

CITÉ-ID
LIVING
LAB Gouvernance
de la résilience
urbaine

ÉNAP
ÉCOLE NATIONALE
D'ADMINISTRATION
PUBLIQUE

FARI AI
FOR THE
COMMON GOOD
BRUSSELS

obvia

Meilleures pratiques de gouvernance de l'IA et
du numérique par les municipalités : vers une
gouvernance collaborative, responsable et
durable

**Sous la supervision scientifique de la
Prof. Marie-Christine Therrien (Directrice
de Cité-ID, ENAP)**

Équipe de recherche :

Gabriela Manrique Rueda, Ph.D.

Geneviève Baril, Ph.D.

Augustin Décarie, M.Sc.

Comité aviseur constitué par les Profs. :

Carl Mörch, FARI – Institut en IA pour le bien commun, Université Libre de Bruxelles
Philippe Després, Université Laval
Justin Lawarée, École nationale d'administration publique
Samuel Defacqz, Université Laval et Université Catholique de Louvain

Avec la collaboration de l'Obvia :

Steve Jacob, Université Laval
Élise Paichard, Université Laval
Hugo Loiseau, Université de Sherbrooke
Esther Poisson, Université Laval

Avec la collaboration des villes :

Ville de Montréal
Ville de Gatineau
Ville de Sainte-Anne-des-Plaines
Ville de Laval
Ville de Shawinigan
Ville de Namur
Ville de Bruxelles
Région Bruxelles-Capitale

Édition :

Josianne Bienvenue-Pariseault, Ph.D.
Mariana Castellanos Juarez, Ph. D.
Marie-Hubert Alain, candidate au Ph. D.

ISBN : 978-2-89734-098-8 (PDF)

Dépôt légal

Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2026

Bibliothèque et Archives Canada, 2026

Pour citer ce document :

Therrien, M.-C., Manrique, G., Baril, G., & Descarie, A. (2026). *Meilleures pratiques de gouvernance de l'IA et du numérique par les municipalités : vers une gouvernance collaborative, responsable et durable*. École Nationale d'Administration Publique.

<https://doi.org/10.60961/p6wm-fx68>

Meilleures pratiques de gouvernance de l'IA et du numérique par les municipalités : vers une gouvernance collaborative, responsable et durable

L'adoption municipale de l'intelligence artificielle (IA) a le potentiel d'améliorer la gestion des systèmes urbains, la résilience urbaine et la durabilité. Si ces technologies offrent des possibilités d'optimisation des services publics, elles soulèvent également des enjeux éthiques, socio-économiques, environnementaux, technologiques et organisationnels. La **gouvernance collaborative** est essentielle pour résoudre ces défis en permettant de superviser les impacts de l'IA, d'arriver à des solutions communes et de mutualiser des ressources entre les parties prenantes. Cette note présente les principaux constats et recommandations issus d'une démarche de recherche-action portant sur l'adoption responsable et durable de l'intelligence artificielle et du numérique dans les administrations municipales.

Contexte

Les municipalités québécoises amorcent progressivement l'intégration de l'IA dans leurs opérations et leurs services. Toutefois, cette transition se heurte à des enjeux de confidentialité, de cybersécurité et de propriété des données, ainsi qu'à des défis d'adoption liés aux capacités technologiques, aux ressources, à l'expertise, au financement et au cadre réglementaire. **Comment la gouvernance collaborative peut aider les municipalités à améliorer les capacités d'adoption de l'IA de manière responsable et durable ?**

Faits saillants

Cette note :

- Présente les principaux usages de l'IA dans les services municipaux et les enjeux associés.
- Identifie six points de vigilance pour une gouvernance responsable de l'IA.
- Propose des pistes d'action, des exemples inspirants et des outils pour soutenir la prise de décision municipale.

Objectifs

Cette note résume un processus de recherche-action visant à :

- Mieux comprendre les usages, besoins et préoccupations des municipalités en matière d'IA.
- Recenser les meilleures pratiques de gouvernance pour le contexte municipal.
- Soutenir une adoption responsable, durable et adaptée aux réalités des villes.

Approche

Cette note s'appuie sur :

- Des ateliers de consultation avec des municipalités du Québec et de la Wallonie-Bruxelles.
- Une analyse des besoins, défis et capacités organisationnelles des villes.
- Une revue de littérature scientifique et professionnelle sur les technologies et la gouvernance de l'IA municipale.

Technologies d'IA pour les services municipaux :

Les usages de l'IA dans les services municipaux sont déjà nombreux, mais leur niveau de maturité demeure très variable. Certaines applications, comme **la gestion de l'eau, l'éclairage intelligent** ou **les feux de circulation adaptatifs**, produisent déjà des bénéfices concrets en matière de prévention, de gestion des ressources et de qualité des services. D'autres technologies, notamment les **systèmes météorologiques routiers**, les **égouts intelligents** ou certaines solutions de **gestion des matières résiduelles**, demeurent plus expérimentales et encore peu documentées. L'IA contribue également à améliorer la planification territoriale grâce aux **systèmes d'information géographique**, à l'analyse de **données géospatiales** et aux **jumeaux numériques**, qui permettent de mieux comprendre et simuler le fonctionnement des systèmes urbains.

Toutefois, plusieurs enjeux reviennent de façon récurrente : coûts élevés, consommation énergétique importante, vulnérabilités en matière de cybersécurité, limites liées à la qualité des données, manque de recul sur certaines technologies et risque de dépendance à des systèmes complexes. **Les bénéfices potentiels de l'IA doivent donc être évalués à la lumière des capacités organisationnelles, des besoins réels et des objectifs poursuivis par chaque municipalité.**

Points de vigilance

1 Surveillance et droits de la personne :

Évaluer l'impact de l'IA sur les droits humains en continu et assurer une conformité légale afin de prévenir les risques de surveillance et de discrimination.

2 Enjeux réglementaires :

Intégrer la conformité, la sécurité et la protection des renseignements personnels dès la conception des technologies, afin d'atténuer les enjeux réglementaires.

3 Cybersécurité :

Créer des structures de gouvernance de la cybersécurité responsables de la gestion des risques, de la formation et de la coordination entre les services.

4 Interopérabilité :

Adopter une gouvernance globale de l'interopérabilité intégrant ses dimensions juridiques, organisationnelles, sémantiques et techniques.

5 Impacts socio-économiques et environnementaux :

Accompagner l'adoption de l'IA de mécanismes de formation, de participation et d'évaluation afin de prévenir les effets sociaux et organisationnels indésirables.

6 IA générative :

Promouvoir une utilisation responsable de l'IA générative en assurant la confidentialité et la fiabilité de l'information, en limitant les impacts environnementaux et en maintenant un contrôle humain qui préserve l'autonomie des employés.

La gouvernance collaborative : un levier pour une IA responsable et durable

La gouvernance collaborative repose sur la participation des municipalités, des milieux académiques, des entreprises et des citoyens à la conception, au déploiement et à l'évaluation des initiatives en IA. Elle favorise une adoption responsable des technologies en renforçant la prévention et la supervision des enjeux tels que la protection de la vie privée et la fracture numérique, en plus d'aider à surmonter les obstacles organisationnels à son adoption en favorisant une mutualisation des ressources. Des approches comme la quadruple hélice et les Living Labs offrent des espaces d'expérimentation et de facilitation pour soutenir cette collaboration.

Recommandations

- Mettre en place des processus de gouvernance collaborative pour accompagner l'adoption responsable de l'IA, incluant une acquisition conforme à la réglementation et une évaluation continue des risques et des biais.
- Assurer un leadership politico-administratif et des structures de gouvernance partagée favorisant la collaboration entre les services municipaux, les villes et les parties prenantes.
- Évaluer en continu les initiatives d'IA selon une approche inclusive afin d'assurer une gouvernance responsable et durable.
- Poursuivre les recherches sur les usages municipaux de l'IA afin de mieux documenter leurs coûts, leurs bénéfices et leurs impacts environnementaux.

Phase 1 : Planification

- Lancer l'initiative
- Analyser le contexte local
- Évaluer les besoins et les risques
- Construire une vision et des principes communs
- Définir des objectifs stratégiques et des mécanismes d'évaluation

[Cycle du cadre de gouvernance collaborative des initiatives municipales](#)

Phase 2 : Mise en oeuvre

- Élaborer un plan et une stratégie de mise en oeuvre
- Créer des structures de gouvernance
- Mobiliser des ressources
- Former et éduquer
- Impliquer les citoyens

Gouvernance collaborative

Phase 3 : Évaluation et pérenisation

- Évaluer l'atteinte des objectifs selon diverses perspectives
- Effectuer un suivi continu des risques et des bénéfices des initiatives
- Péreniser la gouvernance collaborative

Quelques sources pour aller plus loin :

- UNESCO (2021), Recommendation on the ethics on Artificial Intelligence, <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137>
- Kitchen, R., & Dodge, M. (2019). The (in) security of smart cities : Vulnerabilities, risks, mitigation, and prevention. Journal of Urban Technology, 26(2), 47-65.
- Pinto, H., Valente, B., & Elston, J. (2025). The Governance of Smart Regions in Peripheral Areas : Exploring the Case of a Tourism-Dependent Region. Urban Science, 9(5), 143.

Table des matières

Note de politique.....	3
Liste des tableaux	6
Liste des figures	6
Comment utiliser cet outil.....	7
Infographie de navigation dans le document.....	8
Introduction.....	12
Méthodologie	20
1. Technologies d’IA pour les services municipaux	21
1.1 Gestion de l’eau.....	24
1.2 Éclairage	26
1.3 Signalisation et feux de circulation	27
1.4 Information météorologique routière.....	28
1.5 Égouts	29
1.6 Matières résiduelles	30
1.7 Infrastructures vertes	31
1.8 Construction et permis	32
1.9 Jumeaux numériques	33
Synthèse de la section <i>Technologies d’IA pour les services municipaux</i>	35
2. Points de vigilance	37
2.1 Éviter de transformer les villes en territoires de surveillance et assurer le respect des droits de la personne.....	38
2.2 Faire face aux enjeux réglementaires	41
2.3 Renforcer la cybersécurité	47
2.4. Promouvoir l’interopérabilité.....	49
2.5 Prévenir les impacts socio-économiques et environnementaux	50
2.6 Assurer une gouvernance responsable de l’IA générative	52
Synthèse de la section <i>Points de vigilance</i>	54
3. Meilleures pratiques de gouvernance collaborative municipale de l’IA et du numérique.....	56
3.1 Coconstruire un cadre de gouvernance collaborative appliqué à l’IA et au numérique	57
3.1.1 Phase de planification	58
3.1.2 Phase de mise en œuvre	61

3.1.3 Phase d'évaluation et de pérennisation.....	68
3.2 Assurer un leadership politico-administratif.....	71
3.3 Assurer l'existence de structures de gouvernance collaborative	73
3.4 Renforcer la collaboration entre les villes.....	76
3.5. Multiplier les sources de financement	78
Synthèse de la section <i>Meilleures pratiques de gouvernance collaborative municipale de l'IA et du numérique</i>	84
Conclusion et recommandations.....	87
Références.....	91
Glossaire	108
Annexe. Liste de contrôle cadre de gouvernance collaborative	112

Liste des tableaux

Tableau 1. Gestion de l'eau	24
Tableau 2. Éclairage.....	26
Tableau 3. Signalisation et feux de circulation.....	27
Tableau 4. Information météorologique routière	28
Tableau 5. Égouts	30
Tableau 6. Matières résiduelles	30
Tableau 7. Infrastructures vertes	32
Tableau 8. Construction et permis	32
Tableau 9. Occasions de financement ou de service-conseil pour les municipalités du Québec en développement de capacités numériques, d'intelligence artificielle et d'innovation verte	81
Tableau 10. Projets d'IA de la MRC de Thérèse-De Blainville	82
Tableau 11. Occasions de financement ou de service-conseil pour les municipalités de Wallonie-Bruxelles en développement de capacités numériques, d'intelligence artificielle et d'innovation verte	83

Liste des figures

Figure 1. Valeurs et principes de l'approche en éthique en IA de l'UNESCO	14
Figure 2. Répartition des projets d'IA au Québec par domaine d'activité	23
Figure 3. Principes de l'utilisation responsable de l'IA par l'administration publique au Québec	43
Figure 4. Principes de la Charte de données numériques de la Ville de Montréal	46
Figure 5. Phases du cadre de gouvernance des données de la Ville de Montréal	46
Figure 6. Principes du Cadre européen d'interopérabilité.....	49
Figure 7. Dimensions de l'interopérabilité	49
Figure 8. Cycle du cadre de gouvernance collaborative des initiatives municipales	58
Figure 9. Modèle de gouvernance quadruple hélice de l'IA et du numérique par les administrations municipales	75

Comment utiliser cet outil

Les différents instruments proposés dans le document ne visent pas à être appliqués au pied de la lettre. Ils pourront être utilisés selon les intérêts, besoins et capacités des utilisateurs. Il est à noter que les informations présentées s'inscrivent dans un contexte évolutif, appelé à se transformer au gré des avancées de la recherche et des cadres émergents.

Cet outil est structuré en trois grandes parties : 1) une présentation de technologies basées sur l'IA pour les services municipaux (avantages, risques, recommandations et cas d'usage); 2) une présentation de six points de vigilance pour une adoption responsables de l'IA et du numérique par les municipalités (enjeux, pistes d'action pour les gestionnaires, exemples); et 3) une présentation de meilleures pratiques de gouvernance collaborative* de l'IA et du numérique par les municipalités.

Malgré son ampleur, l'outil offre des informations susceptibles d'être utiles pour les décideurs, les gestionnaires et les équipes informatiques des municipalités. Elles portent à la fois sur les technologies, leurs enjeux et mécanismes de gouvernance. Ces informations sont appuyées par une vaste variété d'exemples d'application au Québec, au Canada et à l'international.

Pour faciliter la consultation de ce document, une [infographie de navigation dans le document](#) vise à aider les utilisateurs à repérer plus facilement les informations dont ils ont besoin selon leurs intérêts en lien à leurs besoins, stratégies, initiatives et niveau d'avancement des projets, ainsi qu'à regrouper les pistes d'action pour les gestionnaires. En cliquant sur les liens, vous accéderez plus facilement aux informations dont vous avez besoin.

IA, villes et gouvernance collaborative

3 astuces pour une gouvernance responsable et durable

Aqueduc

Barcelone

Technologies basées sur l'IA pour les services municipaux et cas d'usage

1.

Permis

Vienne

Infrastructures vertes

Sainte-Julie

Égouts

Matières résiduelles

San Francisco, Barcelone et Copenhague

Jumeaux numériques

Japon

Feux de circulation

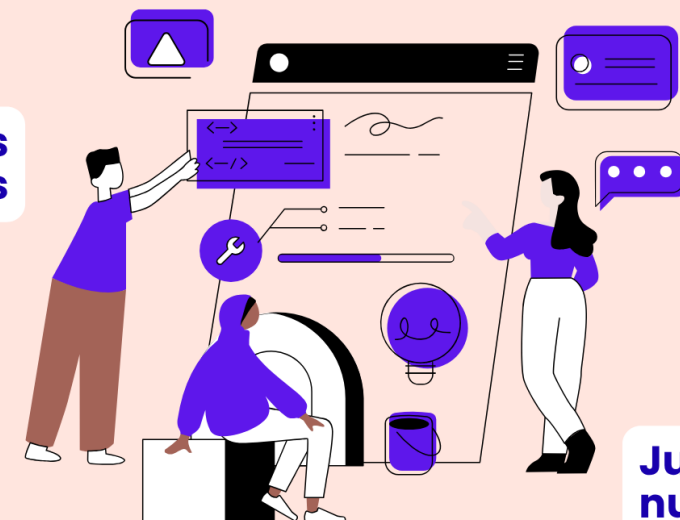
Toronto

Éclairage

Lightsavers du Climate Group

Météorologie routière

Iowa



Cette infographie vise à aider les utilisateurs à repérer plus facilement les informations dont ils ont besoin.

IA, villes et gouvernance collaborative

3 astuces pour une gouvernance responsable et durable

1. Surveillance et droits de la personne

- Évaluation d'impact sur les droits humains au long du cycle de vie de l'IA et prévention des biais.
- Un délégué à la protection des données (RGPD).
- Aviser la Commission d'accès à l'information si biométrie (Loi 25) et demande du consentement

2. Points de vigilance

2. Enjeux et cadres réglementaires

Cadre Québec :
Loi sur la gouvernance
et la gestion des
ressources
informationnelles

Loi 25

3. Cybersécurité

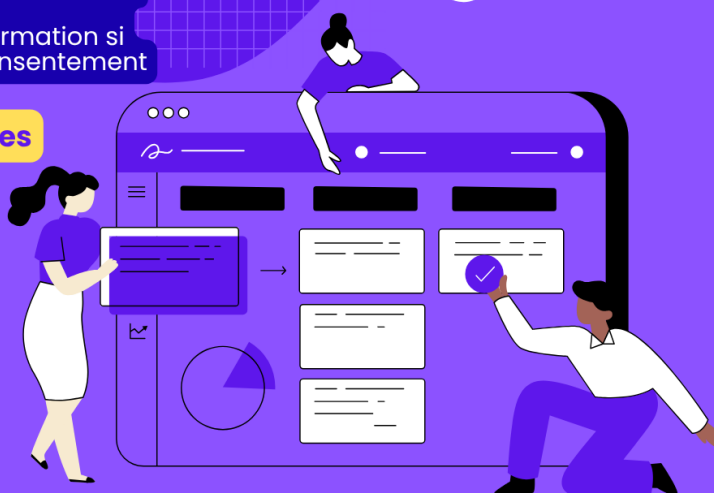
- Aviser la Commission d'accès à l'information si incident (Loi 25).
- Sécurité par design et expérimentation.
- Structures de gestion, comité d'audit et équipe de sécurité centrale.
- Mesures de conformité, gouvernance et surveillance en continu.

