www.informatica.com/services-and-training/glossary-of-terms/low-latency-definition.html

Mais comment tester des solutions innovantes au sein des villes avant de passer à l'échelle réelle ? La création de dispositifs d'expérimentation réglementaire ou de pilotes pourrait être une solution.

Parmi les exemples d'initiatives en Europe, citons la création d'un banc d'essai 5G à Dublin ou le projet Smart Urban Spaces à Madrid.

Étude de cas sur le banc d'essai 5G des Docklands de Dublin⁵

L'étude de cas de Dublin a consisté en la création d'un banc d'essai 5G à la pointe de la technologie dans les Docklands. 20 petites cellules extérieures ont été montées sur du mobilier urbain tel que des poteaux et des colonnes d'éclairage routier, et 10 petites cellules intérieures dans des endroits tels que le bâtiment CHQ.

Les défis rencontrés étaient l'accès à l'électricité, les liaisons terrestres (fibre) et les politiques de planification. De plus, il a été nécessaire de se coordonner avec des tiers tels qu'ESB Networks et Novegen. La densité de réseau qui sera nécessaire à l'avenir est immense, et les modèles de déploiement de petites cellules tels que les hôtes neutres seront essentiels pour réduire la pollution visuelle et l'encombrement urbain. Le banc d'essai continue d'éclairer les plans de connectivité du conseil.

⁵ Smart Docklands. (2024). Docklands 5G-Testbed smartdocklands.ie/projects/docklands-5g-testbed/

Étude de cas sur les espaces urbains intelligents à Madrid⁶:

Madrid se concentre sur la création d'espaces publics intelligents grâce à la technologie.

Cela comprend l'utilisation de capteurs et de technologies numériques pour des caractéristiques adaptatives telles que l'éclairage et l'irrigation, les places de parking, le traitement des déchets, la surveillance des espaces verts et des parcs, la surveillance de la biodiversité et de la qualité de l'air, la promotion de zones favorables aux piétons ou l'interaction avec les citoyens par le biais d'applications.

⁶ Smart Urban Spaces. Présentation des Smart Urban Spaces iotmadlab.es/wp-content/uploads/2023/11/Smart-Urban-Spaces-Presentation.pdf



Poubelles intelligentes @tetuan30dias



Service en cabine ©CabinPaq

Déploiement massif de l'loT

Composants de base de l'infrastructure

Les réseaux IoT, qui englobent un ensemble de capteurs et d'appareils interconnectés en tant qu'actionneurs et nœuds de réseau, constituent l'infrastructure vitale d'une ville intelligente.

Les capteurs collectent et transmettent des données en temps réel de l'environnement, par exemple un capteur de température – ou un thermomètre connecté – fournissant la température de l'air avec une certaine périodicité ou envoyant un message d'alerte en cas de dépassement d'un certain seuil – inférieure à 4 °C – pour avertir de la possibilité de verglas sur la chaussée.

Quelques capteurs couramment utilisés dans un projet de Smart City sont ceux liés aux conditions environnementales, comme la météo – la pluie, le vent, la température, l'humidité, la pression atmosphérique, la qualité de l'air et de l'eau, ou le contrôle de la circulation – pour prévenir ou gérer les embouteillages – bien qu'il puisse y en avoir beaucoup plus selon les services que l'on souhaite fournir.



Les actionneurs sont les éléments du réseau IoT qui peuvent recevoir des commandes d'un autre appareil ou du serveur central et effectuer des actions.

Un actionneur est généralement équipé d'un moteur électrique ou d'un relais et peut ouvrir et fermer des vannes, pour contrôler le débit d'eau ou de gaz dans les tuyaux, ou démarrer et arrêter des circuits électriques, qui peuvent être utilisés pour allumer et éteindre les lumières, contrôler le trafic en optimisant la synchronisation des feux de circulation et à bien d'autres fins différentes.

Un autre élément du réseau IoT est les nœuds de réseau. Les nœuds fournissent une couverture sans fil aux capteurs et aux actionneurs répartis dans la ville et sont physiquement connectés à un réseau privé ou public qui permet aux données d'entrer et de sortir du serveur ou du cloud. Le meilleur exemple de réseau public est Internet.



Station météo reliée à un lampadaire au Burkina ©Yoda Adaman, Unsplash

Un nœud de réseau est conceptuellement très similaire à un routeur Wi-Fi domestique, à une extrémité, il est connecté à Internet et à l'autre, il fournit une connexion sans fil aux appareils électroniques.

À l'autre extrémité du réseau, par rapport aux capteurs et aux actionneurs, se trouve le serveur ou le cloud. Cet élément rassemble les mesures du capteur, exécute des applications et émet des commandes aux actionneurs en fonction de ces mesures et de sa programmation.

L'IoT, comme la 5G, prétend occuper son propre espace dans les villes. Les capteurs, les actionneurs et les nœuds du réseau IoT sont généralement de petite taille, mais en grand nombre – un grand projet de ville intelligente peut impliquer plusieurs milliers de ces appareils – et doivent être placés à des endroits spécifiques. L'automatisation du déploiement massif d'appareils IoT implique un flux de travail de bout en bout englobant l'achat, la logistique, la configuration, l'installation, la mise en service, le suivi des relevés, les alertes, le déclenchement d'actions et l'audit des défauts des appareils eux-mêmes. La rationalisation de ces processus améliore l'efficacité et garantit un déploiement rapide et efficace de l'infrastructure IoT⁷.



⁷ Atrebo. (2022, February 16). Use Case: IoT Massive Deployment and Assets Monitoring. www.atrebo.com/en/use-case-iot-asset-monitoring/

Fonctionnalités

L'un des aspects clés du déploiement de l'IoT est la capacité à anticiper les incidents et les événements. En combinant des capteurs avec des algorithmes prédictifs, les villes intelligentes peuvent détecter des modèles et des anomalies. La présence de la détection d'effraction, basée sur les données des capteurs et la reconnaissance des formes, garantit la sûreté et la sécurité publiques.

À titre d'exemple, à Jaipur (Inde), afin d'améliorer la qualité des services municipaux pour en faire une ville plus intelligente et plus sûre, une solution d'éclairage public intelligent a été mise en œuvre qui comprend des capteurs de mouvement primés et des contrôleurs sans fil capables d'ajuster les niveaux de luminosité des lampadaires en fonction de la présence humaine en temps réel⁸.

D'autre part, la mobilité durable ou intelligente est un autre des fondements de la ville intelligente. Que ce soit en raison de la forte densité de population que de nombreuses villes commencent à accumuler ou pour optimiser les ressources, la connexion des appareils électroniques à l'Internet des objets (IoT) permet la création d'une infrastructure intelligente.

L'application de la mobilité intelligente de haute technologie est la recherche de solutions telles que des systèmes intelligents de contrôle des piétons, des pistes cyclables, des conditions météorologiques spécifiques, des bornes de recharge, le contrôle de la capacité de stationnement, le contrôle du trafic et la saturation touristique. Grâce à cette technologie, les vélos sont connectés en envoyant des données de localisation et de vitesse en temps réel, ce qui permet une gestion plus efficace du trafic, en ajustant les feux de circulation pour assurer des itinéraires fluides et sûrs.

En outre, l'IoT peut également assurer la sécurité des piétons en détectant qu'un piéton essaie de traverser la route alors qu'il ne devrait pas avertir à la fois le piéton et le conducteur, réduisant ainsi le risque d'accident.

Un autre aspect important à prendre en compte est le transport public. L'une des applications de l'IoT est la signalisation d'informations en temps réel. Aujourd'hui, les passagers peuvent recevoir des mises à jour précises et en temps réel sur l'arrivée et le départ des services de transport public. Cela permet aux voyageurs de mieux planifier leurs trajets et de réduire le temps d'attente. Cependant, l'électromobilité est l'aspect le plus crucial de la mobilité durable, car elle joue un rôle central dans la transformation vers des villes plus intelligentes et plus durables.

L'introduction de véhicules électriques (VE) et l'infrastructure de recharge associée contribuent à réduire la pollution atmosphérique et à diminuer la dépendance aux combustibles fossiles.