4. Interopérabilité

- Assurer une gouvernance globale de l'interopérabilité.
- Intégrer les standards en interopérabilité (méthode CAMSS, principes CEI, MIM).
- Considérer les quatre couches de l'interopérabilité (juridique, organisationnelle, sémantique et technique).

5. Impacts socio-économiques et environnementaux et 6. IA générative

- Mécanismes de prévention, d'atténuation et d'évaluation des impacts.
- Programmes de formation pour les employés municipaux et la population (compétences numériques, formation éthique et en droits humains).
- Prendre en compte les différents besoins de la population.
- Garantir la confidentialité, le contrôle humain et éviter une surutilisation de l'IA générative.



Six points de
vigilance pour
une adoption
responsable

Pistes d'action pour la coconstruction d'un cadre de gouvernance collaborative

IA, villes et gouvernance collaborative

3 astuces pour une gouvernance responsable et durable

3. Meilleures pratiques

1. Lancement de l'initiative et mobilisation des parties prenantes

2. Analyse du contexte local

3. Évaluation des besoins et des risques

4. Construire une vision commune et un cadre de principes

5. Définir des objectifs stratégiques

6. Définir les mécanismes d'évaluation et de suivi

1. Élaborer un plan et une stratégie de mise en œuvre

2. Créer des structures de gouvernance

3. Mobiliser les ressources humaines, financières et techniques

4. Former et éduquer employés et citoyens

5. Impliquer les citoyens

1. Développer l'évaluation selon les objectifs stratégiques

2. Inclure une variété de perspectives

3. Évaluer les risques en continu

4. Pérenniser la gouvernance collaborative

5. Prioriser les actions à fort impact

6. Défendre et développer une diversité d'appuis politiques

Phase de planification

Barcelone

Phase de mise en œuvre

Amsterdam, Barcelone et Bruxelles

Phase d'évaluation et de pérennisation



IA, villes et gouvernance collaborative

3 astuces pour une gouvernance responsable et durable

Structures de gouvernance

Bonnes pratiques de gouvernance collaborative pouvant aider à résoudre des enjeux existants.



Assurer un leadership Politico-administratif

- Assurer le leadership de structures collaboratives à toutes les phases des initiatives et dans l'assignation des rôles et responsabilités.
- Désigner un gestionnaire comme « champion » de l'initiative.

Types de structures de gouvernance collaborative

Structures politiques

Réseau espagnol des villes intelligentes (RECI), Smart Aarhus, Barcelone, Londres et Algarve

Structures administratives

Smart Aarhus, RECI et Helsinki

Groupes de travail

Smart Aarhus, RECI et Turin

Living Labs

Formation des employés et des citoyens

Amsterdam

Barcelone

Bruxelles

Renforcer la collaboration entre les ville

Villes de petite taille (Crète, Corse, Slovaquie)

MRC de Thérèse-De Blainville

Meilleures pratiques de financement

Québec

MRC de Thérèse-De Blainville

Wallonie-Bruxelles



Introduction

Qu'est-ce que l'IA et les technologies numériques ?

L'IA fait référence à des systèmes reproduisant des comportements intelligents humains, car ils ont la capacité d'analyser leur environnement et d'agir avec un certain degré d'autonomie pour atteindre des objectifs, à partir de l'apprentissage automatique* et de l'apprentissage profond ^[54].

Les technologies numériques sont des systèmes, des outils ou des appareils permettant la génération, la création ou le stockage de données ^[45]. L'Internet des Objets* (IoT) concerne le réseau d'objets physiques connectés à Internet, dotés de capteurs et de logiciels leur permettant d'échanger des données avec d'autres appareils et systèmes en ligne.

L'IA et les technologies numériques, comme l'IoT qui permettent à des capteurs de collecter des données en temps réel, sont devenues utiles pour la gestion des systèmes urbains complexes pour faire face aux défis liés à l'urbanisation croissante, à l'environnement et aux inégalités socio-économiques.

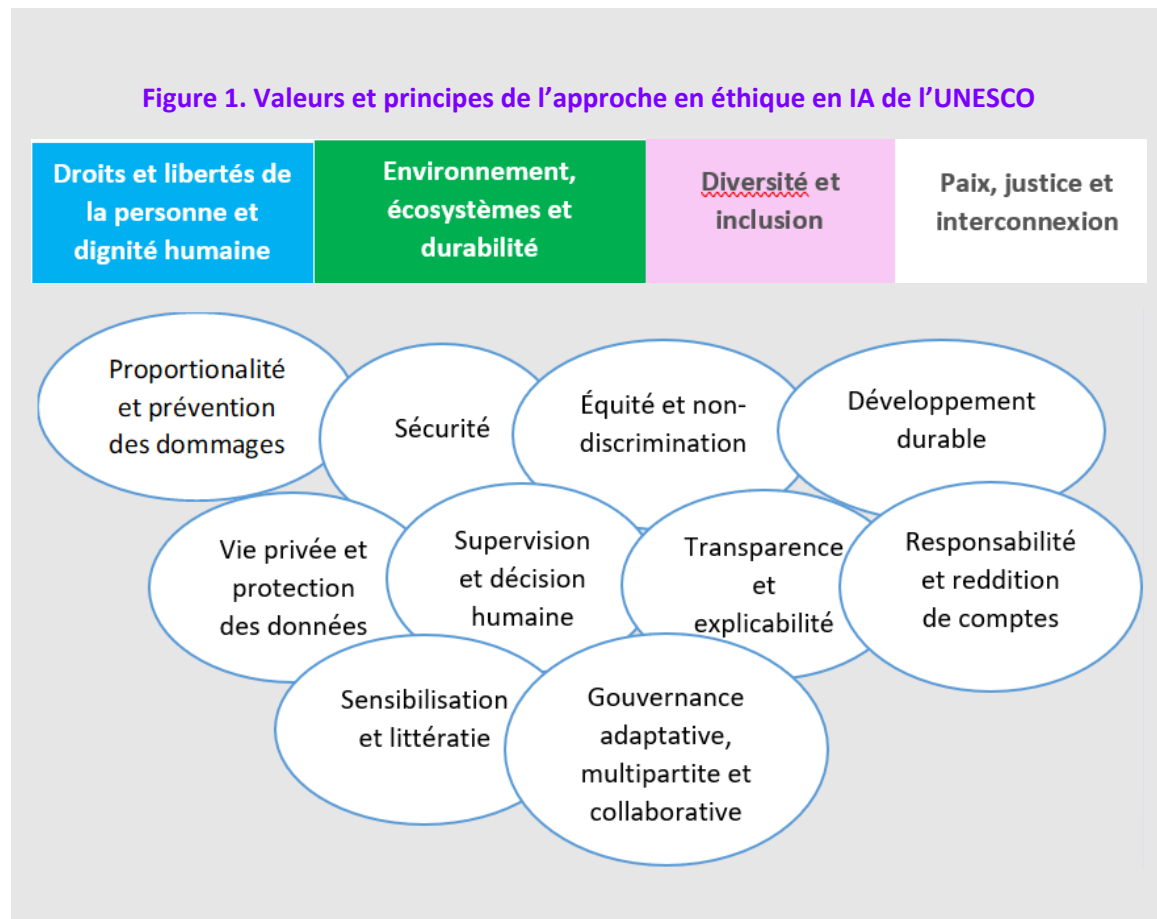
Elles peuvent contribuer à une meilleure visualisation, compréhension et optimisation des systèmes d'infrastructure, tout en améliorant la planification, la qualité des services publics et la résilience des villes. Elles peuvent aider au développement d'une économie axée sur l'innovation* et le développement durable, en plus d'augmenter l'efficacité du gouvernement numérique, de ses services et ressources ^[53,55-57].

Basé sur une recension des écrits sur la gouvernance des villes intelligentes, sur la gouvernance responsable de l'intelligence artificielle* (IA) et du numérique et sur les risques et avantages de technologies basées sur l'IA pour les services municipaux, cet outil de recherche-action résultant d'une démarche de collaboration entre des chercheurs et des villes du Québec et de la Wallonie-Bruxelles, vise à transférer aux municipalités les meilleures pratiques de gouvernance de l'IA et du numérique au niveau municipal. Financé par l'Observatoire international sur les impacts sociétaux de l'IA et du numérique (Obvia) et le Fonds de recherche du Québec, l'outil a été développé par le Cité-ID LivingLab de l'ENAP, en collaboration avec le FARI – Institut en IA pour le bien commun de Bruxelles, les cochercheurs du projet et les villes de Gatineau, Laval, Montréal, Sainte-Anne-des-Plaines, Shawinigan, Bruxelles, Namur et la Région Bruxelles Capitale.

Cet outil est complémentaire à d'autres efforts récents visant à encourager une adoption responsable et durable de l'IA et du numérique au sein des municipalités du Québec. Parmi ces initiatives figurent notamment le [guide](#) de l'Obvia pour l'utilisation municipale responsable de l'IA générative, le [guide pratique](#) élaboré par IVADO et Nord Ouvert pour soutenir une gouvernance municipale responsable de l'IA, ainsi que le [rapport](#) publié par le Mila et ONU-Habitat. Ce dernier étudie les risques liés aux usages de l'IA en milieu urbain et propose un cadre de gouvernance des algorithmes fondé sur le cycle de vie des systèmes d'IA, en plus de guider le développement de stratégies urbaines en la matière. D'autres projets sont également en cours, dont ceux d'Élise Paichard et Steve Jacob à l'Université Laval, portant sur les usages environnementaux des technologies d'IA au niveau municipal à partir d'une étude de cas en France, au Royaume-Uni et au Québec, ainsi que les travaux de l'Institut de la résilience et de l'innovation* urbaine (IRIU), qui coordonne un projet collaboratif entre municipalités québécoises pour réduire les GES et renforcer la résilience urbaine*. Il convient également de souligner le projet d'accompagnement en éthique de l'IA, basé sur le cadre de l'Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la Science et la

Culture (UNESCO), mené à la Ville de Québec par Bryn William-Jones et Antoine Boudreau LeBlanc de l'École de santé publique (ESPUM) de l'Université de Montréal (UdeM). Il est nécessaire de mieux intégrer les efforts existants en matière de gouvernance de l'IA au Québec, ainsi que renforcer la collaboration au sein de l'écosystème d'innovation* afin de mieux soutenir une adoption municipale responsable et durable.

L'adoption de la [Recommandation en éthique en IA](#) à la conférence générale de l'UNESCO à Paris en 2021 fonde une approche éthique à l'utilisation responsable de l'IA à visée mondiale, cherchant à réduire les risques et les préjudices afin qu'elle contribue au bien-être de l'humanité et de l'environnement. Elle instaure un cadre de valeurs et de principes visant à guider les politiques et les pratiques de régulation en IA par les gouvernements et les organisations, en intégrant les **considérations éthiques** à chaque étape du **cycle de vie des systèmes d'IA**. Cela permet d'évaluer et de guider les technologies d'IA via des mécanismes de supervision, d'évaluation d'impact et d'audit, appuyés par des processus de gouvernance inclusifs entre les parties prenantes. Cette approche part d'une reconnaissance des effets à la fois bénéfiques et néfastes de l'IA au niveau social, environnemental, des écosystèmes et de l'être humain, ainsi que de son influence sur l'esprit humain et son autonomie. Il s'agit d'une perspective basée sur le respect des **droits de la personne et du droit international**, de la **loi**, de l'**équité socio-économique** et de **genre**, de l'**environnement**, ainsi que des **valeurs** et des **principes éthiques**.



S'inscrivant dans l'approche de l'UNESCO à l'utilisation éthique et responsable de l'IA et du numérique et l'appliquant au domaine municipal, **le présent outil** part d'un intérêt à savoir **comment la gouvernance collaborative* en plus d'aider les municipalités à assurer un déploiement responsable de l'IA tout au long de son cycle de vie, peut aider à résoudre les enjeux liés à son adoption par les municipalités**. À partir d'une démarche de recherche-action, intégrant des chercheurs et des villes du Québec et de la Wallonie-Bruxelles, nous avons réalisé des rencontres permettant un échange d'expériences et une identification des besoins des villes, ainsi que des obstacles rencontrés à l'adoption et au déploiement des initiatives en IA.

À partir de l'analyse des enjeux et besoins exprimés par les villes, nous avons réalisé une recension des écrits des meilleures pratiques de gouvernance de l'IA et du numérique au niveau municipal afin d'examiner dans quelle mesure les approches de gouvernance collaborative* permettent de répondre aux défis identifiés. Plus spécifiquement, les villes nous ont demandé d'apporter des connaissances les aidant à mieux orienter leurs processus d'adoption et à identifier des pistes de solution aux enjeux réglementaires, technologiques, politiques, financiers, en cybersécurité* et socio-économiques existants.

Elles nous ont demandé également de réaliser une **revue de la littérature sur des technologies utilisées pour la gestion des services municipaux, basées sur l'IA**, afin de les aider à mieux les connaître, ainsi que leurs avantages et enjeux, en apportant des cas d'usage. La revue des technologies que nous avons réalisée est complémentaire à celle du Mila et ONU-Habitat^[58] sur des applications en IA déployées dans les villes, et se centre spécifiquement sur les technologies d'IA pour la gestion des services municipaux. Présentées dans la **première partie de l'outil**, nous montrons qu'elles sont à différents degrés de développement autant au niveau de la recherche que de leur implantation. Elles présentent autant d'avantages (meilleure gestion, suivi, prévention et planification, détection de défaillances, réduction de GES dans certains cas) que d'enjeux (coûts, consommation énergétique, erreurs, risques de manipulation et perte d'expertise humaine). Plus de recherches sont nécessaires pour être en mesure de choisir les technologies les plus avantageuses au niveau de leur consommation énergétique et de leur coût. Cette recherche ne porte pas spécifiquement sur l'IA générative, mais les enjeux à son adoption et des pistes d'action pour garantir son utilisation éthique et responsable sont présentés au point de vigilance 5 à partir du [guide](#) de l'Obvia.

Parmi les enjeux qui nous ont été partagés lors des rencontres avec les villes de la Wallonie-Bruxelles et du Québec figurent l'existence de barrières réglementaires, d'enjeux de vie privée, des difficultés à garantir la souveraineté numérique et la propriété des données par les municipalités, à assurer l'interopérabilité* entre les systèmes et la cybersécurité. À cela s'ajoute la difficulté à garantir le support politique des élus et sa continuité au-delà des périodes électorales, un manque de financements et d'expertises, ainsi que l'existence de craintes des employés municipaux quant aux effets de l'adoption de l'IA sur leurs emplois, en plus des enjeux liés à la fracture numérique.

C'est ainsi que dans la **deuxième partie de l'outil**, nous présentons **six points de vigilance** concernant plusieurs des enjeux soulevés par les villes. Pour chaque point de vigilance, nous proposons une analyse des enjeux, des pistes d'action pour les gestionnaires affichées dans des encadrés bleus, complémentés par des exemples situés dans des encadrés gris, dans certains des points. Il s'agit de points de vigilance interconnectés qui sont difficilement séparables les uns des autres.

En premier, nous présentons le point de vigilance concernant **la surveillance* et le respect des droits de la personne**, notamment du droit à la vie privée*, étant l'un des principaux enjeux de l'implantation de systèmes d'IA dans les villes affectant les droits de la population, soulevés par la littérature scientifique.

Une attention particulière doit être portée aux usages de l'IA et du numérique par la sécurité publique à des fins de surveillance* et aux doubles usages, notamment lorsque des technologies de reconnaissance faciale sont déployées, présentant des enjeux légaux et réglementaires, en plus de poser des risques de concentration des activités policières dans des quartiers marginalisés et d'accentuer la discrimination et les biais liés à la race, au statut socio-économique et à l'appartenance ethnique^[58]. Afin de prévenir ces risques, il est nécessaire de mettre en place des mécanismes de surveillance* et d'évaluation d'impact sur les droits de la personne tout le long du cycle de vie de l'IA dans le cadre d'une approche de *privacy by design** anticipant les risques, testant les technologies et assurant une surveillance* de leur déploiement par les parties prenantes. Les municipalités doivent également se conformer aux exigences légales du Règlement général sur la protection des données (RGPD) dans l'Union Européenne et de la Loi 25 au Québec, notamment en matière de surveillance, d'obtention du consentement et d'utilisation de la biométrie. Nous présentons l'exemple de la [Charte de données de la Ville de Montréal](#) en matière de protection de la vie privée* et de prévention de la surveillance.

En lien au premier point, le deuxième point de vigilance concerne les **enjeux réglementaires**, permettant de clarifier les principes et les cadres réglementaires et éthiques internationaux (RGDP, principes CARE, FAIR, Charte internationale des données ouvertes*) et au Québec (Loi 25, Loi sur la gouvernance et la gestion des ressources informationnelles des organismes publics et des entreprises du gouvernement). Lié au deuxième point, le troisième point de vigilance a trait à la **cybersécurité*** et expose les connaissances sur les risques à la sécurité de l'utilisation de technologies d'IA pour la gestion des services municipaux. La littérature consultée propose d'adopter une approche de *sécurité par design*, intégrant conformité réglementaire, en matière de cybersécurité* et standards en interopérabilité*. Alors que l'évaluation des risques et les standards en cybersécurité* sont intégrés au design des technologies et doivent être testées avant leur déploiement, l'existence de structures de gestion (comité d'audit, équipe de sécurité) permet de surveiller la conformité et de superviser la cybersécurité, notamment en effectuant des tests et des évaluations, en tenant des registres des incidents, ainsi qu'en et assurant les interventions d'urgence, la formation du personnel et la coordination avec les services municipaux. En lien aux points précédents, le point de vigilance numéro quatre, relatif à l'**interopérabilité***, présente plusieurs cadres internationaux (Méthode Commune d'Évaluation des Normes et Spécifications (CAMSS), [Cadre européen d'interopérabilité \(EIF\)](#), [Mécanismes minimaux d'interopérabilité \(MIM\)](#)), intégrant principes éthiques, dimensions juridiques, organisationnelles, sémantiques et techniques.

Le cinquième point de vigilance porte sur la **prévention des impacts socio-économiques et environnementaux de l'IA**. Il est appuyé par des exemples d'initiatives collaboratives durables de l'Union européenne. Ce point répond aux craintes exprimées par des employés municipaux sur les effets de l'IA sur leur emploi. Comme l'IA a un effet important sur l'emploi et le travail, il est nécessaire d'assurer des nouvelles compétences aux employés municipaux et aux citoyens pour être en mesure de s'adapter aux nouvelles conditions et de contrer la fracture numérique, en plus de développer des approches en éducation permettant de développer un esprit éthique, critique et de la responsabilité afin de promouvoir une utilisation responsable de l'IA. Des mécanismes de prévention, d'atténuation, d'évaluation et de suivi continu des impacts doivent être assurés, notamment en ce qui concerne les êtres humains (incluant leur autonomie et leur psychologie), les droits humains, ainsi que les dimensions économiques, sociales et environnementales. Il est nécessaire de prévoir des mécanismes de formation et de participation inclusifs des personnes en situation de vulnérabilité et d'handicap, en plus de promouvoir une collaboration entre les gouvernements municipaux, le secteur de l'éducation et la société civile^[59].

Ce point est en lien avec le sixième point de vigilance qui apporte une série de pistes d'action pour encourager une **utilisation responsable de l'IA générative par les employés municipaux**, incluant la mise en place de mesures pour garantir la confidentialité* et la fiabilité de l'information, la limitation de l'usage de l'IA générative pour prévenir les impacts environnementaux, ainsi que la mise en application de mécanismes pour assurer le contrôle humain des technologies, éviter de remplacer les employés municipaux par des technologies et préserver leur autonomie.

Qu'est-ce que la gouvernance collaborative* ?

Les recherches scientifiques montrent que la **gouvernance collaborative*** est nécessaire à la réussite des initiatives en IA et numériques menées par les municipalités, en permettant de surmonter les obstacles existants ^[60]. Elle se définit comme un processus de prise de décision formel, collectif, délibératif et consensuel, initié par une autorité publique, impliquant des acteurs non étatiques dans l'élaboration et la mise en œuvre de politiques ou de services publics ^[20].

La gouvernance collaborative* concerne également l'existence de structures de prise de décision partagées^[61], d'un environnement favorable apportant un cadre légal et politique adéquat^[62], ainsi que la distribution de ressources et de financements ^[63].

Dans le contexte de l'IA et du numérique, cela implique la création de réseaux collaboratifs durables ^[64] ou d'écosystèmes d'innovation*, réunissant les parties prenantes autour du développement technologique à partir de relations basées sur la **confiance** et des **objectifs communs** ^[14]. Le modèle de la quadruple hélice illustre cette approche, désignant la collaboration étroite entre les gouvernements municipaux, les universités, les entreprises technologiques et les citoyens ^[65].

La gouvernance collaborative* repose sur des structures de collaboration, des mécanismes de communication et de décision partagés, ainsi qu'une définition claire des rôles, encadrés par

des normes et des stratégies. Les municipalités doivent jouer un rôle central en assurant la coordination, le cadre réglementaire et l'accès au financement ^[66]. Elle nécessite des ressources tangibles (financières, infrastructures) et intangibles (expertises, support institutionnel), ainsi qu'un leadership* stratégique et des mécanismes d'évaluation et de suivi ^[14].

Cependant, il est nécessaire de préciser que la gouvernance collaborative* présente également des défis. Les municipalités ont une tendance à faire face à des enjeux concernant la gouvernance et la gestion des parties prenantes, notamment l'adhésion du secteur privé, l'inclusion des populations défavorisées et la participation des citoyens. À cela s'ajoutent des enjeux de financement et de durabilité de l'engagement, accentués par les coûts élevés de développement des projets^[67]

La **troisième partie** de cet outil porte sur **les meilleures pratiques de gouvernance collaborative* de l'IA et du numérique par les municipalités**. La gouvernance collaborative* est nécessaire à la réussite des initiatives en IA et numériques, car elle permet d'assurer l'existence d'un leadership* et de structures aidant à coordonner les intérêts et perspectives des parties prenantes et à mutualiser les ressources vers l'atteinte d'objectifs communs. Elle doit être planifiée en amont à la mise en place des initiatives. Bien qu'il soit possible d'adopter l'IA sans mettre en place des démarches de gouvernance collaborative*, de telles approches sont associées à des coûts plus élevés et à des risques accrus, notamment en matière de coordination, de légitimité et de déploiement responsable, ce qui peut compromettre l'atteinte de résultats probants^[60].

Premièrement, nous présentons un instrument qui peut être utilisé pour l'élaboration d'un **cadre de gouvernance collaborative*** proposant des pistes d'action selon les phases de planification, de mise en œuvre et d'évaluation/pérennisation. Reposant sur une analyse du contexte et des besoins locaux, sur le soutien politico-administratif, ainsi que sur une mobilisation des parties prenantes, notamment à l'interne, la phase de planification sert à orienter les actions selon une vision commune vers des objectifs clairs et mesurables par des mécanismes d'évaluation des risques et des impacts en continu assurant la cohérence, la faisabilité et la pérennité de l'initiative. La phase de mise en œuvre repose sur un leadership* mobilisateur visant à maintenir l'engagement des parties prenantes et à coordonner l'action collective via la mise en place de structures de gouvernance, la gestion des ressources humaines, financières et techniques, ainsi que le développement de programmes de formation pour les employés et les citoyens. Bien que l'évaluation traverse l'ensemble du processus, intégrant les perspectives de parties prenantes et des populations vulnérables, la phase d'évaluation et de pérennisation vise à mesurer les bénéfices et impacts de l'initiative au regard des objectifs stratégiques, ainsi que les effets socio-économiques, environnementaux et sur les droits humains de l'IA et du numérique.

Deuxièmement, nous présentons des bonnes pratiques pour faire face à l'enjeu du manque de **leadership* politico-administratif** en proposant des mécanismes aidant à garantir le leadership* des élus et de l'administration tout le long des initiatives. Troisièmement, nous exposons **différents types de structures de gouvernance collaborative*** (politiques, administratives, Living Labs, groupes de travail, etc.) promouvant différentes formes de leadership*, ainsi que des bonnes pratiques de collaboration inter-villes, appuyés par des exemples issus de l'Union européenne. Finalement, nous proposons des tableaux permettant d'identifier des sources de financement au Québec et en Wallonie-Bruxelles.

L'utilisation des instruments proposés tout le long de cet outil doit tenir compte des différences dans la maturité numérique et les ressources ou les capacités d'adoption de l'IA entre les municipalités. La **maturité numérique** est généralement comprise en fonction des phases du gouvernement numérique, à savoir la phase électronique (sites web, bases de données, formulaires informatisés, systèmes internes de gestion), la phase numérique (réseaux sociaux, données ouvertes*, infonuagique, 100% en ligne, *moshups* de données) et la phase algorithmique (mégadonnées, IoT, IA, agents conversationnels, outils analytiques et prédictifs, etc.)^[68].

Des outils d'évaluation ont été développés pour aider les administrations publiques à déterminer leur niveau de maturité numérique. La [méthode d'évaluation de l'état de préparation de l'UNESCO](#) est en cours d'implantation au Québec par [l'Obvia](#). Pour le niveau municipal, l'Union européenne a développé l'outil d'évaluation de la maturité numérique [Lordimas](#), disponible en ligne gratuitement. Il est recommandé

d'établir un portrait initial du numérique et de l'IA dans la municipalité, afin d'éclairer la prise de décision et de permettre la mesure des progrès accomplis. Le cadre d'indicateurs numériques locaux et régionaux (LORDI) inclut 40 indicateurs et porte sur sept dimensions de la gouvernance numérique, notamment le design des services, la gestion des données et l'interopérabilité*. Par exemple, cette dernière catégorie inclut comme indicateurs la proportion de logiciels utilisés qui sont en *open source* et l'utilisation de normes et de solutions ouvertes (*open standards*)^[69].

Au Québec, le niveau de maturité numérique varie d'une municipalité à l'autre, notamment en raison d'écarts dans les moyens financiers disponibles entre les plus petites et les plus grandes municipalités. Cela se répercute directement sur les capacités techniques des plus petites municipalités en matière de collecte, de gestion et d'analyse de données. Dans une étude réalisée par [Ville.Science](#), seuls 62 % des répondants à un sondage auprès de villes de moins de 3500 habitants, affirment que leur municipalité utilise des données numériques, contre 94% des répondants provenant de villes de plus de 100 000 habitants. Les grandes villes comme Montréal, Québec, Laval ou Gatineau bénéficient d'équipes informatiques beaucoup plus structurées, soit près de 700 personnes à Montréal.

Néanmoins, le nombre d'experts en informatique ne détermine pas la réussite des initiatives. En effet, la taille et la complexité administrative représentent des freins pour les grandes villes, alors que la collaboration inter-ville dans le cadre des municipalités régionales de comté (MRC) peut devenir un levier intéressant pour les petites et moyennes municipalités, comme l'illustre le cas de la MRC de Thérèse-De-Blainville. La littérature scientifique montre que la collaboration entre les villes aide à mutualiser des ressources et des expertises, aidant les petites villes à faire face aux différences en termes de capacités^[14]. Dans le contexte québécois, des organisations telles que IVÉO jouent un rôle structurant en soutenant cette mutualisation, notamment en accompagnant les municipalités dans le développement, l'expérimentation* et le partage de solutions technologiques adaptées à leurs réalités. Elle constitue également un levier important pour réduire la dépendance des villes à l'égard des fournisseurs privés de services informatiques, favorisant ainsi la souveraineté numérique. En mutualisant le développement d'infrastructures numériques et de solutions logicielles, ainsi qu'en lançant des appels d'offres conjoints, les municipalités renforcent leur capacité de négociation. Cette collaboration favorise l'intégration de critères d'approvisionnement responsable, la réduction des coûts et une meilleure interopérabilité* des systèmes grâce au partage d'architectures et de données.

Des exemples de mutualisation et de manières de faire de villes au Québec et à l'international sont présentés. S'appuyer sur les expériences d'autres villes permet d'éviter des erreurs et de partir d'une base solide de leçons apprises. Bien que certains des exemples puissent paraître éloignés de la réalité des petites, moyennes ou grandes municipalités selon leur degré d'avancement, l'idée est surtout d'aider à illustrer des manières de faire qui pourraient les inspirer.

Méthodologie

Au total, 93 articles scientifiques ont été inclus dans la recension des écrits sur la gouvernance municipale de l'IA et du numérique. Cela inclut 56 références issues d'une revue de la littérature réalisée auparavant par Cité-ID, sélectionnées sur Google Scholar (2010-2024), sur la gouvernance des villes intelligentes durables. Dans le cadre du présent projet, nous avons réalisé de nouvelles requêtes en anglais et en français pour la période 2010-2025 sur les bases de données Google Scholar, ABI/INFORM Collection, Oxford Academic Journals, Academic Search Complete (EBSCO), Scopus, Taylor & Francis, Wiley, Erudit et SAGE Journals. 37 nouveaux articles ont été inclus dans la recension des écrits après la lecture au complet des articles. Cela a été effectué à la suite d'une première sélection de 47 articles, après l'exclusion des doublons, réalisée à partir de la lecture des résumés par trois membres de l'équipe de recherche. De plus, une analyse documentaire de la littérature grise a été effectuée pour étudier la régulation (lois, chartes de données, guides, standards) et pour documenter les cas d'étude (rapports, articles de journal, stratégies, etc.). Une méthodologie évolutive a été adoptée pour intégrer de nouvelles références au fur et à mesure de la recherche et à partir des retours des chercheurs, des collaborateurs, des villes et de l'Obvia.

Une recension exploratoire de 34 articles scientifiques évalués par les pairs sur les technologies basées sur l'IA pour les services municipaux (aqueduc, éclairage, routes, égouts, matières résiduelles, infrastructures vertes*, permis, jumeaux numériques) a été également réalisée. Visant à offrir un aperçu des fonctionnalités et des risques des technologies. Ne s'agissant pas d'une recension systématique, elle comporte cependant des limites quant à la généralisation des résultats qui peuvent varier d'un auteur à un autre. Également, plus de recherches sont nécessaires pour être en mesure d'évaluer l'impact environnemental et le coût de chaque technologie recensée.



1. Technologies d'IA pour les services municipaux

À partir d'une revue de littérature sur des technologies basées sur l'IA utilisées par les services municipaux, cette section présente des tableaux décrivant les fonctionnalités et avantages, les risques et enjeux, ainsi que des recommandations de différentes technologies utilisées par les services municipaux. Les recherches sur ces domaines technologiques et leur implantation se retrouvent à des niveaux d'avancement différents, avec des domaines plus avancés comme les systèmes de gestion de l'eau et les feux de circulation intelligents, et d'autres moins avancés comme les égouts et les systèmes routiers.

Domaines d'utilisation de l'IA par les municipalités au Québec

Des outils s'appuyant sur l'IA permettent à des municipalités au Québec d'être mieux renseignées sur leur territoire. Le rôle de l'IA est souvent de traiter et de catégoriser des données récoltées à l'aide de caméras et de capteurs.

Par exemple, l'Assomption s'est dotée d'un « rover » qui détecte automatiquement les nids-de-poule et les cartographie, tandis que Plessisville a lancé, en collaboration avec sept autres municipalités, un projet pilote employant une collecte de données par drones afin de faciliter la gestion des infrastructures municipales^[70].

La Communauté métropolitaine de Québec a utilisé un modèle d'apprentissage profond pour reconnaître sur des photos aériennes prises en 2021 divers objets, comme des bâtiments, des arbres, des véhicules et des piscines. Ces données géographiques permettent entre autres le suivi de la couverture arborée, de l'occupation des stationnements et de l'installation de piscines, mais posent des enjeux liés à la surveillance* des citoyens par les autorités publiques^[71].

L'IA générative est aussi de plus en plus utilisée par les villes. Elle est employée pour assister les employés dans leur travail ou pour fournir des renseignements au public. Par exemple, Saint-Lin-Laurentides a fait affaire avec la firme Activis pour le développement d'un robot conversationnel. Celui-ci est intégré au site web de la ville et il fournit des renseignements sur les

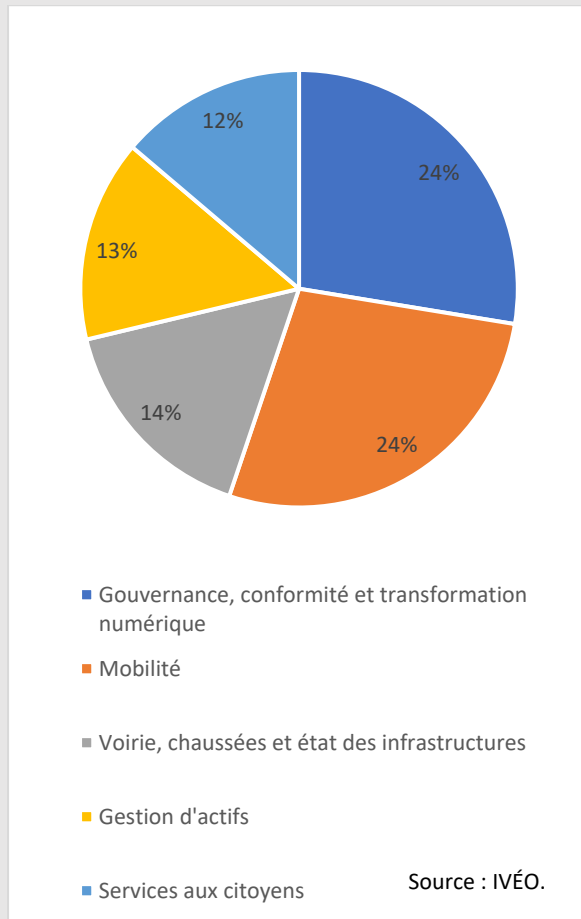
services municipaux au public^[72]. De plus, Laval a embauché Microsoft pour concevoir un assistant virtuel pour le personnel du centre d'appels 311 de Laval. L'outil facilite la recherche d'informations pour les employés et il permet de synthétiser les échanges avec les citoyens. Il a d'ailleurs aussi été utilisé pour effectuer le suivi des interventions de citoyens dans le cadre de consultations publiques^[73].

Si l'intelligence artificielle* constitue un domaine incontournable de technologies émergentes, il demeure qu'une part limitée des projets d'innovation* y font appel. Selon les données d'IVÉO, environ 30 % de leurs projets répertoriés chaque année intègre une fonctionnalité d'IA, une proportion relativement stable depuis 2022. Parmi ces projets, l'apprentissage automatique* (optimisation, modélisation prédictive, analyse de risques) représente la catégorie dominante avec 43 % des cas, suivi de la vision par ordinateur (détection de nids-de-poule, comptage, imagerie aérienne) à 38 %, puis des grands modèles de langage (LLM) à 19 %. Ce dernier segment connaît toutefois la croissance la plus marquée : absent en 2022, il représentait 2 % des projets en 2023, puis 7 % en 2024 et 16 % en 2025, porté notamment par le déploiement d'agents conversationnels municipaux.

Quant aux domaines d'application de l'IA, selon les données d'IVÉO, les projets se concentrent principalement dans la gouvernance, la conformité et la transformation numérique (24

%) et la mobilité (24 %), suivies de la voirie, chaussées et état des infrastructures (14 %), de la gestion d'actifs (13 %) et des services aux citoyens (12 %). La figure 2 présente les secteurs des projets utilisant l'IA.