Cette nouvelle infrastructure, qui gagne en popularité sur le marché des véhicules électriques, nécessite également de l'espace dans les villes. Les bornes de recharge publiques pour véhicules électriques, comme la 5G, nécessitent un espace spécifique pour leur emplacement, sur le trottoir ou dans un parking, et ils doivent également être alimentés en électricité. Les bornes de recharge sont dispersées géographiquement, ce qui rend la gestion sur site difficile et coûteuse. L'IoT permet de surveiller et de gérer les opérations à distance et de résoudre rapidement les problèmes en fournissant des informations en temps réel sur l'utilisation et les performances des appareils, y compris la disponibilité des chargeurs, la surveillance des pannes et le dépannage.



À Jaipur, en Inde, des lampadaires intelligents dotés de capteurs de mouvement et de contrôleurs sans fil ajustent la luminosité en temps réel en fonction de la présence humaine, améliorant ainsi les services municipaux et la sécurité. ©tvilight.com

⁸ TVILIGHT. Größtes sensorbasiertes Projekt für intelligente Straßenbeleuchtung in Indien. tvilight.com/case-study/largest-sensor-based-smart-lighting-project-in-india/

API ouverte

La mise en œuvre d'une API ouverte dans les villes intelligentes présente un large éventail de possibilités, offrant aux développeurs et aux parties prenantes une porte d'entrée pour créer des solutions innovantes. Une API ouverte, comme son nom l'indique, est une interface de programmation d'application librement (publiquement) disponible, qui permet aux développeurs d'avoir un droit d'accès au code d'un système propriétaire⁹. L'API ouverte ouvre la voie à l'innovation.

Par exemple, les futurs lampadaires basés sur l'API ouverte adapteront la couleur de la trajectoire d'un véhicule d'urgence, de sorte que la circulation devant le véhicule puisse commencer à se dégager avant d'entendre la sirène du véhicule d'urgence. Un autre exemple est le couplage de lampadaires intelligents et de bornes de recharge pour véhicules électriques, qui peuvent aider à réagir automatiquement pour réduire les pics de charge et protéger le réseau contre l'effondrement.



Les applications API ouverte servent de plaque tournante pour une communication transparente entre divers systèmes et services dans les environnements urbains. Cette interface standardisée facilite l'échange de données et de fonctionnalités entre les différentes plateformes, permettant ainsi le développement de nouvelles applications pour divers services urbains.

Grâce à l'API ouverte, les villes peuvent tirer parti de l'expertise collective des développeurs et des organisations pour créer des applications personnalisées, optimiser les opérations urbaines et améliorer l'expérience des citoyens. Cet écosystème collaboratif permet aux villes intelligentes d'être agiles, évolutives et adaptables, ce qui leur permet de répondre de manière dynamique à l'évolution des besoins et aux avancées technologiques.



Pour en savoir plus : Smart Cities Marketplace [Solution Booklet Electric Vehicles and the Grid](#)

FIWARE¹⁰ est l'un des principaux exemples d'API ouvertes et joue un rôle clé dans l'avenir des solutions intelligentes. En tant qu'initiative, FIWARE¹¹, en collaboration avec ses membres et partenaires, favorise l'établissement de normes ouvertes critiques et leur mise en œuvre ultérieure sous la forme de logiciels open source. Cette initiative collaborative a été conçue pour rationaliser le développement de solutions intelligentes portables et interopérables, réduisant ainsi le délai de mise sur le marché, la complexité et les coûts.

L'un des principaux objectifs de FIWARE est d'éviter la dépendance vis-à-vis d'un fournisseur. En prônant des normes ouvertes, FIWARE promeut un environnement dans lequel l'innovation prospère sans dépendre d'un seul fournisseur. Cette approche réduit le risque d'être lié à des technologies propriétaires, assurant ainsi une saine concurrence entre les fournisseurs de solutions.

⁹ Humanes, D. (2023, 3. März). Atrebo Präsentation. Automate Winter Camp, Sevilla, Spanien.

¹⁰ FIWARE Foundation. (2023, October 19). FIWARE – Open APIs for Open Minds. www.fiware.org

¹¹ Projects Story. (2017, Marh 30). FIWARE – a European success story. digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/fiware-european-success-story

Connectivité télécom : déploiement massif de la fibre

La connectivité des télécommunications, en particulier à l'aide de réseaux de fibres optiques, est l'épine dorsale d'une gestion efficace des technologies de l'information et des communications dans les villes intelligentes.

La fibre optique offre une capacité de transmission de données inégalée, offrant une connectivité inter-réseau fiable et à haut débit, essentielle pour diverses applications de villes intelligentes. Pour faciliter cette opération, une collaboration étroite entre les administrations locales, les régulateurs, les gouvernements et les entreprises de télécommunications est essentielle. De cette façon, les villes, les districts et les quartiers peuvent bénéficier de tous les avantages du déploiement de la fibre pour les infrastructures des villes intelligentes.

Grâce à sa capacité à gérer de grandes quantités de données à des vitesses fulgurantes, la fibre optique prend en charge l'infrastructure nécessaire pour ux dispositifs IoT, aux capteurs intelligents et aux services à forte intensité de données.



Le déploiement massif de la fibre optique pour la connectivité généralisée des télécommunications indique un déploiement étendu des câbles à fibre optique pour étendre l'accès à Internet à haut débit. Cette expansion stratégique de l'infrastructure implique la mise en place de vastes réseaux de câbles à fibre optique dans les régions, les villes et les zones rurales.



Equipement de télécommunication par fibre optique en rack ©Kirill Sh, Unsplash

Cybersécurité

La sécurité au sein de l'infrastructure de télécommunications des villes intelligentes, en particulier lors de l'intégration de la technologie Web3¹² et de la blockchain¹³ est essentielle pour assurer une protection solide contre les cybermenaces. Le Web3, avec sa nature décentralisée, et la blockchain, connue pour son registre immuable et transparent, offrent des mesures de sécurité renforcées.

La mise en œuvre de la blockchain dans les infrastructures de télécommunications améliore l'intégrité des données, empêchant ainsi toute altération ou manipulation non autorisée.



Malgré sa popularité croissante, la crypto-monnaie la plus populaire au monde est controversée, notamment en raison de la grande quantité d'énergie requise. Une comparaison réalisée par Visual Capitalist montre qu'elle consomme beaucoup plus d'énergie que certaines des plus grandes entreprises technologiques du monde.

L'utilisation de réseaux décentralisés dans le Web3 réduit le risque de points de défaillance uniques, améliorant ainsi la résilience des systèmes de communication des villes intelligentes contre les attaques potentielles.

¹² [Amazon Web Services \(2024\). Amazon Web Services. What is Web3?](https://www.amazon.com/what-is/web3/?nc1=h_ls) www.amazon.com/what-is/web3/?nc1=h_ls

¹³ [Telefónica What is Blockchain and what is this technology for?](https://www.telefonica.com/en/communication-room/blog/what-is-blockchain-and-what-is-this-technology-for) www.telefonica.com/en/communication-room/blog/what-is-blockchain-and-what-is-this-technology-for

De cette façon, les technologies interconnectées telles que les drones, les véhicules autonomes, les appareils énergétiques, les robots ou les bornes de recharge pour véhicules électriques, qui établissent une connectivité sécurisée entre les diverses plateformes de fournisseurs, sont devenues une préoccupation majeure.

Les services centralisés basés sur le cloud offrent une solution pratique pour gérer de grandes quantités de données. Cependant, ce scénario pose la question de la propriété et de la gestion des clés de chiffrement. Il devient crucial de déterminer qui possède les clés de base pour crypter les données.

En revanche, les technologies de communication sécurisées décentralisées offrent un paradigme différent pour sécuriser des collaborations complexes impliquant de nombreuses parties prenantes. Ces technologies permettent la création de réseaux cryptés dans lesquels chaque participant possède et gère ses clés de cryptage et ses protocoles de sécurité. Cette approche favorise la transparence et définit des lignes de responsabilité claires en matière de sécurité des données. Chaque partie prenante assume la responsabilité du cryptage et de la protection de ses données, ce qui élimine les incertitudes de propriété et garantit un degré de confiance plus élevé entre les partenaires.¹⁴

¹⁴ Mikityuk, A.K. (2023, September 21). Tower Automation Alliance member Staex talk about smart cities. Automate Smart Cities Camp, Madrid, Espagne. www.youtube.com/watch?v=QWBIXSBqdUE



Les technologies de communication sécurisées décentralisées favorisent la transparence et la confiance en permettant aux parties prenantes de gérer leurs propres clés de cryptage et protocoles de sécurité, garantissant ainsi une responsabilité claire en matière de sécurité des données. Au-dessus de ©Paul Hanaoka, Unsplash, Au-dessous de ©David Dvoracek, Unsplash

L'application de technologies de communication décentralisées et sécurisées dans cet écosystème varié garantit que la sécurité des données ne dépend pas d'une seule entité. Au lieu de cela, il répartit la responsabilité entre plusieurs nœuds, réduisant ainsi le risque d'un point de défaillance unique et de violations de données potentielles. En outre, ces technologies encouragent un sentiment d'appartenance parmi les parties prenantes, en favorisant des mesures proactives pour maintenir l'intégrité et la sécurité des données.