Figure 2. Répartition des projets d'IA au Québec par domaine d'activité



△ 1.1 Gestion de l'eau

Les systèmes traditionnels de gestion de l'eau, fondés sur une supervision manuelle et des interventions souvent lentes, ne suffisent plus pour répondre aux enjeux liés à **l'urbanisation croissante**, aux changements climatiques et à la nécessité d'une gestion intégrée des ressources hydriques. Cette situation entraîne une forte pression sur les réserves d'eau, des pénuries, une distribution inefficace et des fuites récurrentes. Les systèmes intelligents de gestion de l'eau favorisent une gestion durable de cette ressource en contribuant à résoudre les enjeux liés au vieillissement des infrastructures, à la qualité de l'eau et aux situations de pénurie. L'intégration de l'IoT dans les systèmes urbains permet l'utilisation de capteurs interconnectés installés dans les conduites d'eau, les réservoirs et les stations de traitement pour **effectuer un suivi en temps réel** du débit, de la consommation, de la pression et de la qualité de l'eau (Tableau 1).

Tableau 1. Gestion de l'eau

Domaine de la technologie	Systèmes intelligents de gestion de l'eau [74–78]
Fonctionnalités et avantages	- Meilleure prévision et contrôle de la qualité de l'eau : permet de faire un suivi de la qualité de l'eau (pH, turbidité, contaminants comme les métaux lourds ou les bactéries nocives) et d'anticiper des problèmes futurs liés à la qualité. - Anticipation des pannes ou des besoins de maintenance : offre une conception intelligente des extensions de réseau tenant compte des incertitudes, en plus d'une gestion proactive des infrastructures pour anticiper les défaillances, y compris la détection de fuites et l'analyse des pertes physiques et commerciales. - Meilleure prise de décision et réduction des coûts : optimise l'exploitation des données et des capteurs pour améliorer la performance, soutenir la prise de décisions et optimiser les coûts, réduisant les coûts d'exploitation et d'investissement. - Prévision de la consommation : effectue une prévision de la demande basée sur l'apprentissage des données historiques. - Meilleure gestion des situations d'urgence : grâce à des plans de contingence adaptatifs fondés sur les données en temps réel, si un capteur détecte une déviation, le système peut déclencher des alertes, isoler les sections contaminées ou rediriger l'eau propre.
Risques et enjeux	- Manque de compréhension des enjeux éthiques et techniques : peu de recherches et de compréhension par les administrations municipales des implications de leur utilisation. - Perte de contrôle et d'expertise humaine : le remplacement de l'humain dans les tâches d'interprétation pose des risques majeurs d'erreurs d'interprétation automatisée, de manipulation des systèmes par des acteurs malveillants, de perte d'expertise, et de la dépendance aux technologies. - Risques d'erreurs et qualité des données : les algorithmes d'apprentissage par machine ont du mal à distinguer les états normaux et anormaux du système, en raison des fluctuations des comportements de consommation d'eau. La classification de la détection des fuites (fuites/pas de fuites) peut créer un déséquilibre des données donnant place à des biais et à des problèmes dans la détection des fuites réelles. En plus, la qualité des données collectées est incertaine, pouvant être affectée par le bruit, des erreurs, des dérives, par la qualité des capteurs, ainsi que par les conditions environnementales et les interventions humaines. - Défis techniques, opérationnels, économiques et réglementaires : ces défis sont liés à l'adoption conjointe de l'IoT, de l'Edge Computing*, de l'IA et du Big Data,

Recommandations

- notamment l'hétérogénéité des systèmes, la capacité de mise à l'échelle, la qualité et la représentativité des données, ainsi que les contraintes de ressources sur les dispositifs *Edge*.
- **Cybersécurité* et protection des données** : le secteur de l'approvisionnement en eau est vulnérable en raison du caractère critique de cette ressource pour la santé publique et de l'utilisation de technologies basées sur l'Internet sans fil par les systèmes. Également, des risques sont liés à la protection des données clients, comprenant des informations financières et des habitudes de consommation d'eau.
 - **Adopter une modélisation hydraulique 4.0** : intégrant IoT, *Big Data*, IA et jumeaux numériques, elle permet d'améliorer la planification et les opérations des services d'eau. En combinant données et modèles numériques pour créer un jumeau numérique* du réseau, elle permet de tester et de vérifier des scénarios en temps réel. Cependant, il est conseillé de s'appuyer sur **l'expérience acquise** avec les modèles hydrauliques classiques et identifier les limites comme contraintes opérationnelles.
 - **Commencer par des projets pilotes** : commencer par des projets pilotes ciblés, optimisant capteurs et collecte de données numériques pour tester l'efficacité de l'IA. Déployer des projets pilotes appliqués à l'eau non comptabilisée (*Unaccounted for water, UFW**) pour améliorer l'efficacité, détecter les fuites, optimiser les opérations et améliorer le service client, en combinant données historiques et temps réel.
 - **Réduire des coûts** : il est possible d'optimiser le nombre et l'emplacement des capteurs grâce à l'IA pour réduire les coûts associés à la technologie.
 - **Renforcer la cybersécurité*** : il est possible d'utiliser des algorithmes d'apprentissage profond et des « chasseurs robotiques » pour détecter des actions anormales, et identifier en continu des menaces potentielles. La cybersécurité* doit être prévue avant tout déploiement, implantant des systèmes de surveillance* en temps réel, des techniques de chiffrement avancées (surveillance* en temps réel avec microcontrôleurs ESP 32) et des pratiques de gouvernance robustes (*sécurité par design*).
 - **Assurer l'interopérabilité** : il est nécessaire d'assurer l'interopérabilité* des architectures, l'explicabilité des modèles, des pipelines IA sensibles à la dérive et une harmonisation réglementaire.
 - **Planifier la gouvernance** : appuyée sur une mise à jour des politiques nationales du secteur de l'eau nécessaire à la transformation numérique, l'application de nouvelles directives techniques et d'une feuille de route permettent d'utiliser efficacement et rentablement les outils numériques basés sur l'IA. Il est conseillé d'établir des cadres éthiques et de gouvernance afin de protéger les données personnelles, financières et techniques, de réguler l'eau non comptabilisée, en plus de fournir des cadres techniques et financiers pour soutenir les investissements.

Cas d'usage de Barcelone

Barcelone a déployé un vaste réseau de capteurs IoT dans son système de distribution d'eau, permettant de détecter les fuites, surveiller la consommation, et de garantir la qualité de l'eau. Les données en temps réel collectées par les capteurs sont analysées par des modèles d'IA.

Ce système permet d'optimiser la distribution, de réparer rapidement les fuites, en plus d'assurer le respect des normes de qualité de l'eau. Il a généré une réduction de 25% de pertes d'eau et une amélioration de 30% de l'efficacité de la distribution.

1.2 Éclairage

Permettant d'obtenir des données en temps réel et une gestion centralisée de l'éclairage urbain, l'éclairage intelligent est un **système multifonctionnel** grâce aux LED* et à l'IoT, permettant d'observer la pollution, le trafic, de servir de stations météo ou de bornes de recharge. Les LED* sont connectées à des **systèmes de gestion à distance**, permettant d'adapter l'éclairage aux conditions météorologiques et à la fréquentation des zones (Tableau 2). La mise en place de ces systèmes permet d'ajuster le niveau d'illumination selon les zones et horaires, de réduire les coûts de maintenance ainsi que de favoriser l'optimisation et la gestion du réseau grâce aux données de consommation en temps réel.

Tableau 2. Éclairage

Domaine de la technologie	Systèmes d'éclairage intelligents ^[79–81]
Fonctionnalités et avantages	- Optimisation de l'éclairage urbain : le remplacement des installations traditionnelles (consommation énergétique et GES importantes) par des LED* et l'intégration de systèmes intelligents permettent de réduire la consommation d'énergie, les coûts des lampadaires, leurs émissions de GES et la pollution lumineuse. Les LED* et les systèmes intelligents permettent de prolonger la durée de vie des luminaires, de réduire la chaleur émise et d'améliorer l'efficacité et la sécurité de l'éclairage.
Risques et enjeux	- Coûts élevés, consommation énergétique et complexité opérationnelle : malgré la réduction des coûts des lampadaires, l'implantation et l'entretien des systèmes sont onéreux sans parler des besoins en gestion et en formation du personnel. Également, malgré la réduction de GES grâce aux LED*, les capteurs et les serveurs sont énergivores. - Cybersécurité* : les vulnérabilités en matière de cybersécurité* exposent les infrastructures et les données à des risques de cyberattaques si la sécurité n'est pas intégrée dès la conception.
Recommandations	- Adopter des solutions d'éclairage innovantes : déployer des solutions telles que des lampadaires solaires LED* intelligents, des systèmes basés sur la technologie GSM avec capteurs LDR pour automatiser l'allumage, ainsi que surveiller l'état des lampes permettent de réduire le coût énergétique et de maintenance par rapport aux systèmes filaires traditionnels. - Utiliser des technologies de communication à faible consommation : des technologies comme LoRa ou NB-IoT permettent d'assurer une gestion centralisée de l'éclairage public, de prolonger la durée de vie des batteries, d'automatiser l'allumage, de détecter les défaillances et de réduire la surveillance* manuelle. - Adopter une approche globale de l'éclairage intelligent : fondée sur un inventaire des infrastructures et une gestion systémique, une telle approche permet de maximiser les économies d'énergie et l'efficacité des installations au-delà du simple remplacement des lampes.

Cas d'usage du programme *Lightsavers* du *Climate Group*

Ce programme a démontré le fort potentiel des LED* intelligentes pour transformer l'éclairage urbain à l'échelle mondiale. Des **projets pilotes** dans douze grandes villes, dont New York, Sydney et Los Angeles, ont montré des économies d'énergie significatives, une réduction des émissions de CO₂, et une amélioration de la qualité de l'éclairage. **Los Angeles** est un exemple pionnier de l'adoption de l'éclairage LED* intelligent à grande échelle. Grâce à l'intégration avec des systèmes de gestion centralisés et des technologies IoT, la ville a réalisé des **économies d'énergie de 65 %, soit environ 15 millions de dollars CAN par an, et une réduction annuellement de 65 000 tonnes de CO₂.**

1.3 Signalisation et feux de circulation

Les feux de circulation fonctionnent traditionnellement avec des minuteurs automatiques de durée fixe, lesquels sont souvent coordonnés afin d'améliorer la fluidité du trafic. Les développements dans les technologies de l'information ont permis la création de **systèmes de contrôle adaptatif** de signaux de circulation. Ces systèmes ajustent dynamiquement la longueur des arrêts des véhicules et piétons en fonction du **trafic** observé. Ces systèmes s'appuient sur des **capteurs** qui détectent les usagers de la route (automobiles, autobus, autres véhicules lourds, cyclistes et piétons). Les plus récents systèmes de monitoring utilisent des **radars** ou des **caméras**.

Les systèmes adaptatifs utilisent de plus en plus l'IA afin d'optimiser le flux de circulation. Les modèles conçus grâce à l'apprentissage automatique* sont souvent plus performants que les algorithmes utilisés précédemment. Différents modèles sont développés pour contrôler les feux de circulation en continu. Par exemple, une technologie développée en Italie repose sur la collecte de signaux Wi-Fi émis par les téléphones cellulaires des usagers de la route, tandis qu'une compagnie québécoise, Niosense, utilise les données GPS de camions (Tableau 3).

Tableau 3. Signalisation et feux de circulation

Domaine de la technologie		Signalisation et feux de circulation intelligents ^[82-87]
Fonctionnalités et avantages	-	Optimiser la capacité des intersections et réduction des GES : en réduisant le temps d'attente et la durée des trajets grâce aux feux intelligents, cela contribue à la diminution des émissions de GES. Améliorer la sécurité des usagers : en réduisant le nombre d'accidents aux abords des intersections équipées de feux intelligents. Accorder une priorité dynamique à certains usagers : tels que les autobus, les véhicules lourds ou les piétons, afin d'améliorer la fluidité et l'équité des déplacements.
Risques et enjeux	-	Vie privée : risques liés à la collecte d'informations sensibles lorsque les systèmes reposent sur des caméras. Manque de recul à l'échelle de la ville : les études existantes portent surtout sur quelques intersections, ce qui limite la connaissance des effets à moyen et long terme sur la circulation globale.
Recommandations	-	Soutenir une mobilité durable : Combiner l'adoption de feux intelligents à des politiques de mobilité durable, afin d'atteindre des réductions d'émissions de GES

Cas d'usage de Toronto

Toronto constitue un cas d'usage pertinent en matière de gestion intelligente du trafic, notamment grâce à l'adoption de systèmes de contrôle adaptatif des feux de circulation. La ville déploie chaque année entre 60 et 70 intersections équipées de feux intelligents, ce qui permet d'ajuster les cycles de feux en fonction des conditions réelles de circulation. Une priorité est accordée aux autobus, rendant leurs déplacements plus rapides et plus fiables sur les axes dotés de ces technologies. L'expérience torontoise montre également que les feux intelligents offrent une valeur ajoutée plus significative en périphérie urbaine, où les flux de circulation sont plus variables, qu'au centre-ville, déjà fortement contraint par la densité et la complexité du réseau routier.

1.4 Information météorologique routière

Les agences de transport font face à des **défis** majeurs pour maintenir les routes en bon état durant l'hiver, en raison de la variabilité des conditions météorologiques et de l'étendue des réseaux routiers. Les opérations comme le déneigement et le salage sont cruciaux, mais coûteuses. La **surveillance*** de l'état des routes est nécessaire pour garantir la sécurité routière et optimiser l'efficacité des transports. **L'IA** a amélioré la **capacité de détection** des conditions des surfaces des routes (Tableau 4).

Tableau 4. Information météorologique routière

Domaine de la Technologie		Systèmes d'information météorologique routière [88–90]
Fonctionnalités et avantages		- Meilleure gestion : analyse les données pour planifier une maintenance proactive, permettre des interventions rapides et optimiser l'allocation des ressources. - Meilleure sécurité et mobilité : améliore la sécurité et la mobilité hivernale grâce aux systèmes d'information météorologique routière (RWIS)* fournissant des données en temps réel sur les conditions routières aux autorités. - Meilleure planification du déneigement : évaluation de l'état des routes et planification des opérations de déneigement pour mieux répondre aux défis associés, tels que le besoin de ressources, l'efficacité des interventions, l'accès aux routes et la gestion des embouteillages.
Risques et enjeux		- Coûts élevés : les coûts associés à l'installation et à l'exploitation poussent les agences à optimiser l'utilisation de leurs systèmes et à estimer les conditions routières à partir de données limitées. - Difficultés techniques : l'estimation des conditions de surface routière (CSR) peut s'avérer difficile, en raison de l'incertitude et des changements météorologiques soudains, de l'influence des caractéristiques géographiques, topographiques et météorologiques, ainsi que de l'interaction avec des réseaux routiers complexes. - Limitations des stations RWIS*, fixes ou mobiles : les stations fixes offrent des données fréquentes mais limitées spatialement et sont coûteuses à installer et à entretenir, tandis que les stations mobiles couvrent plus d'espace mais moins souvent, rendant la cartographie complète des routes difficile.
Recommandations		- RWIS* mobiles et cartographies thermiques : compléter les stations fixes avec des RWIS* mobiles et utiliser la cartographie thermique via des capteurs infrarouges

montés sur des véhicules pour identifier les zones à risque (gel, neige) et optimiser les interventions de maintenance.

- **Analyser les conditions routières via des capteurs acoustiques** : les capteurs acoustiques intégrés aux roues et les algorithmes d'apprentissage machine permettent d'obtenir des mesures précises à faible coût.
- **Utiliser la modélisation des données RWIS*** : passer de la simple mesure à la modélisation des données RWIS* afin de comprendre la variation spatiale des conditions routières et d'optimiser la sécurité et les coûts de maintenance hivernale.

Cas d'usage en Iowa

Une étude de cas a été réalisée en **Iowa** aux **États-Unis**, où le département de transports dépense beaucoup de ressources à suivre et à améliorer les conditions routières.

La surveillance* et l'estimation des conditions de surface des routes en hiver (RSC) sont reconnues comme des tâches complexes, mais essentielles pour optimiser les opérations de maintenance hivernale (WRM) et soutenir les systèmes d'information avancés pour les voyageurs (ATIS).

Un modèle d'apprentissage profond (DL) a été développé pour **automatiser la reconnaissance**

des images RSC. Les résultats confirment son efficacité, bien que sa performance dépende fortement de la qualité des images, influencée par la technologie de capture.

Des améliorations futures incluent l'utilisation de modèles DL plus avancés, l'ajout de nouvelles catégories RSC, et l'intégration de caméras thermiques.

L'optimisation du placement des stations RWIS* et le développement d'un système participatif combinant des données officielles et des citoyens pourraient améliorer la précision des informations routières hivernales.

1.5 Égouts

Le traitement des eaux usées permet d'éliminer les polluants et de produire une eau réutilisable pour l'irrigation ou d'autres usages, réduisant ainsi la pression sur les ressources en eau douce et limitant la pollution des rivières et océans. Les **systèmes d'égouts unitaires** sont devenus **insuffisants** à cause de l'augmentation des fortes pluies. Les **systèmes d'égouts combinés** sont largement répandus dans les grandes villes du monde, mais leur débordement pose des **risques environnementaux et sanitaires majeurs**. Ils sont une source importante de pollution urbaine, notamment en micropolluants. Les **eaux usées industrielles** sont hautement **toxiques**, pouvant entraîner des problèmes de pollution et de santé pour les habitants. La **surveillance*** et la **gestion prédictive** des installations de traitement des eaux usées est donc **cruciale**.

La mise en place de **stations d'eaux usées** par les gouvernements nécessite une supervision continue, mais les petites stations sont souvent mal équipées et il y a un enjeu lié au manque de formation de la part du personnel. **L'IA, les systèmes d'information géographique*** et la **télédétection** peuvent être intégrées à la gestion des systèmes d'égouts et des eaux pluviales, ayant un potentiel d'améliorer la **résilience de ces systèmes aux crises** (Tableau 5).