Le cas de Tallinn (Estonie) est un bon exemple de l'utilisation de ces technologies. Environ 99 % des services publics sont numérisés. Grâce à la technologie blockchain, toutes les communications avec l'administration peuvent se faire par le biais d'un appareil électronique. Selon les études officielles, elle permet d'économiser 2 % du PIB national, soit l'équivalent de 1 400 années de travail effectif¹⁵.



¹⁵ Priit Martinson, (2019). Estonia – the Digital Republic Secured by Blockchain. www.pwc.com/gx/en/services/legal/tech/assets/estonia-the-digital-republic-secured-by-blockchain.pdf

Pour la technologie IoT, il est important de noter que les données collectées par les appareils IoT (données atmosphériques, la qualité de l'air, la pollution de l'eau, l'état des feux de signalisation, etc.) ne sont pas considérées comme des « données personnelles » au sens de la loi sur la protection des données et sont conformes au règlement européen, en particulier au règlement (UE) 2018/1725¹⁶ fixant les règles applicables au traitement des données à caractère personnel. Si certains appareils collectent des données personnelles, celles-ci doivent être traitées conformément aux dispositions du règlement précité.



¹⁶ European Commission. Data Protection in the EU. commission.europa.eu/law/law-topic/data-protection/data-protection-eu_en



Tallin, Estonie ©Ilya Orehov

Infrastructures critiques

L'Union européenne classe les infrastructures de télécommunications dans la catégorie des infrastructures critiques¹⁷. « Les infrastructures critiques sont l'ensemble des systèmes, des réseaux et des travaux publics qu'un gouvernement considère comme essentiels à son fonctionnement et à la sécurité de ses citoyens. Il devient de plus en plus important de les protéger, car les acteurs malveillants ciblent de plus en plus les infrastructures critiques. »¹⁸

De plus, les capteurs IoT fournissent des données en temps réel pour la détection des menaces et l'activation d'une sécurité automatisée, améliorant considérablement la sécurité globale.

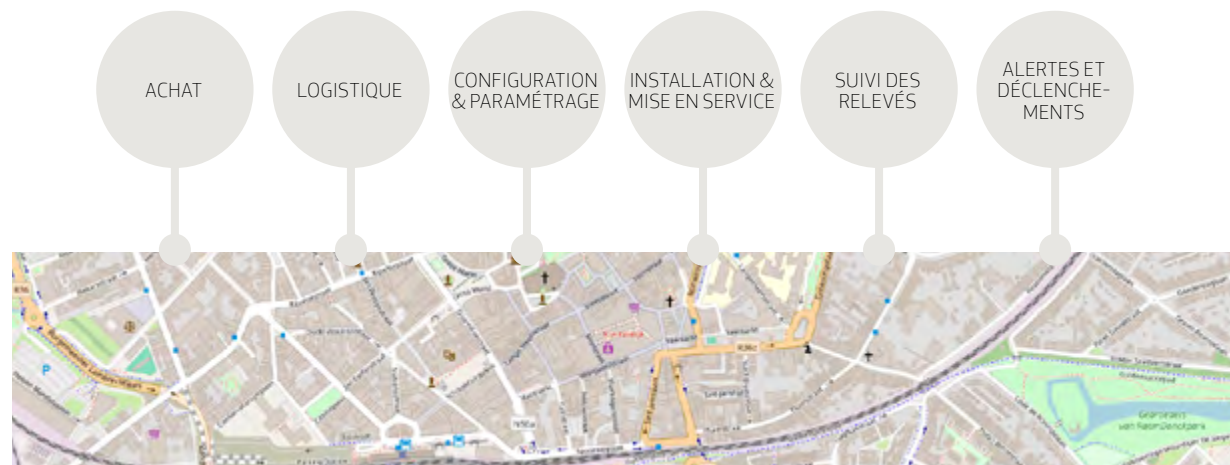
Grâce à l'IoT, les villes peuvent améliorer la distribution de l'énergie, optimiser la gestion des déchets, renforcer la sécurité et même améliorer la qualité de l'air. C'est pourquoi il est important de maintenir un réseau IoT massif sur une vaste zone avec des types de capteurs multiples et diversifiés, tels que ceux mesurant la qualité de l'air et de l'eau.

Tous ces capteurs nécessitent un entretien régulier et le remplacement des filtres pour s'assurer que les lectures qu'ils fournissent sont précises.

Un ERP¹⁹ spécialisé pour la gestion opérationnelle des capteurs et de leur réseau peut réduire le coût d'exploitation et maximiser la disponibilité de l'ensemble du système et, pour que celui-ci fonctionne correctement, il doit être regroupé dans une plate-forme centralisée et à source unique de vérité.

L'UE considère que les infrastructures de télécommunications sont essentielles au fonctionnement de l'État et à la sécurité des citoyens, soulignant la nécessité de les protéger contre les menaces croissantes.

¹⁹ SAP. What is ERP? – www.sap.com/uk/products/erp/what-is-erp.html



Étapes de l'automatisation du déploiement massif de l'IoT. Atrebo. (16 février 2022). Use Case: IoT Massive Deployment and Assets Monitoring. Pour aller plus loin : atrebo.com/en/use-case-iot-asset-monitoring

¹⁷ Joint Research Centre. Critical infrastructure protection. European Commission. joint-research-centre.ec.europa.eu/scientific-activities-z/critical-infrastructure-protection_en

¹⁸ Wright, G (August, 2023). Critical Infrastructure. Tech Target www.techuk.org/resource/natsec2023-genetec-20jan23.html

Voici les étapes d'une automatisation massive du déploiement de l'IoT :

- Achat et logistique des conceptions IoT : Rechercher des fournisseurs IoT fiables, définir des descriptions techniques précises, afin de créer et de gérer idéalement une place de marché avec ces fournisseurs comprenant :
 - ↳ Liste des capteurs
 - ↳ Prix
 - ↳ Un processus de commande régulier et rapide avec suivi
- Logistique, si possible liée à un mécanisme de génération automatique d'inventaire comprenant les fonctionnalités suivantes :
 - ↳ Les bons de livraison sont vérifiés via un scanner (QR).
 - ↳ Libération automatique du paiement au fournisseur après vérification.
 - ✓ Gestion des stocks de l'entrepôt (entrants et sortants), internes et externes.
 - ↳ Éléments d'inventaire créés à la réception des livraisons, capturant toutes les informations pertinentes associées à chaque actif IoT :
 - ✓ Matricule
 - ✓ DevEUI
 - ✓ Type
 - ✓ Type de relevés (une fois l'appareil provisionné).
 - ✓ Emplacement
 - ✓ Fabricant
 - ✓ Etc.

Les capteurs IoT fournissent des données en temps réel pour la détection des menaces et les réponses de sécurité automatisées, renforçant ainsi considérablement la sécurité globale.



- Configuration et paramétrage de l'automatisation – Over the Air (OTA)²⁰ (si l'appareil IoT le permet), pour les déploiements à grande échelle, il serait utile de mettre en œuvre un outil qui faciliterait ces tâches en permettant :
 - ↳ Configuration en masse ou par appareil.
 - ↳ L'utilisation de modèles de configuration avec des champs dynamiques basés sur :
 - ✓ Règlement
 - ✓ Emplacement
 - ✓ Région
 - ✓ Etc.
- Réseau IoT et capteurs – installation et mise en service, certains outils du marché facilitent la gestion de ces processus, notamment :
 - ↳ Flux de travail et suivi d'installation de bout en bout.
 - ↳ Bonne confirmation de lecture après l'installation, vérification automatique si :
 - ✓ L'appareil est allumé
 - ✓ Le système central reçoit des relevés
 - ✓ L'appareil a été associé à sa localisation avec les bonnes coordonnées GPS
 - ✓ Emplacement de l'attribut d'inventaire
 - ↳ Une application mobile associée à l'outil central de mise en service automatique réalisant :
 - ✓ Association capteur – site via :
 - » Numérisation QR ou numéro de série
 - » Localisation GPS
 - ↳ Suivi de l'installateur (qui/quand)

²⁰ Over-the-air est toute méthode permettant d'effectuer des transferts de données ou des transactions sans fil à l'aide du réseau cellulaire au lieu d'un câble ou d'une autre connexion locale.