Tableau 5. Égouts

Domaine de la technologie	Gestion intelligente des égouts (eaux usées et pluviales) [79,80,91–93]
Fonctionnalités et avantages	- Meilleure surveillance* et gestion de la qualité de l'eau et des défaillances : les systèmes intelligents basés sur l'IoT ont un potentiel d'utiliser des capteurs pour surveiller la qualité de l'eau, détecter les fuites et anomalies, et optimiser les processus de purification. L'IA permet une surveillance* continue de la qualité de l'eau (pollution, pH, oxygène dissous, turbidité) et alimente des systèmes d'aide à la décision pour choisir les meilleures stratégies. - Meilleure gestion du système : la gestion intelligente des eaux usées permet de superviser les équipements, de gérer la consommation énergétique, de prédire les performances et de réduire les coûts de production, permettant d'améliorer l'efficacité et la durée de vie des équipements, de diminuer les temps d'arrêt et d'améliorer la sécurité pour les opérateurs. - Gestion des eaux pluviales : l'utilisation d'outils de modélisation basés sur l'IA facilite la gestion des eaux pluviales, peut prédire les débits et la qualité des eaux pluviales, optimiser les pratiques de gestion (BMP) ainsi que déterminer l'emplacement des infrastructures.
Risques et enjeux	- Limites des modèles de modélisation des eaux pluviales et des égouts : ils restent des approximations malgré les progrès technologiques, avec des outils variés allant de solutions commerciales coûteuses à des solutions open source flexibles. - Enjeux similaires aux systèmes d'aqueduc : incluant les risques de cyberattaques, le manque d'interopérabilité*, de capacité de mise à l'échelle et de standardisation, ainsi que le besoin de gouvernance et de régulation pour faciliter l'intégration de l'IA. - Automatisation limitée des systèmes d'égouts unitaires : plus de recherches sont nécessaires pour atteindre une gestion intelligente et complète.
Recommandations	- Explorer l'utilisation du <i>blockchain</i>* pour améliorer la cybersécurité* : le <i>blockchain</i> * a un potentiel d'améliorer la sécurité des données. Des modèles explorent la capacité des algorithmes de détection d'anomalies à protéger contre les défaillances et cyberattaques, afin de contribuer à une gestion durable et sécurisée des eaux usées.

1.6 Matières résiduelles

L'utilisation de l'IA dans le domaine repose sur le déploiement de **capteurs** dans les **bacs de recyclage et poubelles**, dans les **camions** et aux sites de tri et de traitement des matières résiduelles. L'IA est utilisée pour traiter des **images** provenant de bacs de collecte pour détecter s'ils sont remplis. D'autres modèles d'IA conçoivent et ajustent les **itinéraires des camions** de collecte en s'appuyant sur des données en temps réel et en prévoyant les tendances futures de consommation. L'IA peut aussi **classer les déchets** avec des capteurs et caméras et en permettre leur **tri automatique** (Tableau 6).

Tableau 6. Matières résiduelles

Domaine de la technologie	Gestion intelligente des matières résiduelles [79,80,94]
Fonctionnalités et avantages	- Efficacité de la collecte : l'utilisation de l'IA pour la gestion des matières résiduelles permet une amélioration de l'analyse des flux de déchets et la logistique de collecte. - Économies : réduction des coûts opérationnels et de la consommation de carburants. - Amélioration des services : le recours à l'IA et aux bacs munis de capteurs permet de prévenir l'accumulation de déchets.

Risques et enjeux	-Maturité limitée : les solutions d'IA municipales sont encore souvent à un stade expérimental, avec des technologies peu testées dans une diversité de contextes urbains et opérationnels. -Impacts économiques inconnus : il manque de données probantes sur les bénéfices réels, malgré des promesses d'efficacité, en raison du nombre limité d'études évaluant les coûts et les économies générées par l'implantation de l'IA dans les municipalités. - Risques à la vie privée : la collecte de données à l'aide de capteurs et de caméras dans les bacs de recyclage et les poubelles permet aux autorités publiques de recueillir des informations potentiellement sensibles.
Recommandations	-Expérimenter avec les technologies émergentes : mettre en place des projets pilotes pour tester progressivement des solutions numériques et d'IA dans la modernisation des systèmes de collecte des déchets. - Considérer la tarification incitative : déployer des capteurs sur les bacs permet d'optimiser les itinéraires de collecte, mais aussi la mise en œuvre de tarification incitative. -Viser la diminution du volume de déchets : combiner les technologies d'IA à des politiques de réduction à la source et de réemploi, afin d'éviter de limiter leur utilisation à des gains d'efficacité opérationnelle sans impact sur la quantité de déchets générés.



Cas d'usage de San Francisco, Barcelone et Copenhague

San Francisco a **expérimenté** des technologies d'IA et des poubelles intelligentes. Des résultats prometteurs sont rapportés par l'entreprise privée, **Nordsense**, ayant mis en place les capteurs sur les poubelles publiques. Nordsense rapporte une **réduction de 80 % du nombre de poubelles saturées** et de 66 % du nombre de requêtes pour des intervention de nettoyage. Cependant, la ville de San Francisco ne rapporte pas si le projet pilote a été prolongé et ses conséquences à plus long terme.

À Barcelone et à Copenhague, des capteurs dans les bacs permettent d'envoyer des données en temps réel sur le niveau de remplissage à un système de gestion centralisé. L'analyse prédictive permet d'optimiser les itinéraires et horaires de collecte, réduisant les coûts de 40 %, les émissions de CO₂, ainsi que les débordements.



1.7 Infrastructures vertes

Les avancées dans la vision par ordinateur et l'apprentissage automatique* permettent de doter les **systèmes d'information géographique*** (SIG ou *GIS* en anglais) des villes de données massives. Les SIG désignent un ensemble d'outils matériels et logiciels dédiés à l'analyse spatiale, permettant d'exploiter l'information géographique pour analyser, modéliser des données et résoudre divers problèmes^[95]. Ces avancées facilitent la collecte et l'analyse de données sur les **infrastructures vertes***, soit les végétaux et les infrastructures végétalisés qui offrent des services écosystémiques. Les villes peuvent créer des **jumeaux numériques** de leurs infrastructures vertes* pour mieux comprendre la santé des végétaux sur leur territoire et pour réaliser des simulations et des prévisions (Tableau 7).

Tableau 7. Infrastructures vertes

Domaine de la technologie	Gestion intelligente des infrastructures vertes (analyse de la canopée, bassins de rétention) ^[23-27]
Fonctionnalités et avantages	- Cartographie : l'IA facilite la modélisation de la canopée et du profil hydrographique des territoires, en exploitant efficacement des données lidar*, aériennes, satellitaires et de niveau rue. - Inventaire d'arbres : les technologies d'IA soutiennent l'adaptation aux changements climatiques en générant des données sur la couverture arborée (couverture, nombre, hauteur et essences), avec des niveaux de précision élevés à différentes échelles territoriales (locale, régionale, nationale, mondiale). - Analyse de données massives* : l'analyse de grands volumes de données géospatiales peut renseigner la planification territoriale et environnementale.
Risques et enjeux	- Coûts : les images lidar* et les photos aériennes sont dispendieuses, surtout pour les municipalités couvrant de vastes territoires.
Recommandations	- Exploiter les données existantes : identifier les jeux de données ouvertes* déjà disponibles en ligne (ex. données des régions métropolitaines de recensement du Québec de l'INSPQ et du CERFO).

Cas d'usage de Sainte-Julie

La Ville de Sainte-Julie au Québec a obtenu un portrait de sa canopée auprès de l'entreprise Jakarto, qui a employé des drones et des camions munis de capteurs lidar*. L'entreprise a répertorié 60 000 arbres et leurs caractéristiques (essence, genre, dimension, état de santé).

Elle a utilisé des outils d'IA pour traiter ses données. La Ville rapporte que cette méthodologie a permis de réduire de 60% à 70 % le nombre d'inspections nécessaires sur le terrain pour réaliser son inventaire^[96,97].

1.8 Construction et permis

L'implantation de technologies de modélisation des données du bâtiment (BIM)* par l'industrie de la construction et par les municipalités permettrait une **gestion intégrée de la planification, de la construction et de la maintenance** des biens immobiliers.

Tableau 8. Construction et permis

Domaine de la technologie	Gestion de la construction et délivrance de permis ^[98-101]
Fonctionnalités et avantages	- Approbation automatisée : un système informatique d'IA et de modélisation du bâtiment (BIM) peut analyser automatiquement les demandes de permis de construction. - Vérification de la conformité : les grands modèles de langage peuvent traduire automatiquement les exigences réglementaires municipales en critères exploitables par un logiciel. - Modélisation 3D : le traitement de plans numériques standardisés (ex. formats <i>Industry Foundation Classes</i>) plutôt que des documents 2D, facilite l'automatisation et la vérification.

Risques et enjeux

- **Complexité administrative** : l'intégration des technologies *BIM* aux processus des administrations municipales est coûteuse et longue, malgré les gains d'efficacité potentiels.
- **Risques de pertes d'emploi** : l'automatisation des tâches de délivrance de permis menace certains emplois municipaux.
- **Coûts pour le secteur privé** : les entreprises de construction peuvent devoir moderniser leurs pratiques pour soumettre des fichiers numériques, ce qui implique des coûts à court terme, mais aussi potentiellement des économies à long terme.

Recommandations

- **Expérimenter prudemment** : l'intégration de l'IA à la modélisation du bâtiment est récente et encore peu testée.
- **Recourir à une approche incrémentale** : amorcer la transformation vers le *BIM* demeure nécessaire avant d'y intégrer l'IA pour maximiser les gains d'efficacité.
- **S'appuyer sur des partenaires** : collaborer étroitement avec les paliers supérieurs de gouvernement et l'industrie de la construction permet de faciliter l'adoption des technologies *BIM*.
- **Consulter la documentation** : plusieurs documents de référence sont disponibles sur les technologies *BIM* (différentes ressources de [Building Smart Canada](#)).

Cas d'usage de Vienne

La Ville de **Vienne** a développé et testé un processus d'étude automatique et semi-automatique (impliquant une évaluation humaine) des demandes de permis de travail, qui a intégré une composante d'IA pour interpréter les lois et règlements en vigueur.

Le nouveau processus introduit un **pré-test**, qui permet de déterminer la validité de la soumission selon plusieurs critères avant l'envoi officiel à la municipalité. Cet ajout a été reçu avec enthousiasme, tant par l'administration que les soumissionnaires.

1.9 Jumeaux numériques

Les municipalités accumulent de plus en plus de données numériques sur leur environnement physique, social et économique, ce qui leur permet de créer des jumeaux numériques de leurs villes. Ceux-ci sont définis comme des représentations virtuelles d'infrastructures et de processus urbains, connectées à de multiples systèmes d'information numériques, qui ont pour fonction la compréhension du tissu local, l'amélioration des services municipaux, l'aide à la décision, la prédiction et la visualisation de données^[99].

Les jumeaux numériques constituent des systèmes de systèmes. Ils mettent en relation des systèmes d'information géographique (SIG), les systèmes de gestion de bases de données (SGBD), les systèmes d'aide à la décision (SAD), les systèmes de soutien à la planification (SSP) et les systèmes experts (SE). Les avancées dans les technologies d'IA dotent les villes de nouvelles capacités dans le traitement des données et permettent d'augmenter la puissance prédictive et explicative des modèles employés.

Par exemple, une administration qui souhaite réserver une voie d'une artère principale aux autobus pourrait identifier les conséquences de son intervention sur plusieurs systèmes urbains grâce à un jumeau numérique* qui intègre des données sur la qualité de l'air, la pollution sonore et le trafic.

Cas d'usage du Japon

Au Japon, le ministère du Territoire, des Infrastructures, des Transports et du Tourisme travaille depuis 2020 au projet PLATEAU. Cette initiative nationale de jumeaux numériques urbains repose sur des modèles 3D ouverts de plus de 250 villes. Ils représentent la forme des bâtiments et des routes et y associent de nombreuses informations additionnelles,

comme leur fréquentation ou leur année de construction, afin de soutenir l'analyse des territoires et la décision publique. Par exemple, PLATEAU est employé pour la visualisation 3D des risques d'inondation dans 48 villes, dans l'objectif d'améliorer la planification des évacuations et la sensibilisation du publics-2025¹⁴²

Synthèse de la section *Technologies d'IA pour les services municipaux*

Les villes ont déjà recours à une panoplie de modèles fondés sur l'IA pour améliorer la qualité et l'efficacité des services publics, au Québec comme ailleurs. L'outil de recherche-action a répertorié certains domaines d'utilisation de l'IA au moyen d'une revue exploratoire pour chaque technologie étudiée. Ainsi, cette section avait une vocation exploratoire et les constats qui y sont dégagés demeurent provisoires. De plus, l'impact social et environnemental de ces technologies, ainsi que leurs coûts devront faire l'objet de futures recherches.

Plusieurs systèmes étudiés reposent sur l'installation de capteurs sur des infrastructures urbaines pour en faciliter la gestion, ainsi que sur la collecte et l'analyse de données massives* pour améliorer la prise de décision.

- Des systèmes d'IA peuvent ainsi améliorer la gestion des réseaux d'aqueduc et d'égout. Ils permettent de détecter davantage de fuites, d'anticiper des failles, de mieux contrôler la qualité de l'eau, d'effectuer un suivi de la consommation et de réaliser des économies d'eau et d'argent.
- L'IA a un potentiel d'améliorer la gestion des égouts, mais les technologies existantes comportent plusieurs limites actuellement. Plus de recherches sur les systèmes intelligents d'égouts sont nécessaires.
- L'intégration du numérique permet d'optimiser l'éclairage en ville, en réduisant la consommation énergétique des lampadaires, ainsi que la collecte et le traitement des déchets, mais ces derniers demeurent peu implantés.
- Automatiser les feux de circulation avec un modèle d'IA peut rendre le trafic automobile plus fluide.
- Documenter les conditions routières avec haute précision pourrait aider la planification des opérations de déneigement, mais ces systèmes demeurent peu implantés et présentent des enjeux de gestion.
- L'intégration du numérique et de l'IA promet d'accélérer la délivrance de permis de construction, mais pourrait avoir un impact sur les emplois.
- L'IA est utile à la planification stratégique des municipalités, puisqu'elle permet d'obtenir des données précises sur l'état du territoire local, par exemple en modélisant la canopée.

Toutefois, plusieurs enjeux récurrents se manifestent lors de l'implantation de technologies d'IA dans les villes.

- Comme les systèmes d'IA évoluent rapidement et que certains d'entre eux sont très récents, il manque souvent de documentation et d'études scientifiques qui permettent de discerner les avantages et les inconvénients de ces outils.
- Les systèmes d'IA comportent souvent certaines failles, liées à la qualité des données, et des biais potentiellement néfastes. Ces lacunes peuvent mener à des dommages tangibles pour les villes (ex. fuite d'eau non détectée) et à des effets discriminatoires.
- Les vulnérabilités des systèmes numériques et d'IA aux cyberattaques posent des risques importants à la protection des renseignements personnels et à l'intégrité des infrastructures

municipales. Plusieurs technologies étudiées contrôlent des systèmes critiques des villes (eau, égout, matières résiduelles, transport). Des cyberattaques qui les prennent pour cibles peuvent avoir des effets non négligeables.

- L'implantation et l'entretien d'outils d'IA s'accompagne souvent de coûts financiers élevés et d'une plus grande complexité opérationnelle. Ils demandent souvent des compétences techniques pointues pour être utilisées à bon escient ou pour être mis à jour.
- Dans certains cas, les outils d'IA posent aussi le risque de remplacer le travail humain et d'une perte de l'expertise humaine, nécessaire au contrôle de ces systèmes. Une attention particulière doit être portée à la gouvernance des systèmes d'IA pour les services municipaux afin de garantir leur sécurité et intégrité.

Bref, l'IA et les technologies numériques aident les administrations à optimiser leurs pratiques et apportent déjà aux villes des bénéfices tangibles, mais il s'agit aussi d'outils complexes, qui posent des risques sociétaux importants et dont la rentabilité n'est pas toujours démontrée.



2. Points de vigilance

Cette section analyse les principaux enjeux posés par l'utilisation de capteurs numériques IoT et d'autres nouvelles technologies comme l'IA et le *big data** par les municipalités et propose de considérer six points de vigilance afin de favoriser une adoption éthique et responsable de ces technologies :

1. **Éviter de transformer les villes en territoires de surveillance et assurer le respect des droits de la personne.**
2. **Faire face aux enjeux réglementaires.**
3. **Renforcer la cybersécurité.**
4. **Promouvoir l'interopérabilité.**
5. **Prévenir les impacts socio-économiques et environnementaux.**
6. **Assurer une gouvernance responsable de l'IA générative.**

2.1 Éviter de transformer les villes en territoires de surveillance et assurer le respect des droits de la personne

L'utilisation de l'IA dans les villes doit respecter les droits humains, la loi et les principes de la démocratie et de la paix. Le déploiement de systèmes d'IA dans les territoires urbains soulève des préoccupations concernant la **sécurité publique** et les usages à **double finalité**, liés au respect de la démocratie, des droits de la personne et des libertés fondamentales, du droit à la vie privée*, du principe de non-discrimination, et de la **protection des données personnelles**^[59].

L'installation de capteurs IoT dans des infrastructures urbaines clés (électricité, aqueduc, transport, éclairage, feux de circulation, gestion des déchets, routes, espaces verts) permet, grâce à l'analyse par l'IA et le *big data*, de renforcer la résilience des villes.

Ces technologies favorisent une meilleure visualisation et compréhension du fonctionnement du réseau urbain, une meilleure performance des services essentiels, une gestion durable des ressources, pouvant réduire des coûts et des émissions de GES, ainsi qu'une meilleure planification des opérations via la création de systèmes adaptatifs.

Cependant, leur utilisation implique une **surveillance* indirecte** des déplacements et des activités quotidiennes des populations, portant une atteinte au **droit à la vie privée***. Pour déterminer si l'usage d'une technologie relève de la surveillance, il est essentiel de commencer par **définir** ce concept. La surveillance* fait référence à l'acquisition d'information de manière temporaire ou permanente, à partir de nos sens ou de technologies, à des fins de contrôle social^[40]. En ce sens, l'observation de la pollution, de la température, de la canopée, d'objets ou d'infrastructures ne constitue pas une activité de surveillance. En revanche, le suivi des déplacements de la population peut être considéré comme tel, à condition qu'il vise le contrôle social (assurer la conformité aux normes sociales).

L'augmentation exponentielle des nouvelles technologies pouvant être utilisées à des fins de surveillance* comme les caméras de vidéosurveillance, les capteurs IoT ou les réseaux sociaux, a entraîné une surveillance* accrue des activités quotidiennes des citoyens, qui sont enregistrées sur plusieurs bases de données. L'usage de ces technologies par les services de sécurité publique entraîne une surveillance* non

seulement des personnes potentiellement en infraction, mais aussi de l'ensemble de la population. Cette pratique peut porter atteinte au droit à la vie privée*, y compris celui des contrevenants, dont la surveillance* doit être limitée et encadrée par la loi afin de garantir le respect des droits humains et la préservation de la démocratie ^[40].

La mise en place de **systèmes de surveillance* basés sur l'IA** est particulièrement problématique, car elle peut transformer les villes en territoires de surveillance, à partir de la détection de comportements suspects en « temps réel », utilisant des caméras haute résolution, dotées de reconnaissance faciale, et connectées via l'IoT, pour alerter les autorités sur des comportements suspects, en plus de cibler des zones à risque ^[94]. En plus de produire des erreurs et des fausses arrestations et d'atteindre le droit à la vie privée*, leur utilisation par la police peut engendrer des **effets discriminatoires**. Notamment, l'identification de « quartiers à risque » sans une prise en compte de l'histoire du contexte socio-démographique et des causes structurelles du crime peut entraîner une concentration accrue des interventions policières et du contrôle social dans les quartiers marginalisés.

Cela peut générer un contrôle social disproportionné sur certains groupes de la population, accentuer le profilage racial, ainsi que des biais liés au statut socio-économique, à la race, au genre ou à l'origine ethnique. Ces enjeux se retrouvent également dans les outils de prédiction du récidivisme qui en plus de juger des individus pour des actions qu'ils n'ont pas encore commis en fonction de leurs conduites passées, ils affectent des groupes d'avantage criminalisés comme c'est le cas des autochtones et des noirs en Amérique du nord^[58]. Il est important de comprendre que les systèmes d'IA reproduisent les biais présents dans les bases de données (ex. liés au genre, à la race), ils sont incapables de juger des situations discriminatoires et de faire des nuances, des jugements critiques ou de comprendre des informations qualitatives et subjectives^[58].

Il est donc essentiel de mettre en place des cadres de protection de la vie privée* permettant l'entraînement et la validation de modèles d'IA orientés vers l'atteinte de valeurs et de principes éthiques comme le respect des droits de la personne et l'équité. Les administrations publiques doivent agir en conformité aux principes de transparence, de responsabilité et de reddition de comptes. La mise en place d'évaluations d'impact éthiques des systèmes d'IA permet d'anticiper des effets pervers en matière de droits humains, de les prévenir et de les éviter. Il est fortement conseillé de tester les systèmes d'IA pouvant avoir des impacts sur les droits humains avant leur déploiement^[58].



Pistes d'action pour les gestionnaires

- ✓ Protéger la vie privée tout au long du cycle de vie de l'IA via des cadres éthiques et juridiques, des évaluations d'impact et des approches «*privacy by design**» tout en garantissant le contrôle, la supervision, la responsabilité et la prise de décision humaine. La mise en place de mécanismes de supervision, d'évaluation et d'audit en matière de droits humains favorise la transparence, l'explicabilité, la responsabilité et la reddition de comptes.
- ✓ Les biais et la discrimination doivent être prévenus à chaque étape du cycle de vie d'un système d'IA, en plus d'utiliser des mécanismes de recours pour protéger les personnes contre les décisions algorithmiques injustes.
- ✓ Le Règlement général sur la protection des données (RGPD) de l'Union européenne exige qu'un délégué à la protection des données soit assigné lorsque des données sensibles* sont traitées à grande échelle et lorsque des activités de surveillance* sont réalisées de manière régulière et systématique.
- ✓ La Loi 25 au Québec prévoit que la création d'une banque de mesures biométriques doit être divulguée à la

Commission d'accès à l'information du Québec au moins 60 jours avant sa mise en place. Il est aussi obligatoire d'aviser la Commission de l'utilisation de la biométrie, qui ne peut pas être déployée sans le consentement de la personne, les données biométriques étant des données sensibles* permettant d'identifier un individu.

- ✓ L'utilisation de technologies collectant des renseignements personnels, permettant d'identifier, de localiser ou d'effectuer un profilage exige d'informer au préalable les individus concernés du recours à une telle technologie, qui doivent autoriser son activation à leur égard.



La Charte de données numériques de la Ville de Montréal

L'adoption d'une charte de principes par les villes peut contribuer à limiter la surveillance* et à protéger le droit à la vie privée*.

La [Charte de données numériques](#) de la Ville de Montréal place ce droit au cœur de ses engagements. Pour le préserver, la Ville propose plusieurs actions :

- **Encadrer** et faire un suivi du déploiement des technologies de surveillance.
- **Protéger les renseignements personnels** selon leur niveau de confidentialité* tout en préservant l'intégrité des données tout au long de leur cycle de vie et en renforçant les mesures de **sécurité**.
- Interdire la collecte de **données biométriques** et la reconnaissance faciale sans **consentement préalable**.
- Assurer **l'anonymisation des données*** et améliorer les techniques empêchant une possible réidentification.
- Publier un **registre transparent des technologies** utilisées ainsi que leurs finalités. Sur ce point, le [Registre des](#)



[algorithmes](#) d'Euro Cities offre un standard pour la création de registres par les villes.

- Afin de prévenir **des effets discriminatoires**, le deuxième principe de la charte, soit **l'inclusion**, prévoit l'application de l'analyse différenciée selon les sexes dans une perspective intersectionnelle (**ADS+**) à toutes les étapes du traitement des données : collecte, analyse et diffusion.
- La Ville de Montréal s'engage également à maintenir un **contrôle humain** sur les algorithmes, tout en garantissant la qualité et la traçabilité des données utilisées.

2.2 Faire face aux enjeux réglementaires

De manière générale, les lois d'accès à l'information et de protection des renseignements personnels reposent sur des **principes similaires** :

- **Légalité, loyauté (honnêteté) et transparence*** : Les données doivent être collectées et utilisées de manière légale, équitable et transparente.
- **Consentement** : Le consentement de la personne est requis pour la collecte et l'utilisation des données, et cela de manière **explicite**.
- **Limitation des finalités** : Les données ne peuvent être utilisées que pour les objectifs déclarés.

- **Minimisation des données** : Seules les données nécessaires doivent être collectées.
- **Exactitude et mise à jour** : Les données doivent être exactes et tenues à jour.
- **Limitation de la conservation** : Les données doivent être supprimées une fois la finalité atteinte.
- **Intégrité et confidentialité*** : Les organisations doivent garantir la sécurité des données.

Les **principes juridiques** encadrant l'utilisation de l'IA et du numérique par les institutions publiques (ex. consentement éclairé*, minimisation des données, limitation des finalités) sont **incompatibles avec le fonctionnement même des technologies d'IA** nécessitant de collecter une grande quantité de données en temps réel. Ils sont difficiles à atteindre et posent des barrières à l'utilisation de l'IA par les villes ^[33].

L'implantation de capteurs IoT dans les villes rend difficile la **demande du consentement éclairé*** pour la collecte de données personnelles, ouvre la porte à des **analyses produisant des biais** et de la discrimination, à une possible **identification après l'anonymisation**, posant également des enjeux de **privatisation des données** et des infrastructures par les entreprises technologiques ^[33,102].

À partir des années 1990, deux tendances émergent : d'un côté, les institutions publiques s'engagent vers un **gouvernement ouvert** et le **partage de données publiques**, et de l'autre, elles renforcent les législations sur la **protection des renseignements personnels**.

L'adoption du **RGPD** par l'Union européenne en 2018, s'appliquant aux organisations publiques et privées, influence la protection des données à l'échelle mondiale. Il fait une distinction entre **données personnelles communes** (identifiants, informations propres à une personne) et **données sensibles*** (origine ethnique, opinions politiques, croyances, santé, données biométriques, orientation sexuelle).

Le RGPD généralise la pratique **de l'anonymisation des données*** et des principes comme la limitation des finalités, la minimisation des données, la limitation de la conservation et les droits à l'effacement, à la limitation du traitement et à l'opposition.

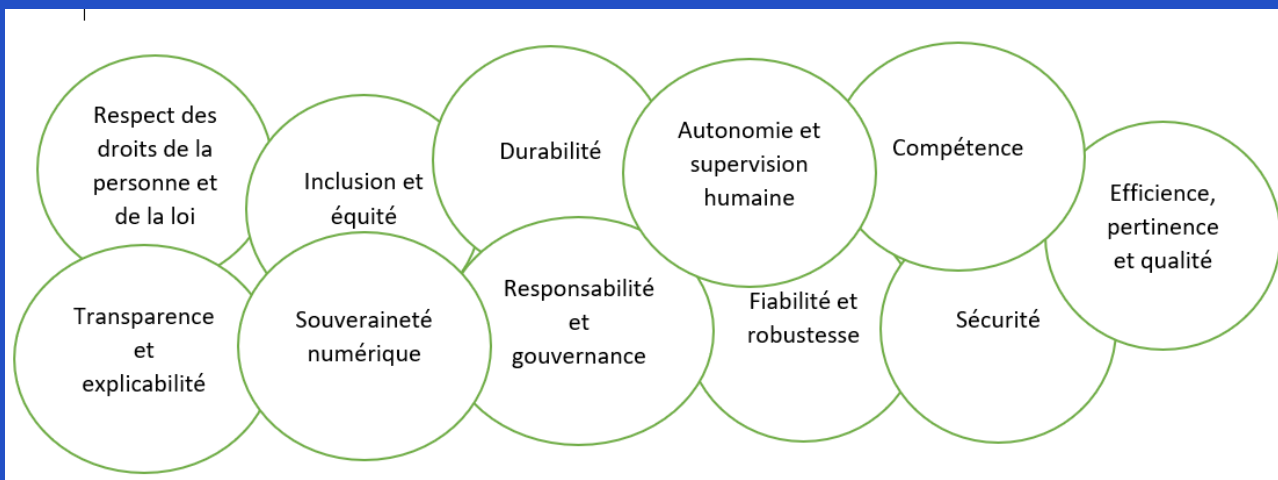
L'Union européenne (UE) a aussi adopté en 2022 le **Règlement sur la gouvernance des données** (règlement 2022/868 – *Data governance act*) portant sur la gouvernance des données. Le règlement vise à faciliter la réutilisation des données publiques, notamment en créant un point d'accès unique dans les pays de l'UE. Il encadre et encourage la prestation de services d'intermédiation de données. Les intermédiaires de données sont censés organiser le partage des données de manière à garantir la confiance des individus, des entreprises et des utilisateurs des données. Ils ne peuvent pas vendre directement de données. Le règlement tente aussi de favoriser « l'altruisme en matière de données » en créant une étiquette européenne et un registre d'organismes sans but lucratif (OSBL) altruistes.

Au Québec et au Canada, la législation sur la protection des données personnelles a évolué depuis les années 1980. Le Québec, un pionnier dans la matière, et le Canada disposent de lois d'accès à l'information et de protection des renseignements personnels par les institutions publiques et par les entreprises privées. La **Loi sur la protection des renseignements personnels du Canada (1985)**, encadrant la protection des renseignements personnels par les institutions fédérales, **définit les renseignements personnels** comme toute information permettant d'identifier un individu. Cela inclut notamment le nom, l'adresse, le numéro d'identification, les informations financières ou médicales, et d'autres données propres à la personne.

Cadre éthique et légal de l'IA et du numérique au niveau provincial au Québec

Au Québec, l'Énoncé de principes pour une utilisation responsable de l'intelligence artificielle par les organismes publics du ministère de la Cybersécurité et du Numérique définit les principes guidant la gouvernance et la gestion des ressources informationnelles, présentés à la figure 3.

Figure 3. Principes de l'utilisation responsable de l'IA par l'administration publique au Québec



La Loi sur la gouvernance et la gestion des ressources informationnelles des organismes publics et des entreprises du gouvernement établit un cadre de gouvernance pour mieux gérer et protéger les ressources informationnelles et les données numériques des organismes publics. Elle désigne le **dirigeant principal de l'information (DPI)** qui préside un **comité de gouvernance** chargé de proposer et d'appliquer les orientations liées à la transformation numérique dans les ministères, qui nomment leur propre **dirigeant de l'information**.

La Loi prescrit également une gouvernance en matière de cybersécurité, transformation numérique, renseignements personnels, planification et gestion des projets, incluant :

- ✓ La création d'une **unité spécialisée en sécurité de l'information**, dirigée par le **chef gouvernemental de la sécurité de l'information**;
- ✓ L'élaboration par chaque organisme public d'un **plan de transformation numérique** devant être transmis au **chef gouvernemental de la transformation numérique**;
- ✓ La désignation d'un **gestionnaire des données*** numériques gouvernementales, assisté d'un gestionnaire délégué, chargés entre autres de la valorisation, de la qualité des données gouvernementales, et de l'application du modèle de sécurité des données ;
- ✓ La réalisation d'une **évaluation des facteurs relatifs à la vie privée**, l'adoption de **règles de gouvernance** et la production annuelle d'un **rapport détaillé** à la **Commission d'accès à l'information** avant toute utilisation de **renseignements personnels**.
- ✓ La **planification** par chaque organisme des **ressources informationnelles** selon les orientations gouvernementales, le maintien d'un **inventaire de ses actifs**, d'un compte rendu de ses investissements et de respecter les règles gouvernementales encadrant la **gestion des projets**.

Un guide d'application aide à mieux intégrer les directives en matière de gouvernance, de gestion des données et d'utilisation responsable des systèmes d'IA générative.

La Loi 25

Adoptée en 2021, la **Loi 25** modernise le cadre québécois pour les organisations publiques et les entreprises privées opérant au Québec. Elle vise à renforcer le contrôle des citoyens sur leurs données et à adapter les règles aux réalités technologiques, notamment par l'**anonymisation**, le **droit à l'effacement** des renseignements, à la cessation ou à la désindexation de leur diffusion, ainsi que le **droit d'accès aux décisions informatisées**.

- ✓ **Droits des citoyens** : Les citoyens dont les renseignements personnels sont collectés doivent être informés, entre autres, des finalités et des moyens de la collecte, de leur droit à retirer leur consentement et de la possibilité que les renseignements soient utilisés en dehors du Québec. Ils ont le droit à demander quels renseignements sont recueillis à leur égard, par qui ils sont utilisés et à quelle fin, ainsi que la durée de leur conservation. Également, ils doivent être informés lorsqu'une décision informatisée est prise à leur égard.
- ✓ **Renseignements traités hors du Québec et évaluation des facteurs relatifs à la vie privée** : Afin de garantir la confidentialité* des données personnelles hors du Québec, notamment dans le contexte de la possibilité

donnée par le *Patriotic Act* à des agences de renseignement aux États-Unis de traiter des données hébergées par des entreprises comme Microsoft, la loi prévoit que pour pouvoir communiquer un renseignement personnel* à l'extérieur du Québec, une évaluation des facteurs relatifs à la vie privée doit être réalisée par une organisation, incluant une analyse de la conformité à la loi et des risques, en plus de la mise en place de mesures d'atténuation.

- ✓ **Politique de confidentialité* et Comité sur l'accès à l'information et la protection des renseignements personnels** : Les organisations collectant des informations personnelles via des technologies sont tenues d'élaborer une politique de confidentialité* et de la publier sur leur site web. Les organisations publiques doivent désigner un responsable de la protection des renseignements personnels et constituer un Comité sur l'accès à l'information et la protection des renseignements personnels. Ce dernier a la responsabilité d'approuver les règles encadrant la gouvernance des renseignements personnels (rôles et responsabilités, processus de traitement des plaintes, formation et sensibilisation des employés, mesures de protection, etc.).

En parallèle au renforcement des lois sur la protection des données personnelles, on observe une **multiplication de mécanismes éthiques** visant à encadrer le partage de données ouvertes*, notamment dans les domaines de l'IA et du numérique. Ce mouvement, porté par la défense des gouvernements ouverts, cherche à promouvoir la **transparence**, l'**innovation*** et le **développement économique** par la création de **valeur publique*** à partir des données.

Parmi les **mécanismes éthiques internationaux**, on retrouve :

- La **Charte internationale des données ouvertes** (2015), issue d'un processus initié par le G8 en 2013 et coordonné par le Partenariat pour un gouvernement ouvert (PGO). Elle promeut l'**accessibilité**, la **réutilisation**, la **liberté d'usage** et la **redistribution des données publiques**.

- Les [principes FAIR](#) (2014), développés par les milieux académiques pour rendre les données de recherche **Trouvables (Findable), Accessibles, Interopérables, Réutilisables**.
- Les [principes CARE](#) (2019), adoptés par l'Alliance mondiale pour les données autochtones, visent à garantir que la création de valeur à partir des **données autochtones** respecte leurs droits, besoins et vision du monde, en promouvant les principes du bénéfice collectif, du contrôle de l'autorité, de la responsabilité et de l'éthique.

L'approche de la gouvernance des données de la Ville de Montréal

En mai 2019, la Ville de Montréal a remporté le [Défi des villes intelligentes](#), un concours organisé par Infrastructure Canada pour développer des villes intelligentes aidant à améliorer la qualité de vie des citoyens. [Montréal en commun](#) est une initiative de la Ville de Montréal en collaboration avec des porteurs de projets d'innovation* et d'expérimentation à l'échelle des quartiers visant à soutenir la mobilité durable, l'agriculture urbaine et la sécurité alimentaire pour contribuer à la transition écologique et à l'inclusion sociale.