L'IoT améliore la distribution d'énergie, la gestion des déchets, la sécurité, et la qualité de l'air, ce qui nécessite un réseau de capteurs diversifié et bien entretenu, géré au mieux par un système ERP spécialisé et centralisé.



Pylône de télécommunication ©Nathan Anderson, Unsplash

- Suivi en temps réel des relevés de capteurs définissant la plage de fonctionnement attendue de chaque type ou sur une base par capteur selon les besoins du service de ville intelligente qui souhaite être mis en œuvre.
- Les relevés doivent être connectés à un système d'alerte qui doit générer automatiquement des événements lorsque :
 - ↳ Des lectures hors plage sont reçues.
 - ↳ Une perte de connexion est détectée.
 - ↳ La batterie est épuisée.

Alerter à l'aide de :

- ↳ Présentation des alertes sur une carte.
- ↳ Envoi de notifications.
- ↳ Déclenchement d'actions correctives (processus).
- ↳ Alertes et notifications.

Une plateforme de gestion IoT fiable doit être capable de prendre en charge l'ensemble des fonctionnalités décrites ci-dessus, être orienté vers l'assurance de service et fournir une couche supplémentaire de qualité et de fiabilité au réseau IoT. Tout en gérant, en déclenchant et en suivant la maintenance préventive et corrective, tout en collectant tous les relevés pour des tiers afin de développer des applications de ville intelligente en plus.



Aux Pays-Bas, la ville d'Amsterdam utilise une plateforme de gestion de l'IoT pour améliorer la vie urbaine. Cette plateforme intègre les données de capteurs intelligents placés dans toute la ville pour surveiller le flux de trafic, la qualité de l'air et la consommation d'énergie, ce qui permet à la ville d'optimiser la gestion du trafic, de réduire la pollution et de gérer efficacement la consommation d'énergie en temps réel. ©Fons Heijnsbroek, Unsplash



**ASPECTS SOCIÉTAUX,
UTILISATEURS ET
DURABILITÉ**

Aspects sociétaux, utilisateurs et durabilité

A mise en œuvre d'une infrastructure de télécommunications dédiée au service des villes intelligentes pose une série de défis en matière de durabilité, tant pour les institutions que pour les entreprises de télécommunications qui s'engagent à fournir une connectivité pour des applications qui profitent à la société dans son ensemble.



Intégration de l'infrastructure dans le paysage urbain ©Han Vandevyvere



Information à la société (EMF) ©Han Vandevyvere



Pérennité de l'industrie des télécommunications ©Getty images



Déchets électroniques et économie circulaire ©John Cameron, Unsplash

Intégration des infrastructures dans le paysage urbain

L'intégration des éléments qui composent le réseau de télécommunications de manière à ce qu'il ait le moins d'impact visuel possible au sein des villes est quelque chose que les opérateurs d'infrastructure envisagent déjà.

Les petites cellules et les antennes sont adaptées aux éléments de l'espace public (kiosques à journaux, arrêts de bus, feux de signalisation, lampadaires, etc.), ce qui signifie qu'elles peuvent être intégrées dans le paysage urbain, faisant du mobilier public intelligent une solution pour le déploiement de réseaux dans les villes intelligentes.

Ces appareils renforcent considérablement la portée des réseaux mobiles, jouant un rôle clé dans l'adoption des technologies de pointe telles que la 5G par les grandes villes. Elles complètent les pylônes de télécommunications conventionnelles au sommet des bâtiments et s'imposent comme un élément clé dans le développement des villes intelligentes.



Par exemple, un « système de lampadaires intelligents entraînera non seulement une réduction considérable des coûts énergétiques – entre 50 % et 75 % – mais contribuera également à réduire les émissions de CO₂ en offrant la possibilité d'héberger des capteurs, des caméras, le Wi-Fi, la recharge électrique des véhicules et d'autres appareils. Il permettra également l'hébergement de réseaux 5G publics et privés, permettant ainsi une mobilité connectée.

L'adéquation de cette solution réside, entre autres, dans le fait qu'elle favorise le déploiement de la connectivité dans des zones telles que les parcs, les centres-villes historiques et d'autres zones urbaines où les pylônes traditionnelles ne sont pas autorisées et où une hauteur d'antenne supérieure à 10 mètres est requise. De plus, il est nécessaire de déployer davantage d'appareils pour répondre à la demande croissante de connectivité ».²¹

Le mobilier urbain multifonctionnel devient ainsi un atout important en raison de la nécessité de densification l'intérieur des villes. Avec une demande croissante de points d'accès connectés et de fréquences élevées, les limitations de déploiement traditionnelles laissent souvent des zones avec une couverture résiduelle. Ce mobilier offre des solutions innovantes en intégrant diverses technologies tout en s'alignant sur le respect de l'environnement, qui est la condition pour que les produits ou les projets aient un impact réduit. Grâce à l'amélioration de la connectivité, de nouveaux services émergent qui tirent parti des capacités du mobilier, notamment en cas d'urgence.

Ces installations servent de pôles de connectivité, équipés de capteurs et de caméras, amplifiant la surveillance et la collecte de données pour la gestion urbaine. De plus, ils intègrent des chargeurs de véhicules électriques, favorisant ainsi le transport durable dans les centres-villes. En fusionnant diverses fonctionnalités technologiques, ces installations contribuent de manière significative à l'avancement d'espaces urbains plus intelligents et plus efficaces²².

Le mobilier urbain pour l'information, aussi appelé MUIP et totems publicitaires, sont des composants clés des réseaux de télécommunications intérieurs et extérieurs et favorisent l'intégration dans les villes intelligentes. Ces structures abritent une variété d'appareils tout en répondant à des normes réglementaires strictes. Ils couvrent les infrastructures intérieures et extérieures et nécessitent des armoires spécialisées pour une intégration et un contrôle optimaux. Ces solutions, qui nécessitent beaucoup d'espace, privilégient la réduction de l'impact environnemental, garantissant une perturbation minimale tout en respectant les normes réglementaires²³.


21 Ceña, B. (2023, September 18). Farolas inteligentes (smart lamp poles), la forma nueva de comunicar nuestro mundo [Smart lamp poles, the new way of communicating our world]. Computing www.computing.es/opinion/farolas-inteligentes-que-son-para-que-sirven/

22 De Miguel, J. (2023, March 3). Vantage Towers Presentation. Automate Winter Camp, Seville, Espagne.

23 Gil, R. (2023, September 21). Berrade Presentation. Automate Smart Cities Camp, Madrid, Espagne.

Information à la société et champs électromagnétiques (CEM)

Tant les institutions publiques que les opérateurs de télécommunications devraient entreprendre des actions de communication pour informer la société dans son ensemble de l'impact potentiel du déploiement des réseaux de télécommunications sur le paysage urbain et la santé humaine.

 Les éventuelles préoccupations concernant les problèmes de santé devraient être abordées par le biais de campagnes de communication faisant référence au fait que les niveaux d'exposition restent dans les limites de sécurité pour protéger la santé publique et l'environnement.²⁴

Dans les villes du monde entier, la sûreté des champs électromagnétiques (CEM) émis par l'infrastructure des réseaux mobiles suscite des inquiétudes. L'industrie mobile prend des mesures pour répondre à ces préoccupations, mais il y a place pour de l'amélioration.

À l'heure actuelle, la plupart des opérateurs de réseaux mobiles (ORM) proposent des informations sur leurs sites web et par le biais de matériaux téléchargeables. Ces informations portent sur les détails techniques et le respect des normes de sécurité. Cependant, il pourrait manquer d'exhaustivité et d'objectivité, ce qui pourrait susciter la méfiance du public. Des décennies de recherche²⁵ ont conduit à l'établissement de mesures de sécurité et de limites d'exposition aux signaux radio provenant d'appareils mobiles et d'antennes de réseaux mobiles. Ces normes atténuent efficacement tous les risques reconnus pour la santé²⁶. Les principales organisations de santé publique, y compris l'Organisation mondiale de la santé (OMS), ont déclaré que la compréhension actuelle est que les signaux radio de faible niveau utilisés dans les communications mobiles ne présentent pas de risques pour la santé.



Malgré cela, et pour améliorer la transparence, l'industrie mobile pourrait collaborer avec des institutions de recherche indépendantes et engager des discussions ouvertes avec le public. Des outils interactifs et des programmes de sensibilisation communautaire ciblés peuvent éduquer davantage les résidents et leur donner des connaissances.



En travaillant ensemble et en fournissant des informations accessibles et équilibrées, l'industrie mobile peut instaurer la confiance et garantir une relation saine avec la technologie dans nos villes de plus en plus connectées.

²⁴ Commission européenne (30 juin 2020) The Commission adopts Implementing Regulation to pave the way for high capacity 5G network infrastructure. digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/commission-adopts-implementing-regulation-pave-way-high-capacity-5g-network-infrastructure

²⁵ World Health Organization. Electromagnetic Fields. www.who.int/health-topics/electromagnetic-fields#tab=tab_2

²⁶ GSMA | EMF and Health – Public Policy www.gsma.com/solutions-and-impact/connectivity-for-good/public-policy/regulatory-environment/emf-and-health

Pérennité de l'industrie des télécommunications

Efficacité énergétique et gestion des émissions de gaz à effet de serre



Les systèmes de télécommunications peuvent contribuer à réduire les émissions de GES de deux façons : d'une part, en réduisant leurs émissions et, d'autre part, en permettant à d'autres secteurs de le faire.

En ce qui concerne la réduction de leurs émissions, les émissions opérationnelles des opérateurs de télécommunications ont diminué de 6 % entre 2019 et 2022, et en Europe, la baisse a été de 50 % au cours de la même période²⁷. L'augmentation de l'efficacité énergétique signifie que même si la demande de services de télécommunications a augmenté au cours des dernières années, la consommation d'énergie au niveau mondial a diminué. L'efficacité énergétique a été améliorée grâce à des réseaux mobiles à haut débit plus efficaces et à une utilisation moindre des technologies héritées 2G/3G moins économes en énergie, et grâce au déploiement de la fibre optique et à la mise hors service des réseaux cuivre moins efficaces.

Malgré cette tendance positive, les émissions de GES doivent être surveillées de près, car une augmentation de la demande associée à une amélioration de l'efficacité énergétique peut entraîner un effet rebond, une conséquence involontaire dans laquelle l'efficacité énergétique entraîne une augmentation de la consommation d'énergie et, par conséquent, des émissions de GES.

En ce sens, une étude²⁸ menée dans 285 villes de Chine a conclu que la consommation d'électricité a augmenté de 7 % à 20 % en raison du développement numérique. En ce qui concerne les émissions de l'industrie des télécommunications, les trois quarts d'entre elles relèvent du scope 3, dont 90 % proviennent de cinq catégories : l'achat de biens et de services, les biens d'équipement, les activités liées aux combustibles et à l'énergie, l'utilisation des produits vendus et les investissements¹⁰.

Des organisations internationales telles que la GSMA (Global Mobile Telecom Industry Association) ou l'ETNO s'engagent à décarboner l'industrie des télécommunications. La GSMA, par exemple, dispose d'un groupe de travail sur l'action climatique de 66 membres (2023), avec des réseaux dans la plupart des pays.

En outre, les membres de l'ETNO, l'Association européenne des opérateurs de réseaux de télécommunications, se sont engagés à être neutres en carbone avant 2050 et à réduire les émissions de scope 1 et 2 et les émissions par unité de revenus générées²⁹.

Les systèmes de télécommunications peuvent contribuer à réduire les émissions de GES en améliorant leur efficacité énergétique et en permettant à d'autres secteurs de faire de même, favorisant ainsi un avenir durable pour notre monde de plus en plus connecté.

27 GSMA Mobile Net Zero 2024 – State of the industry on climate action

28 Peng, H.-R., Zhang, Y.-J. and Liu, J.-Y. (2023). The energy rebound effect of digital development: Evidence from 285 cities in China. *Energy*, 270, p.126837. doi:doi.org/10.1016/j.energy.2023.126837.

29 ETNO. Prise de position : EU Taxonomy and the European telecommunications sector.



Pour permettre à d'autres secteurs de réduire leurs émissions, la taxonomie de l'UE inclut le secteur des télécommunications comme l'un des six secteurs pertinents qui peuvent soutenir l'atténuation du changement climatique en Europe en contribuant à la décarbonation de nombreuses autres activités.

À titre d'exemple, la transformation numérique dans le secteur des transports pourrait conduire à une réduction des émissions de 30 %. Il reste toutefois des difficultés à quantifier avec précision l'impact de la numérisation sur la décarbonation¹².



De plus, la gestion de l'énergie est un aspect crucial des opérations des villes intelligentes. Les appareils IoT tels que les compteurs d'énergie contribuent à une utilisation efficace de l'énergie et à l'optimisation des ressources.

La ville de Valence (Espagne) a renouvelé plus de 100 000 luminaires et, grâce au nouveau système d'éclairage intelligent, a réduit sa consommation d'énergie de 74 %, réalisé des économies de six millions d'euros et réduit les émissions de gaz à effet de serre de 80 %³⁰.



³⁰ Microsoft Prensa. (14 novembre 2022). Valencia ahorra energía y mejora la calidad de vida de sus habitantes y turistas gracias al control de iluminación inteligente basado en Azure IoT Hub. news.microsoft.com/es-es/2022/11/14/valencia-ahorra-energia-y-mejora-la-calidad-de-vida-de-sus-habitantes-y-turistas-gracias-al-control-de-iluminacion-inteligente-basado-en-azure-iot-hub/



À Barcelone, l'utilisation de réseaux de lampadaires urbains a soutenu la réponse et la reprise contre la COVID-19. Pour en savoir plus : Smart Cities Marketplace. L'initiative [Humble Lamppost Initiative research](#) a permis d'identifier trois groupes de villes en fonction de leur mise en œuvre d'équipements intelligents, mettant en évidence le potentiel inexploité et la nécessité d'approches collaboratives pour maximiser les avantages ©Barcelona City Council



Le remplacement de l'infrastructure européenne des lampadaires par des lampadaires intelligents pourrait permettre aux contribuables d'économiser jusqu'à 2,1 milliards d'euros par an, selon le leader du programme européen de villes intelligentes, Sharing Cities. Pour aller plus loin : [Smart lampposts are saving half of Burgas' energy](#) ©Alexander Mils, Unsplash

Déchets électroniques et économie circulaire

Un autre aspect à prendre en compte est la gestion des déchets électroniques, qui, selon le Parlement européen³¹ représentent actuellement l'un des flux de déchets qui connaît la croissance la plus rapide dans l'UE.

L'un des problèmes associés aux déchets électroniques est la dégradation de l'environnement par le rejet d'équipements qui pourraient être réutilisés ou recyclés. En conséquence, les entreprises sont confrontées à des pressions réglementaires, financières et des consommateurs pour réduire la quantité de déchets électroniques qu'elles produisent. En ce qui concerne plus particulièrement l'industrie des télécommunications, deux principaux flux de déchets électroniques sont pertinents.

Tout d'abord, la production de déchets électroniques à partir d'équipements de réseau existants tels que la 2G, la 3G, et d'autre part, les appareils ou équipements utilisés par le consommateur final (téléphones mobiles, routeurs, etc.).

L'expérience de l'industrie des télécommunications montre que deux solutions clés au problème ont émergé : passer d'une économie linéaire à une économie circulaire et promouvoir la durabilité numérique, y compris la création de dispositifs et d'équipements informatiques plus efficaces.