Le Chantier de la gouvernance des données de Montréal en commun a été lancé pour permettre d'opérationnaliser les principes de la [Charte de données numériques](#) de Montréal, adoptée en 2020^[60]. Celle-ci établit plusieurs principes que doivent respecter son administration dans sa gestion des données pour assurer le bien commun. Les principes, présentés dans la figure 4, s'intègrent à trois axes : la garantie des droits de la personne à l'ère numérique, la primauté de l'intérêt général et du bien commun, et les données au service de l'avenir.

S'appuyant sur sa Charte des données numériques, la Ville de Montréal a également adopté une [Stratégie d'intégration de l'intelligence artificielle](#) en 2024 pour améliorer ses services et mieux répondre aux besoins de sa population, ainsi que pour favoriser la croissance d'un écosystème d'IA dans la métropole. La stratégie vise à encourager et baliser le développement éthique de l'IA dans l'administration publique. La Ville s'appuie sur sept principes directeurs, qui concordent avec sa Charte : 1) pertinence et nécessité; 2) contrôle humain; 3) éthique et responsabilité; 4) apprentissage et amélioration continue; 5) transparence* et explicabilité; 6) vigilance et imputabilité; 7) sécurité et confidentialité.

Figure 4. Principes de la Charte de données numériques de la Ville de Montréal

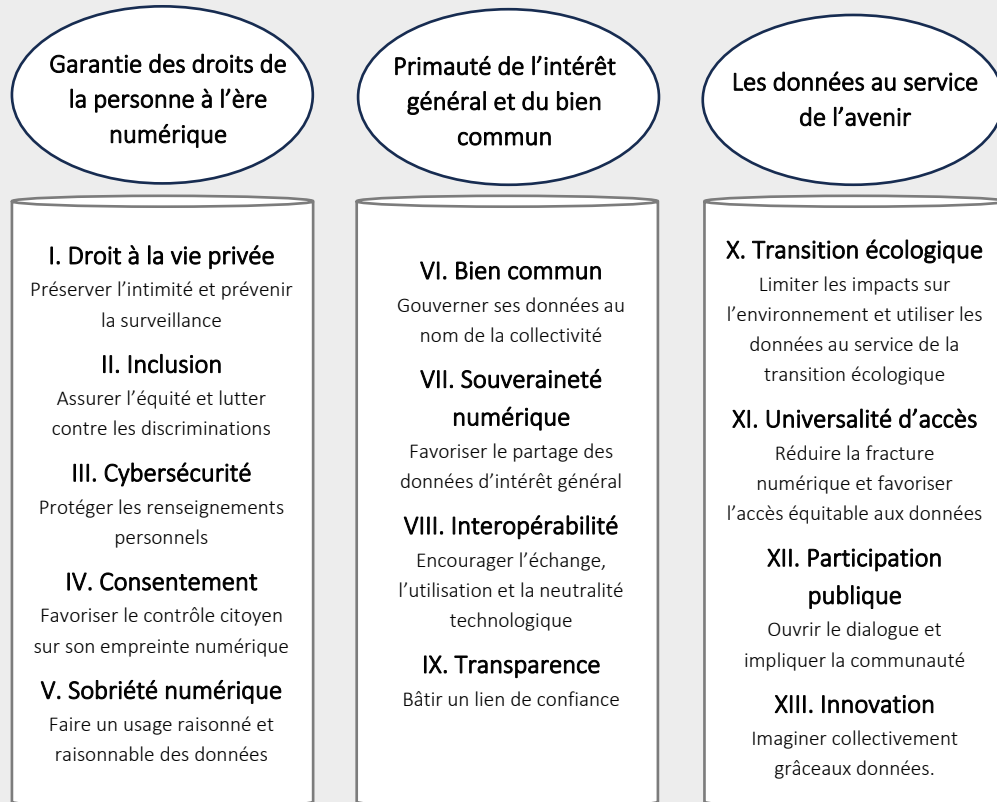


Figure 5. Phases du cadre de gouvernance des données de la Ville de Montréal



En plus des enjeux liés à l'incompatibilité des principes de la protection des données personnelles avec le fonctionnement même de l'IA, son adoption par les administrations municipales nécessite des **investissements financiers** importants pour mettre à jour les systèmes d'information, garantir l'interopérabilité* et la cybersécurité.

2.3 Renforcer la cybersécurité

Les villes doivent tester la cybersécurité* avant tout déploiement. La multiplication d'appareils connectés peu sécurisés (logiciels vulnérables, chiffrement faible) expose les réseaux de services publics urbains à des cyberattaques, souvent masquées. La complexité et l'interdépendance des systèmes augmentent la surface d'attaque, aggravée par des erreurs humaines et des actes malveillants. Les systèmes SCADA, capteurs IoT, routeurs et commutateurs sont particulièrement vulnérables, mettant à risque les réseaux d'eau, d'électricité et de transport. Dans l'IoT, la sécurité varie et reste limitée par la faible capacité des capteurs à chiffrer les communications. L'usage de systèmes hérités, peu sécurisés et mal maintenus, et la baisse des coûts des outils de piratage automatisé, permettant de perpétrer des cyber-attaques de manière simultanée contre multiples cibles, accentuent les risques ^[28].

Les risques à la sécurité de ce type de menaces sur les infrastructures essentielles sont non négligeables ^[103]:

- La **manipulation de systèmes** de contrôle pouvant mettre à risque la sécurité, entraînant également des pertes financières et la fuite de données sensibles*;
- Altérer la **fiabilité des données**, produisant des rapports falsifiés menant à une gestion inappropriée des systèmes d'infrastructure;
- Des **pannes de courant**;
- Des **accidents de circulation**;
- La **pollution de l'eau** résultant d'une attaque sur une station de traitement.

Les approches de sécurité traditionnelles consistent à réduire la surface d'attaque, en déployant des solutions techniques et de sécurité des logiciels (contrôle d'accès, antivirus, chiffrement de bout en bout, mises à jour, journaux d'audit, etc.), en plus d'améliorer la robustesse et la résilience du système, notamment en essayant d'assurer une redondance (ex. données sur plusieurs sites sur le Cloud) en cas de défaillance du système principal, ce qui s'avère complexe et coûteux. Ces approches tendent à être remplacées par la **sécurité par design**, étant préventive et proactive ^[28].

L'approche de la sécurité par design, promue par l'article 25 de la RGPD, est une démarche de prévention des risques qui doit être adoptée par les organisations, considérée le meilleur moyen de faire face aux enjeux réglementaires, de cybersécurité* et d'interopérabilité*.

Pistes d'action pour les gestionnaires

La Loi 25 prescrit qu'en cas d'atteinte à la confidentialité, les organisations sont tenues d'aviser la Commission d'accès à l'information du Québec, ainsi que les personnes concernées, en plus de tenir un registre des incidents de confidentialité.

Suivre l'approche de sécurité par design* promue par l'article 25 de la RGPD qui consiste à :

- ✓ Garantir le **contrôle humain** des technologies basées sur l'IA et des systèmes d'infrastructure : Elle est basée sur la **régulation** et la **gouvernance**/gestion et inclue un mécanisme de surveillance* et d'adéquation en continu. Elle favorise le déploiement sécuritaire des technologies via des mesures de conformité et de suivi, incluant des standards de sécurité, des meilleures pratiques et des directives.

Elle inclue également la création de structures de gestion (Comité sur l'accès à l'information et la protection des renseignements personnels au Québec) et des procédures pour assurer la conformité. Il peut s'agir d'un **comité d'audit** et de gestion des risques chargé du suivi des menaces et des stratégies d'atténuation, et d'un sous-comité qui doit superviser et auditer la sécurité, certifier la conformité légale des technologies, et garantir des plans de réponse et une communication publique claire ^[28].

- ✓ Mettre en place des processus de **gouvernance des données** afin d'intégrer les principes réglementaires à la conception des solutions technologiques pour garantir le respect de la

vie privée et la confidentialité, en anticipant les risques.

- ✓ Intégrer des mesures de sécurité robustes dès la **conception** du système, au lieu de les ajouter après-coup : L'évaluation des risques est une partie intégrale du processus de conception. La sécurité des produits est testée avant sa commercialisation lors d'une phase pilote en laboratoire vivant. Les standards en cybersécurité* et interopérabilité* sont intégrés à la conception des innovations* technologiques.

- ✓ Créer une **équipe de sécurité** centrale : il est recommandé de créer une équipe de sécurité centrale au sein de l'administration municipale, chargée de la supervision de la cybersécurité, incluant la modélisation des risques, le test de la sécurité des technologies, la mise en place d'évaluations, l'élaboration de plans d'action détaillés pour les incidents de cybersécurité, l'intervention d'urgence, la formation en cybersécurité* du personnel et des parties prenantes, ainsi que la coordination avec les services municipaux et les parties prenantes ^[28].

Dans son sens courant, l'interopérabilité* désigne la capacité de plusieurs composants logiciels à fonctionner ensemble malgré leurs différences de langage, d'interface ou de plateforme d'exécution. Elle est une partie intégrale de la *sécurité par design** intégrant règlements, cybersécurité* et interopérabilité*.

- ✓ La gouvernance globale de l'interopérabilité* est essentielle pour garantir la coopération entre administrations publiques à différents niveaux afin d'assurer et surveiller l'interopérabilité, ce qui inclut un processus de sélection structuré des normes, la mise en place d'accords d'interopérabilité et d'accords opérationnels.
- ✓ Intégrer les standards en **interopérabilité*** : La Méthode Commune d'Évaluation des Normes et Spécifications (CAMSS) de l'initiative Europe interopérable constitue un cadre de référence visant à évaluer et à encourager l'adoption de normes et de spécifications ouvertes et largement reconnues, un outil stratégique pour les administrations publiques dans le choix et la mise en œuvre de solutions TIC interopérable

2.4. Promouvoir l'interopérabilité

Le [Cadre européen d'interopérabilité \(EIF\)](#) est basé sur 12 principes présentés dans la figure 6.

Figure 6. Principes du Cadre européen d'interopérabilité

1. Subsidiarité et proportionnalité	2. Ouverture	3. Transparence	4. Réutilisabilité
5. Neutralité technologique et portabilité des données	6. Orientation vers l'utilisateur	7. Inclusion et accessibilité	8. Sécurité et protection de la vie privée
9. Bilinguisme	10. Simplification administrative	11. Préservation de l'information	12. Évaluation de l'efficacité et de l'efficience

Selon l'EIF, l'interopérabilité couvre quatre couches, présentées dans la figure 7.

Figure 7. Dimensions de l'interopérabilité

Juridique	- Harmoniser des cadres légaux différents. - Vérifier la cohérence des lois, anticiper les impacts numériques et respecter la protection des données
Organisationnelle	- Aligner les processus métiers et clarifier les relations entre administrations. - Documenter les processus avec des techniques normalisées.
Sémantique	- Garantir que le format et le sens des données échangées soient compris de manière identique par toutes les parties prenantes. - Mettre en place une stratégie de gestion de l'information pour éviter la fragmentation - Soutenir la création de communautés pour développer des spécifications ouvertes.
Technique	- Regrouper les applications et infrastructures permettant la connexion des systèmes et services - Utiliser des spécifications ouvertes pour garantir l'interopérabilité technique

L'Organisation des Nations Unies a adopté les [Mécanismes minimaux d'interopérabilité](#) (MIM) de l'*Open and Agile Smart Cities and Communities* en 2024. Le cadre MIM vise à assurer l'interopérabilité* des données dans les écosystèmes urbains. Il comporte deux catégories :

- MIM fondamentaux : garantissent l'accès (via des API basées sur des standards interopérables), la représentation standardisée, la découvrabilité (incluant des métadonnées), la confiance et l'interconnexion contextuelle des données (relier les sources).
- MIM spécifiques à une application : améliorent les fonctionnalités pour des cas d'usage particuliers.

Chaque MIM suit une structure normalisée (objectifs, exigences, mécanismes, tests) et peut inclure des recommandations pour les politiques publiques et la mise en œuvre.

Également, la mise en place de **démarches collaboratives** entre les parties prenantes et de partenariats public-privé avec les petites et moyennes entreprises aide les villes et les citoyens à conserver les **droits de propriété** de leurs données à partir de contrats ou de solutions réglementaires innovantes comme les fiducies, les communs de données et les collectifs de données.

La collaboration entre les villes favorise l'apprentissage collectif et le partage de solutions réglementaires, en prenant en compte les résultats et les impacts d'autres expériences. Les municipalités peuvent notamment s'entendre sur des critères communs d'interopérabilité* et des normes à intégrer à leurs appels d'offre publics.

2.5 Prévenir les impacts socio-économiques et environnementaux

L'implantation de systèmes basés sur l'IA aura un impact considérable sur l'emploi, en même temps qu'elle offre une opportunité de développer une économie basée sur l'innovation*. L'IA exerce une influence sur l'emploi et les conditions de travail, transformant les interactions sociales et générant des préoccupations liées à la fracture numérique qui peut augmenter les inégalités socio-économiques dans les villes, accentuant la marginalisation sociale. Des approches pédagogiques développant un esprit éthique et critique et un sens de la responsabilité sont nécessaires, en plus de nécessiter des nouvelles compétences pour être en mesure de s'adapter aux nouvelles conditions du marché du travail et de l'emploi. Également, les bénéfices environnementaux apportés par l'intégration de l'IA dans la gestion des infrastructures doivent être contrastés avec la consommation énergétique de ces systèmes. Une gouvernance responsable de l'IA par les municipalités nécessite d'anticiper les impacts socio-économiques et environnementaux de son implantation.

Les employés municipaux et leurs syndicats peuvent craindre que l'adoption de l'IA mène les villes à couper dans leurs effectifs. Cette réalité souligne l'importance de suivre rigoureusement les effets actuels et potentiels des technologies d'IA et d'établir des mécanismes pour en contrer les effets pervers. Ce travail de prévention et d'évaluation gagne à être réalisé en collaboration avec plusieurs parties prenantes, notamment les employés des villes et leurs représentants.



Pistes d'action pour les gestionnaires

- ✓ La mise en place d'une **gouvernance collaborative*** entre les parties prenantes doit inclure l'établissement de mécanismes de prévention et d'atténuation des effets pervers, ainsi que de ceux d'évaluation et de suivi permettant d'évaluer les effets des initiatives au niveau de l'emploi, de l'économie, sur la population et au niveau environnemental considérant l'empreinte carbone, la consommation d'énergie et les ressources de fabrication des technologies d'IA.
- ✓ Une évaluation en continu des effets de l'IA sur les dimensions humaines, sociales, économiques, environnementales et culturelles est nécessaire. Les évaluations d'impact doivent analyser les effets sur les droits humains, les droits du travail, l'environnement, les écosystèmes et les personnes en situation de vulnérabilité, en portant une attention aux effets psychologiques et sociologiques de l'IA sur les personnes et leur autonomie.
- ✓ Des actions concrètes pour contrer les effets de la fracture numérique, comme des journées et des programmes de formation pour les employés et les citoyens, devraient être envisagées dans les stratégies de mise en œuvre. La littératie numérique et la sensibilisation doivent reposer sur une éducation permettant d'acquérir des compétences numériques et une formation éthique, sur les droits humains et la protection de l'environnement selon une approche collaborative entre le secteur éducatif, les gouvernements municipaux et la société civile.
- ✓ Les initiatives devant répondre aux besoins des citoyens, les municipalités devraient planifier les mécanismes de participation des citoyens aux différentes étapes des initiatives. Une approche équitable doit prendre en compte les besoins selon l'âge, la langue, le genre, la culture, ainsi que ceux des personnes en situation d'handicap, de vulnérabilité et de marginalisation.

Initiatives collaboratives durables en Europe

Plusieurs initiatives, intégrant les principes environnemental, social et économique du développement durable* et visant à partager les données entre les villes, ont été développées en Europe :

- Depuis 2020, la Commission européenne a développé des [Espaces européens de données communs](#), reposant sur des infrastructures de données et des cadres de gouvernance communs. Ceux-ci visent à favoriser le partage et le contrôle des données entre des secteurs clés : Pacte vert, santé, énergie, agriculture, mobilité, administration publique, le Cloud européen pour la science ouverte, entre autres.
- Le Pacte vert [DS4SSCC-DEP](#) est une initiative visant à promouvoir la durabilité, l'innovation*, la standardisation et la co-création. Elle s'appuie sur des réseaux européens afin de construire une plateforme fédérée déployant 12 projets pilotes intersectoriels. Elle s'appuie sur un modèle de gouvernance des données multisectoriel quadruple-hélice entre les villes et les parties prenantes, la définition de jeux de données prioritaires (catalogues, cas d'usage et jeux de données) et une feuille de route garantissant la conformité réglementaire, technique et opérationnelle, ainsi que des solutions éthiques.

- Le programme CAPACities en France vise à renforcer les compétences des acteurs publics et privés pour avancer ensemble sur la gouvernance des données et l’usage pertinent du numérique dans la création de territoires intelligents et durables. Il se distingue par des ateliers de **co-construction collective** organisés sur cinq territoires, favorisant l’échange entre porteurs de projets et experts économiques à partir de cas d’usage concrets. Les [livrables](#) incluent une présentation des résultats, un outil pour évaluer le [caractère responsable](#) d’une initiative et un autre pour évaluer les [coûts et bénéfices](#).
- D’autres initiatives ont été développées pour permettre aux municipalités de conserver la propriété de leur code. [OS2](#) est un réseau collaboratif au Danemark regroupant 82 membres (84 % sont des municipalités), développant des solutions numériques open source, destinées aux organismes publics. Son objectif est de garantir la transparence, la durabilité et la maîtrise des outils numériques publics, en donnant aux autorités la propriété du code et la liberté de choix des prestataires. Tout le contenu est publié sous licences open source.

2.6 Assurer une gouvernance responsable de l’IA générative

La recension réalisée ne se concentre pas sur l’adoption de l’IA générative par les villes. Néanmoins, il est pertinent de rappeler les principes pour une utilisation éthique et responsable définis par le [Guide pratique d’utilisation de l’IA générative pour les municipalités du Québec](#) de l’Obvia. L’Obvia définit l’IA générative comme « une forme récente d’IA qui a la capacité de créer du nouveau contenu, comme du texte, de la musique, des images ou des vidéos. Dans ce cas, la tâche n’est pas de prédire ou de classer, mais de créer du contenu par des méthodes d’apprentissage profond et d’immenses jeux de données ».