Les deux solutions vont de pair. Dans une économie circulaire, les concepteurs et les fabricants créent des produits en pensant à la fin de vie, c'est-à-dire qu'ils restent utilisés le plus longtemps possible et recyclent les matériaux dont ils sont faits. La durabilité numérique signifie l'adoption de technologies TIC qui apportent des avantages environnementaux, sociaux et économiques. À cet égard, la hiérarchie de la gestion des déchets établit un cadre hiérarchisé pour les pratiques de gestion durable des déchets, qui s'applique également aux processus de gestion des déchets électroniques. Souvent représentée comme une pyramide inversée, elle classe les options de gestion des déchets en fonction de leur impact environnemental.



Pour en savoir plus : Smart Cities Marketplace [Solution Booklet Why Circular Cities?](#)

Gestion responsable des appareils électriques et électroniques



Au Luxembourg, Ecotrel est une association à but non lucratif de producteurs et d'importateurs d'équipements électriques et électroniques qui a été fondée en 2004 pour garantir le respect des obligations légales du secteur. Aujourd'hui, elle gère et finance le traitement des déchets électroniques et électriques dans le pays et assure le recyclage futur des produits actuellement sur le marché. Son fonctionnement est financé par le consommateur via une redevance de recyclage imposée sur les appareils vendus. Ecotrel met en œuvre le concept de responsabilité élargie des producteurs et contribue à l'économie circulaire non seulement en recyclant les matériaux, mais aussi en favorisant la réparation et la réutilisation. Plus de 750 entreprises sont affiliées à Ecotrel, et on estime que 6 300 tonnes d'appareils sont collectées chaque année, avec des taux de récupération atteignant 90%.

Pour aller plus loin : www.ecotrel.lu/en

³¹ Topics European Parliament. (2020, December 23). European Parliament "E-waste in the EU: facts and figures (infographic)". www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20201208ST093325/e-waste-in-the-eu-facts-and-figures-infographic

Passer d'une économie linéaire à une économie circulaire. Adapté par ©Agata Smok de Byström, J. (2018). The 15 circular steps for cities. Banque européenne d'investissement www.eib.org/circular-economy



Prévention des déchets

Ce niveau représente l'approche la plus préférable, mettant l'accent sur les stratégies visant à minimiser la production de déchets dès le départ. Il peut s'agir d'acquérir moins de biens, d'utiliser des produits réutilisables ou de concevoir des produits qui génèrent intrinsèquement un minimum de déchets.

Récupération d'énergie

Lorsque les déchets ne peuvent pas être évités, réutilisés ou recyclés, l'extraction d'énergie par des processus tels que l'incinération peut, dans certains scénarios, être préférable à l'élimination finale.

Réutiliser

Ce niveau donne la priorité à l'allongement du cycle de vie des produits en leur donnant une seconde vie pour leur usage initial. Il s'agit par exemple de l'utilisation de bouteilles d'eau réutilisable ou du don de vêtements en bon état.

Élimination des déchets

La mise en décharge et l'incinération sans récupération d'énergie représentent les options les moins souhaitables dans la hiérarchie en raison de leurs conséquences néfastes sur l'environnement. Ces méthodes ne doivent être utilisées qu'en dernier recours.

Recyclage

Ce niveau se concentre sur le détournement des déchets de l'élimination en les transformant en nouveaux matériaux. Cela nécessite la séparation des flux de déchets tels que le papier, le plastique et le verre pour faciliter leur inclusion dans les programmes de recyclage.

La réalisation d'une analyse du cycle de vie (ACV) de l'équipement et des appareils de télécommunications est une étape importante vers la mise en œuvre d'un modèle d'économie circulaire pour l'industrie.



Cependant, l'ETNO avertit que la définition de l'ACV utilisée dans la taxonomie de l'UE n'est pas assez précise, ce qui signifie que les résultats ne sont souvent pas comparables entre les entreprises.

Sur un autre plan, la GSMA, qui représente l'industrie des télécommunications mobiles, a annoncé en juin 2023 ses objectifs de circularité, en mettant également l'accent sur les produits de consommation³²:

- D'ici 2030, le nombre d'appareils mobiles usagés collectés dans le cadre des dispositifs de reprise par les opérateurs s'élèvera à au moins 20 % du nombre d'appareils mobiles neufs distribués directement aux clients.
- D'ici 2030, 100 % des appareils mobiles usagés collectés dans le cadre de programmes de reprise par les opérateurs seront réparés, réutilisés ou transférés à des organismes de recyclage contrôlés.

Les villes doivent prendre des mesures pour s'assurer que les déchets électroniques, utilisés dans les télécommunications et dans d'autres domaines, sont correctement gérés et, si possible, suivent un modèle de circularité.

³² GSMA | Mobile industry eyes five billion 'dormant' phones sitting in desk drawers for reuse or recycling www.gsma.com/newsroom/press-release/mobile-industry-eyes-five-billion-dormant-phones-sitting-in-desk-drawers-for-reuse-or-recycling/

En ce sens, les villes pourraient s'efforcer de faire en sorte que les appareils électroniques achetés par la municipalité par le biais des marchés publics suivent ce modèle de circularité. En outre, les villes devraient permettre aux citoyens d'accéder à des installations de recyclage de leurs appareils électroniques.

En ce qui concerne les marchés publics, plusieurs facteurs doivent être pris en compte par les villes pour définir les critères de sélection des appareils achetés et auprès de quelles entreprises³³:

- Prendre en compte les changements dans les politiques de durabilité des entreprises pour comprendre quels critères sont utilisés par les différentes entreprises privées.
- Exigez des conditions de travail décentes en l'exigeant dans votre contrat d'achat.
- Reconnaitre que les chaînes d'approvisionnement ne s'arrêtent pas aux usines. La circularité et le traitement éthique des travailleurs doivent être exigés tout au long de la chaîne d'approvisionnement.
- Privilégiez les fabricants qui vendent des appareils avec un long cycle de vie du produit.
- Privilégiez les fabricants qui vendent des appareils conçus pour être réparés afin qu'ils puissent être réutilisés une fois qu'ils commencent à dysfonctionner.

³³ ICLEI Europe, Electronics Watch, Procura+and Make ICT Fair. How to procure fair ICT. iclei-europe.org/fileadmin/templates/iclei-europe/lib/resources/tools/push_resource_file.php?uid=xM24nmb6



©Clint Bustrillos, Unsplash



**GOUVERNANCE ET
RÉGLEMENTATION**

Gouvernance et réglementation

La législation et les institutions publiques jouent un rôle clé dans l'orientation des villes intelligentes, en établissant des cadres réglementaires et des modèles de gouvernance qui guident leur développement.

Les institutions publiques, y compris les gouvernements locaux et les régulateurs, favorisent l'adoption d'initiatives de ville intelligente en créant des politiques qui favorisent l'innovation, la durabilité et l'inclusion.

Les efforts de collaboration entre ces institutions et les parties prenantes permettent de relever des défis tels que le déploiement des infrastructures, les mécanismes de financement et la participation citoyenne.

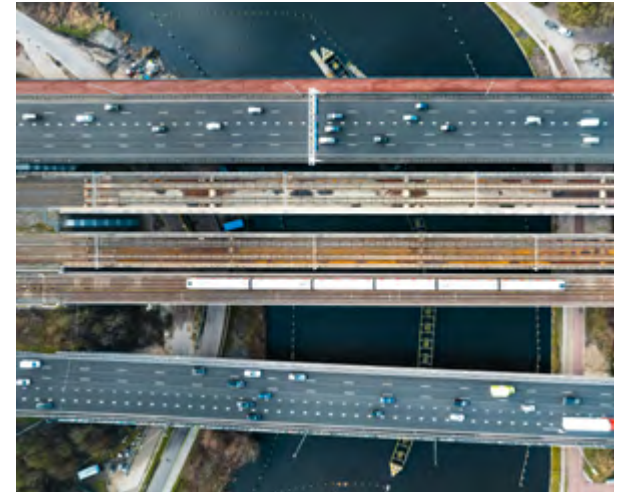
Faciliter la disponibilité des ressources pour l'hébergement réseau nécessite une stratégie à multiples facettes, notamment lorsqu'il s'agit de déployer une infrastructure en toute sécurité et efficacité dans un environnement réglementaire diversifié. Il est essentiel de prendre en compte les différentes compétences réglementaires aux niveaux local, régional, national et européen, qu'il s'agisse de l'urbanisme ou des télécommunications.



Dans les villes très peuplées, trouver de nouveaux emplacements pour accueillir toutes ces nouvelles infrastructures TIC et télécommunications est un défi de taille.

Les municipalités ont un rôle important à jouer à cet égard en tant que gestionnaires de l'espace public. Les villes doivent favoriser et faciliter le développement d'un réseau organisé sur leur territoire. En outre, en tant que propriétaires d'emplacements potentiels à utiliser comme sites de télécommunications (5G et IoT), ou les bornes de recharge pour véhicules électriques, qu'il s'agisse de bâtiments, de mobilier urbain, de trottoirs, de parkings ou de tout local soumis à des équipements alloués, les villes devraient explorer différentes alternatives pour développer des infrastructures dans des endroits sélectionnés répondant à deux demandes :

- Le partage ou la location d'espaces municipaux, pour de l'infrastructure de télécommunications ou des bornes de recharge, à des TowerCos, des opérateurs de télécommunications, des fournisseurs de services de projets de ville intelligente (IoT) et des compagnies d'électricité.
- Le déploiement de la fibre et des lignes électriques implique des travaux de génie civil sur l'ensemble de la ville afin de rendre ces espaces aptes à leur nouvel usage.



Amsterdam, Pays-Bas ©Lennart Schulz, Unsplash



Les municipalités jouent un rôle crucial dans la gestion des espaces publics pour les infrastructures TIC et télécoms ©Okeykat, Unsplash

Les administrations publiques devraient mettre en œuvre des mesures pour assurer un déploiement organisé, en créant des forums de discussion impliquant les parties prenantes afin d'harmoniser les normes, de stimuler la collaboration et de faciliter les procédures d'autorisation. Ces plateformes permettent d'harmoniser la réglementation, d'optimiser les procédures administratives et d'accélérer le déploiement³⁴.

Les administrations peuvent utiliser ce pouvoir pour encourager le choix d'un site innovant, en intégrant l'infrastructure des télécommunications au mobilier urbain tout en assurant la sécurité et la fonctionnalité. La densification rapide des réseaux 5G dans les villes intelligentes constitue un défi majeur pour les administrations locales, car l'acceptation par le public de ce large déploiement dans les zones urbaines nécessite des efforts de sensibilisation considérables³⁵.

Cependant, un tel déploiement est essentiel pour transformer les villes en écosystèmes intelligents et efficaces. Ces infrastructures sont cruciales pour la prestation de services publics essentiels. Encourager un tel déploiement par le secteur public profite non seulement aux citoyens, mais soutient également l'écosystème entrepreneurial³⁶.

La régulation joue un rôle clé, principalement axé sur la garantie de la sécurité juridique et la facilitation de la recherche de financements pour ces grands déploiements.

Les cadres réglementaires intègrent également des dispositifs d'expérimentation réglementaires, qui permettent de tester les déploiements et les nouvelles technologies dans un environnement contrôlé avant une mise en œuvre généralisée³⁷.

La normalisation technique est essentielle, car elle fournit un cadre d'action clair et garantit une mise en œuvre sûre, ce qui se traduit par des déploiements uniformes sur tous les territoires³⁸.



Pour en savoir plus : Smart Cities Marketplace [Solution Booklet Citizen Engagement](#)



Ateliers de co-création ©Cities-4-People Consortium, 2020

34 Maya, J. (2023, September 21). Initiatives for the use of public and private infrastructure for smart city services. Automate Smart Cities Camp, Madrid, Espagne.

35 Portilla-Figueras, A. (2023, September 21). Initiatives for the use of public and private infrastructure for smart city services. Automate Smart Cities Camp, Madrid, Espagne.

36 Pérez-Batlle, M. (2023, September 21). Initiatives for the use of public and private infrastructure for smart city services. Automate Smart Cities Camp, Madrid, Espagne.

37 Fernández, M.A. (2023, September 21). Initiatives for the use of public and private infrastructure for smart city services. Automate Smart Cities Camp, Madrid, Espagne.

38 Maya, J. (2023, September 21). Initiatives for the use of public and private infrastructure for smart city services. Automate Smart Cities Camp, Madrid, Espagne.

Déploiement et normalisation de l'infrastructure TIC

Le déploiement de réseaux télécoms dans les villes intelligentes nécessite une conformité réglementaire, des pratiques de gestion collaboratives, un contrôle automatisé des stocks, des processus efficaces de partage de réseau, ainsi que des opérations et une maintenance continues sur le terrain. En adoptant ces principes, les villes peuvent établir des réseaux résilients et évolutifs qui constituent la base des progrès technologiques.

En ce qui concerne la conformité réglementaire, en vertu des directives globales de l'UE pour les réseaux télécoms, chaque pays définit sa réglementation pour encadrer la manière dont les opérateurs peuvent installer des équipements radiants d'accès mobile (2G, 3G, 4G, 5G..). Dans la plupart des pays, l'utilisation du spectre radioélectrique par les opérateurs mobiles est accordée par le biais d'enchères publiques, pour un nombre d'années fixe et avec des exigences obligatoires à respecter en matière de qualité de service, de couverture, etc.

Le partage de réseaux, en particulier sur les réseaux d'accès radio (RAN), implique des processus complexes de demande, de vérification et d'exécution. Des procédures efficaces garantissent la transparence de la collaboration entre plusieurs opérateurs, optimisent l'utilisation des ressources et améliorent la couverture et la capacité du réseau tout en réduisant les coûts.

Recommandations pratiques pour une meilleure gestion du déploiement des réseaux de télécommunications :



L'utilisation de protocoles et de technologies standardisés permet l'intégration de divers systèmes, ce qui facilite la compatibilité et l'évolutivité. Il garantit que des composants disparates provenant de plusieurs fournisseurs peuvent communiquer efficacement, ce qui réduit les complexités et améliore l'efficacité.



Gestion de sites télécoms en une méthode dynamique et personnalisée est essentielle pour une couverture complète et une information en temps réel. La possibilité de visualiser les sites sur des cartes offre une vue holistique qui facilite l'emplacement stratégique et l'allocation des ressources.



Favoriser l'accès à l'information en temps réel pour la prise de décision et la réponse rapide aux changements, ou problèmes, améliorant ainsi les performances du réseau.



L'optimisation des actifs d'inventaire est cruciale pour éviter l'obsolescence et améliorer l'efficacité opérationnelle. Les mises à jour en temps réel et la géolocalisation des articles en stock rationalisent les processus de gestion. La configuration des champs d'inventaire, des attributs et des articles permet un suivi personnalisé et une récupération rapide des informations grâce à des tableaux de bord interactifs.

L'Open RAN (Radio Access Network) pour les villes intelligentes révolutionne les infrastructures de télécommunications traditionnelles en séparant les composants matériels et logiciels, encourageant ainsi l'interopérabilité entre les différents fournisseurs³⁹.

Cette approche favorise la flexibilité, l'évolutivité et l'innovation, permettant aux villes de déployer et de gérer efficacement les réseaux. Les normes ouvertes de l'Open RAN favorisent la concurrence, réduisent les coûts et accélèrent l'adoption de technologies avancées. Son architecture agile permet aux villes de s'adapter rapidement aux besoins changeants en matière de connectivité. En adoptant l'Open RAN, les villes intelligentes peuvent cultiver des réseaux résilients et neutres, ce qui permet un développement rapide et une connectivité améliorée.

L'edge computing dans les réseaux de télécommunications fait référence au traitement décentralisé des données plus près de leur source ou de leur point de terminaison, généralement à la périphérie du réseau, plutôt que de s'appuyer sur une infrastructure de traitement de données centralisée. Dans les réseaux de télécommunications, l'edge computing consiste à déployer des ressources informatiques plus près de l'endroit où les données sont générées, ce qui permet un traitement plus rapide, une latence réduite et une sécurité accrue des données.

Appliqué aux villes intelligentes, l'edge computing facilite le fonctionnement efficace de plusieurs appareils et systèmes interconnectés en permettant l'analyse des données en temps réel et la prise de décision à la périphérie du réseau, ce qui permet aux villes intelligentes de réagir rapidement aux conditions changeantes.

L'exploitation et la maintenance sur le terrain font partie intégrante de la fiabilité et de la longévité des réseaux de télécommunications dans les villes intelligentes. L'application de stratégies de maintenance prédictive, préventive et corrective minimise les temps d'arrêt et maximise le temps de fonctionnement. La surveillance de chaque étape du processus facilite l'identification et la résolution proactives des problèmes potentiels, améliorant ainsi la fiabilité du réseau.

Sur les infrastructures fixes de télécommunications, et plus particulièrement en matière d'infrastructures en fibre, un nouveau modèle est érigé pour permettre le partage du réseau fixe avec n'importe quel opérateur. Ce nouveau modèle est ce que l'on appelle les fibres.

Les entreprises d'infrastructure de fibre optique neutres sont les entreprises qui possèdent l'infrastructure physique (le câble de fibre) reliant les centres de données aux locaux des utilisateurs finaux et louent l'infrastructure à l'opérateur qui fournit le service d'accès à Internet. En possédant et en partageant leur infrastructure, ils minimisent le besoin de réseaux qui se chevauchent, dans un scénario où chaque opérateur devrait déployer son câble fibre jusqu'à chaque utilisateur final.



Ensemble de test de télécommunication connecté à un commutateur réseau, pour effectuer des mesures de qualité de transmission de données. ©Polo Ildefonso, Unsplash

³⁹ De Miguel, J. (2023, March 3). Présentation de Vantage Towers. Automate Winter Camp, Séville, Espagne.

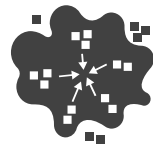
Processus d'automatisation

L'automatisation des processus nécessaires à la gestion des villes intelligentes a transformé la gouvernance urbaine, en utilisant la technologie pour améliorer divers éléments des fonctions urbaines. Ce changement comprend de nombreux secteurs clés pour assurer l'efficacité, la durabilité et la sécurité.

La création et la mise à jour d'un appareil IoT sont essentielles à la gestion d'une ville intelligente, en particulier lorsqu'il s'agit de déploiements à grande échelle dans une ville, avec des dizaines ou des centaines de milliers d'appareils déployés. L'automatisation simplifie cette procédure grâce à l'utilisation de systèmes centralisés pour collecter les informations d'inventaire pertinentes de ces appareils et les suivre tout au long de leur cycle de vie. S'appuyant sur des logiciels intelligents, ces systèmes surveillent l'emplacement, les performances et l'état de santé des appareils IoT, garantissant ainsi une maintenance et une gestion efficaces.

Pour le déploiement des réseaux de télécommunications, l'automatisation joue un rôle clé dans le déploiement et la gestion de ces réseaux pour les villes intelligentes. Il facilite l'installation, la configuration et la surveillance efficaces de l'infrastructure réseau. Grâce à des processus automatisés, les villes peuvent rapidement déployer des équipements de télécommunications.

Optimiser les performances du réseau et résoudre rapidement les problèmes de connectivité qui peuvent survenir.



Les systèmes automatisés de contrôle d'accès renforcent les mesures de sécurité dans les villes intelligentes. Ces systèmes gèrent et régulent les points d'entrée des infrastructures critiques, des installations publiques et des zones restreintes.



À l'aide de l'authentification biométrique, des cartes à puce ou des applications mobiles, le contrôle d'accès automatisé garantit une entrée sécurisée tout en maintenant une circulation efficace dans la ville. Il est important de souligner que les informations personnelles doivent être obtenues légalement (généralement par le biais d'un consentement librement donné) à des fins spécifiques, et ne pas être utilisées à des fins de surveillance ou de profilage non autorisées par des gouvernements ou des tiers ou utilisées à des fins non liées sans consentement (sauf disposition contraire de la loi)⁴⁰.

⁴⁰ The World Bank. (2024). Data Protection and privacy laws. id4d.worldbank.org/guide/data-protection-and-privacy-laws

Les alertes d'incidents provenant des capteurs et des déclencheurs d'action sont basées sur le flux de lectures continues reçues des capteurs installés dans toute la ville. L'automatisation traite cet afflux de données de capteurs, identifiant les anomalies ou les problèmes potentiels en temps réel. Lorsque des irrégularités sont détectées ou que des seuils prédéfinis sont dépassés, des alertes automatiques sont générées qui déclenchent des actions ou des réponses immédiates.



©Hanson Lu, Unsplash



ENSEIGNEMENTS TIRÉS

Faouzi Achbar, adjoint au maire de Rotterdam, lors de l'Eurocities Digital Forum 2024, soulignant que la technologie doit être au service des citoyens. Pour aller plus loin : [European cities place people at the heart of digitalisation](#) (Eurocities) ©Eurocities

Enseignements tirés

✓ Les villes devraient tirer parti de la puissance de l'infrastructure des TIC pour développer des services de ville intelligente qui créent un environnement urbain plus efficace, durable et vivable pour leurs citoyens

✓ Les villes intelligentes apportent de la valeur à bien des égards : réduction de la pollution, amélioration de la sécurité des citoyens, gestion du trafic, amélioration de la durabilité environnementale⁴¹ et, en fin de compte, amélioration de la qualité des citoyens. Son développement doit s'appuyer sur une infrastructure réseau durable et fiable.

✓ Pour le déploiement d'une ville intelligente et de toutes les technologies qui l'accompagnent (IoT, 5G, capteurs; IA), il est nécessaire de rechercher des standards communs de la part de tous les acteurs publics et privés impliqués dans le processus.

✓ Il est essentiel que les villes construisent un écosystème technologique ou la transformation digitale est le lien entre l'administration publique et l'administration privée. Pour matérialiser cet écosystème, la 5G et la fibre optique deviennent un facteur clé puisqu'actuellement, cette technologie est celle qui peut soutenir et satisfaire la demande générée par l'écosystème complexe d'une ville intelligente.

✓ Les villes intelligentes ne sont pas seulement une question de technologie ou d'infrastructure, elles concernent les gens. Les municipalités devraient impliquer activement les citoyens dans la planification et le développement des initiatives de ville intelligente et du développement des infrastructures TIC, en particulier lorsque ces infrastructures sont liées à l'espace public.

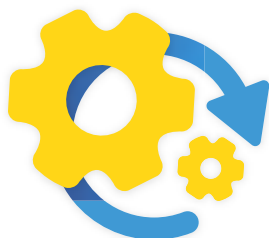
✓ En investissant dans une infrastructure TIC robuste et en entretenant un écosystème dynamique, les villes peuvent créer un terrain fertile pour le développement des villes intelligentes. Cet effort de collaboration, qui met l'accent sur les infrastructures et la mise en place de l'écosystème, ouvre la voie à des environnements urbains efficaces, durables et vivables pour l'avenir.

⁴¹ Barrachina, M. (01/01/2024). Tecnologías inteligentes para aspirar a ciudades más sostenibles. BIT, bit.coit.es/tecnologias-inteligentes-para-aspirar-a-ciudades-mas-sostenibles/

Smart Cities Marketplace

Smart Cities Marketplace (SCM) est une initiative avec le soutien de la Commission européenne, qui rassemble des villes, des industries, des PME, des investisseurs, des chercheurs et d'autres acteurs dans le domaine des villes intelligentes. La SCM offre un aperçu des bonnes pratiques européennes en matière de villes intelligentes, vous permettant de découvrir l'approche qui pourrait convenir à votre projet de ville intelligente.

[Découvrez notre brochure ici](#)



Matchmaking

La Smart Cities Marketplace offre des services et des événements aux villes et aux investisseurs pour créer et trouver des propositions de villes intelligentes bancables en utilisant notre réseau d'investisseurs et en publiant des appels à projets.

[Réseau d'investisseurs](#)

[Appel à projets](#)

[Cours de maître sur le financement de projets](#)



Groupes de réflexion et de discussion

Les groupes de réflexion sont des collaborations qui travaillent activement sur un défi commun lié à la transition vers des villes intelligentes. Les groupes de discussion sont des forums où les participants peuvent échanger leurs expériences, coopérer, se soutenir et discuter d'un thème spécifique.

[Groupes de discussion et de réflexion](#)

[Communauté](#)



Initiatives de l'UE

En dehors de la SCM, il existe ainsi des initiatives européennes visant à améliorer la qualité de vie et de travail dans les villes européennes.

[Autres initiatives de l'UE](#)



BROCHURE DE SOLUTIONS POUR LA GESTION DE L'INFRASTRUCTURE TIC

Smart Cities Marketplace 2024

Smart Cities Marketplace est géré par la direction générale de l'énergie de la Commission européenne