L’utilisation de l’IA générative par les administrations municipales comprend plusieurs risques, entre autres la possibilité d’obtenir des informations erronées, la production de biais basés sur la race, le genre ou l’appartenance ethnique, la difficulté à assurer la confidentialité* des données personnelles et sensibles, une dépendance envers les grandes entreprises technologiques, l’acceptabilité sociale, les défis liés à la littératie numérique, l’impact environnemental, un risque de dévalorisation du travail humain, de « déshumanisation des services publics » et de perte d’autonomie professionnelle. [Le Guide sur l’intelligence artificielle générative](#) du gouvernement fédéral offre des détails complémentaires sur les risques, les défis et les occasions liés à cette technologie émergente.



Pistes d'action pour les gestionnaires

Plusieurs principes et actions sont essentiels pour une utilisation responsable de l'IA génératif par les administrations municipales :

- ✓ Toujours **vérifier** les informations générées par l'IA.
- ✓ Toujours **citer** lorsqu'un contenu a été généré par l'IA.
- ✓ Ne **jamais** soumettre des **informations confidentielles**, contenant des **données personnelles** ou qui pourraient être assujetties à des **droits d'auteur**.
- ✓ **Éviter de surutiliser** l'IA générative et l'utiliser uniquement lorsque c'est réellement justifié. En raison de son coût environnemental important, et des impacts potentiels sur les employés et citoyens, son utilisation doit être **justifiée** selon une **évaluation préalable** de sa nécessité pour **l'amélioration des services** et de ses répercussions.
- ✓ Lorsque des recherches ou d'autres tâches peuvent être effectués sur des moteurs de recherche ou d'autres outils numériques classiques impliquant un coût environnemental moins important, l'IA générative ne devrait pas être utilisée.
- ✓ **Éviter de réduire l'accès aux humains** pour répondre aux questions des citoyens, d'utiliser l'IA pour évaluer des candidatures, ou pour remplacer son propre jugement ou des compétences non disponibles.
- ✓ Assurer que la **prise de décisions** reste toujours sous la **responsabilité humaine**;
- ✓ Garantir que les employés **comprennent le fonctionnement** des outils utilisés et qu'ils soient en mesure de l'expliquer aux citoyens afin de **garantir la transparence**, en plus d'évaluer les **biais** potentiels.

Synthèse de la section *Points de vigilance*

Six points saillants ont été retenus, qui représentent les enjeux principaux associés à l'adoption de l'IA par les municipalités. Les municipalités devraient porter une attention particulière à chacun de ces aspects, mais la prise en compte des points de vigilance appelle à une gestion intégrée et collaborative des risques de l'IA. En effet, les enjeux mentionnés sont profondément reliés : un cadre de gouvernance fort devrait inclure des principes et adhérer au cadre réglementaire en vigueur. Du cadre devraient découler des politiques robustes de cybersécurité* et d'interopérabilité* et des mécanismes limitant les impacts négatifs de l'IA, dont l'atteinte à la vie privée, ainsi que les dommages sociaux, économiques et environnementaux.

→ Surveillance

Le premier point de vigilance illustre que les technologies d'IA comportent des avantages pour la gestion des villes, mais qu'elles posent des risques importants lorsqu'elles sont utilisées pour surveiller les individus, leurs activités et leurs déplacements. Quand des capteurs numériques et l'IA sont utilisés à des fins de contrôle social, alors les droits des citoyens, dont leur droit à la vie privée*, risquent d'être enfreints et des groupes marginalisés peuvent être davantage ciblés, pouvant subir de la discrimination, ce qui peut être associé également à des biais algorithmiques présents dans les bases de données. Les municipalités devraient donc employer des **précautions importantes** pour évaluer les effets des technologies sur les droits humains tout au long du cycle de vie des technologies d'IA. Elles devraient aussi s'assurer que les données personnelles collectées, particulièrement les données biométriques, demeurent confidentielles et que leurs utilisations respectent les lois en vigueur, comme la Loi 25 au Québec.

→ Enjeux réglementaires

De plus, les **principes éthiques** sous-jacents aux lois encadrant les données numériques, comme la transparence, le consentement, la limitation des finalités et de la conservation, la minimisation de la quantité de données, l'intégrité et la confidentialité, peuvent entrer en contradiction avec le fonctionnement de plusieurs systèmes de l'Internet des objets* et d'IA qui s'appuient sur des données massives, par exemple les grands modèles de langage. Les gouvernements, dont ceux de l'Union Européenne, du Canada et du Québec, ont développé une législation et des cadres éthiques pour répondre aux problèmes posés par les technologies numériques. L'implantation de l'IA devrait conséquemment être assortie d'une **évaluation de la conformité** de la solution envisagée avec le cadre réglementaire, ainsi qu'avec la vision politique de la ville.

→ Cybersécurité

D'autre part, l'intégration du numérique à un nombre toujours croissant d'infrastructures municipales critiques, comme les réseaux de distribution d'eau et d'électricité, fait poindre des **risques grandissants à la sécurité publique**. Afin de prévenir ces risques, les administrations locales gagnent à adopter une **approche proactive de sécurité par design**, ce qui inclut la préservation du contrôle humain sur l'automatisation des tâches et le test des technologies avant leur déploiement. La création d'une équipe

de cybersécurité* centrale et d'un comité d'audit représentent d'autres mesures favorisant la surveillance* en continu des menaces et une gestion intégrée des risques.

→ Interopérabilité

L'augmentation de la taille des données et des systèmes informatiques fait également de l'interopérabilité* un enjeu névralgique. Soulignons que l'interopérabilité* inclut la standardisation du format des données et des connexions entre les systèmes et services, mais aussi des règles organisationnelles et juridiques qui régissent leur utilisation. Il est recommandé aux villes d'intégrer des standards (méthode CAMSS, principes du Cadre européen en interopérabilité*) et les mécanismes d'interopérabilité* minimaux (MIM). L'interopérabilité* repose aussi sur des démarches collaboratives entre acteurs publics et privés afin de protéger les droits de propriété des données au moyen d'outils comme les fiduciaires, les communs de données et les collectifs de données.

→ Impacts socio-économiques

Les systèmes d'IA, particulièrement d'IA générative, ont des effets néfastes sur l'environnement et pourraient mener à des pertes d'emploi, ce que craignent nombre d'employés municipaux et leurs représentants. Des mécanismes de prévention et d'évaluation des impacts de l'IA sur les dimensions humaines, sociales, économiques, environnementales et culturelles est nécessaire doivent être mis en place en tenant compte les différents besoins de la population, les populations marginalisées, en plus de planifier des programmes de formation pour les citoyens et les employés de l'administration municipale. Les gains d'efficacité introduits par des systèmes d'IA, notamment au niveau de la consommation d'énergie, doivent être envisagés en même temps que leurs coûts environnementaux. Une gouvernance responsable de l'IA nécessite donc de se pencher sur les effets actuels et futurs des technologies utilisées, en collaboration avec les parties prenantes qui seront impactées.

→ IA générative

Enfin, les localités devraient être particulièrement attentives aux risques de l'IA générative. Celle-ci est énergivore et elle peut renforcer plusieurs stéréotypes nuisibles basés sur la race, le genre et l'appartenance ethnique. Elle rend difficile d'assurer la confidentialité* des données sensibles* et elle peut induire une dépendance à une grande entreprise étrangère. Elle comporte aussi des risques substantiels liés à la valorisation et à l'autonomie du travail humain et à la déshumanisation des services publics. En dépit de l'engouement actuel envers les grands modèles de langage, les administrations devraient sélectionner avec soin leurs outils d'IA générative, baliser les pratiques admissibles et limiter les usages aux cas justifiés. Elles devraient également vérifier les contenus produits, signaler lorsqu'une communication est générée par l'IA et ne jamais soumettre d'informations confidentielles aux systèmes d'IA en libre usage.



3. Meilleures pratiques de gouvernance collaborative municipale de l'IA et du numérique

Cette section de l'outil est consacrée aux meilleures pratiques de gouvernance collaborative* de l'IA et du numérique à l'échelle municipale. Elle met en évidence le rôle central de cette gouvernance dans la réussite des initiatives, en assurant un leadership* clair, des mécanismes de coordination entre parties prenantes et une mise en commun des ressources autour d'objectifs partagés. Elle présente d'abord un instrument structurant pour élaborer un cadre de gouvernance collaborative* couvrant les phases de planification, de mise en œuvre et d'évaluation/pérennisation. Elle expose ensuite des bonnes pratiques pour renforcer le leadership* politico-administratif tout au long des initiatives, différents types de structures de gouvernance collaborative*, les bénéfices de la collaboration intermunicipale illustrés par des exemples européens, et met enfin à disposition des instruments pratiques pour identifier des sources de financement au Québec et en Wallonie-Bruxelles.



3.1 Coconstruire un cadre de gouvernance collaborative appliqué à l'IA et au numérique

La gouvernance collaborative* renvoie à la capacité d'une administration à gérer efficacement ses ressources, ses politiques et ses parties prenantes, tout en élaborant des réglementations et en assurant leur application de manière cohérente et continue. Or, l'un des freins majeurs à la transition numérique des villes réside dans l'absence d'outils de gouvernance adaptés, notamment le manque de planification stratégique et de dispositifs concrets pour la mise en œuvre ^[104].

Afin de soutenir le développement de la ville numérique et de favoriser l'émergence d'écosystèmes de connaissance, l'élaboration d'un plan stratégique apparaît essentielle. Celui-ci doit s'appuyer sur une vision partagée et une méthodologie adaptée aux besoins, aux priorités et aux contraintes propres à chaque contexte territorial^[105]. Plusieurs travaux recommandent l'adoption d'une approche holistique, intégrant les dimensions sociale, économique et environnementale de la durabilité. Une telle stratégie, construite en collaboration avec les parties prenantes et bénéficiant de leur soutien, constitue un levier central pour favoriser leur engagement et assurer l'adhésion aux initiatives numériques^[106]. Elle doit reposer sur des objectifs bien définis, des ressources techniques (infrastructures, systèmes informatiques numériques) et des compétences humaines (expertises, capacité de gestion, orchestration de l'innovation*) ^[55,67].

Dans cette perspective, il est essentiel de construire un cadre de gouvernance structuré qui est composé de plusieurs éléments clés : une stratégie globale, un ensemble de principes formulés au sein d'une Charte de principes et de règles au sein d'une politique d'encadrement de l'utilisation de l'IA, un plan de mise en œuvre, ainsi que des structures de leadership* (ex. Comité de pilotage) et de coordination (ex. Living lab, entité de la ville chargée de coordination, etc.). Ce cadre s'inscrit dans un processus évolutif articulé autour de trois phases : planification, mise en œuvre, et évaluation/pérennisation ^[106] (voir Figure 8). Le type de leadership* requis évolue selon les étapes de ce cadre, allant d'un leadership* transformationnel et relationnel en phase initiale à des formes plus opérationnelles dans les phases suivantes.

Figure 8. Cycle du cadre de gouvernance collaborative des initiatives municipales



3.1.1 Phase de planification

Cette phase de l'initiative, intégrée au cadre de gouvernance, nécessite un leadership* relationnel et transformationnel. Il s'agit pour les décideurs politiques et administratifs d'écouter les préoccupations, d'expliquer la valeur des initiatives, de créer des espaces de dialogue et de bâtir un climat de confiance entre les équipes. Ce type de leadership* est essentiel pour réduire les craintes associées à l'IA, favoriser l'adhésion et soutenir la transformation des pratiques ^[106].

La phase de planification se décline en cinq étapes :



1. Lancement de l'initiative et mobilisation des parties prenantes

L'initiative peut découler d'un engagement des leaders politiques ou d'une recommandation de la direction générale de la Ville visant à créer un consensus et à obtenir un soutien politique et

administratif. Son lancement inclut l'**identification des parties prenantes**, tant internes (élus, services municipaux) qu'externes (citoyens, entreprises, universités, organismes communautaires), ainsi que la clarification de leurs rôles et la mise en place de mécanismes pour assurer une représentation équilibrée et inclusive.

Cette étape repose sur la mobilisation des parties prenantes clés et sur la capacité des gestionnaires à s'engager dans des projets pilotes, tout en assurant la continuité de l'initiative au-delà des cycles politiques. Des mécanismes doivent être prévus afin d'assurer une représentation équilibrée et inclusive et de soutenir la continuité de l'initiative au-delà des cycles politiques.

Pistes d'action pour les gestionnaires

Questions à se poser : quelles actions sont posées pour créer un consensus et obtenir le soutien politique et administratif des directions municipales ? Quels sont les parties prenantes internes et externes clés, leurs rôles et responsabilités et les mécanismes pour assurer une participation équilibrée ? Comment sera assurée la continuité des initiatives au-delà des mandats politiques ?



2. Analyse du contexte local

La stratégie doit être adaptée aux besoins, priorités et limitations propres à chaque contexte. Elle s'appuie sur une compréhension du contexte politique, social, culturel, économique, environnemental, organisationnel, et technologique de la Ville ^[107].

Pistes d'actions pour les gestionnaires

Question à se poser : quelles sont les caractéristiques politiques, socio-économiques, culturelles, environnementales, institutionnelles et technologiques de la Ville à prendre en compte dans la conception de la stratégie ?



3. Évaluation des besoins et des risques

Cette étape vise à identifier les besoins prioritaires en matière de services urbains et d'inclusion sociale, ainsi qu'à évaluer les risques technologiques, organisationnels et environnementaux en fonction du contexte local. Elle permet également d'identifier les domaines ciblés par l'initiative et d'anticiper les impacts attendus et les résultats visés.

Pistes d'action pour les gestionnaires

Questions à se poser : Quels sont les besoins et priorités des services ? Sont-ils en lien avec des objectifs des politiques municipales ? Quels sont les risques technologiques, institutionnels et environnementaux de la mise en place de l'initiative ? Quels sont les domaines ciblés par l'initiative et les résultats attendus ?



4. Construction d'une vision commune et d'un cadre de principes

La planification de l'initiative repose sur la construction d'une vision partagée. Elle s'appuie sur une philosophie commune et des principes d'organisation souples mettant l'accent sur l'inclusion, ainsi que sur un narratif mobilisateur, tel qu'un « mantra » ou une phrase inspirante qui incarne l'ambition numérique de la ville (Ex. : « Une ville connectée, inclusive et durable pour tous »).

La vision commune est appuyée par un **cadre de principes** définissant les valeurs, les règles et les orientations communes qui guideront la conception, la mise en œuvre et l'évaluation des initiatives en IA et numérique. Il sert de référence partagée pour l'ensemble de l'écosystème, quel que soit le stade d'avancement des projets.

Les villes privilégient de plus en plus des approches participatives ascendantes, dans lesquelles citoyens et parties prenantes contribuent à la coconstruction de la vision et des objectifs de la transformation numérique, en cohérence avec les politiques publiques à long terme. Des ateliers participatifs peuvent être utilisés pour définir les priorités. Cependant, il reste du travail à faire pour intégrer les citoyens et les autres parties prenantes à la phase de planification ^[55].

Pistes d'action pour les gestionnaires

Questions à se poser : Comment une vision commune de la ville numérique sera définie ? Quel est le mantra de la ville numérique ? Quels sont les valeurs et principes communs ? Quelles sont les règles à respecter ? Quelles sont les orientations communes ?



5. Définition des objectifs stratégiques

Les objectifs doivent être définis de manière concertée entre les services municipaux, en cohérence avec les politiques publiques existantes et les capacités locales. Ils doivent être clairs, mesurables et orientés vers des résultats concrets pour les citoyens et les parties prenantes. Ces objectifs peuvent également être arrimés aux Objectifs de développement durable* (ODD) adoptés par les Nations Unies et s'appuyer sur les leçons apprises d'initiatives similaires afin d'anticiper les obstacles et d'identifier des mécanismes leviers ^[67]. Un lien explicite doit être effectué avec les résultats.

Pistes d'action pour les gestionnaires

Questions à se poser : À partir de quels besoins prioritaires les objectifs stratégiques de l'initiative en IA ont-ils été définis, et sur quelles politiques ou orientations municipales s'appuient-ils ? Quels éléments du fonctionnement ou des services de la Ville doivent être améliorés ou transformés ? Quels objectifs concrets et mesurables peut-on se fixer ? Quels résultats sont attendus par les citoyens et parties prenantes ? Quelles initiatives ou actions pourraient être mises en œuvre pour atteindre ces résultats ?



6. Définir les mécanismes de suivi et d'évaluation (voir 2.4.3 pour plus de détails)

Il existe des défis liés à l'évaluation, incluant une difficulté à évaluer l'impact des initiatives sur la performance des villes, ainsi que le manque de standardisation des indicateurs^[106]. Il est nécessaire que les indicateurs soient liés aux politiques publiques et de s'assurer que les évaluations portent sur

les résultats et non seulement sur les moyens déployés, dont les investissements^[108]. À partir de la stratégie, il est important de définir des critères de performance formels permettant d'évaluer la contribution de chaque partenaire et mesurer les avancements vers l'atteinte des objectifs stratégiques.

L'évaluation doit se déployer en continu afin d'assurer une adaptation permanente des pratiques par la municipalité et par ses partenaires. Elle devrait à la fois porter sur les opérations et la gouvernance^[106,108]. Par exemple, elle devrait s'intéresser à la délégation des responsabilités aux parties impliquées et à leurs échanges de données. L'emploi de méthodologies quantitatives et qualitatives et d'une variété de sources de données permet d'offrir un portrait complet des projets en cours^[108].



Barcelone

Un exemple de ville intelligente* durable est celui de Barcelone. Barcelone s'est engagée dès 2011 dans une politique de ville intelligente* alignée sur les objectifs européens de durabilité, d'inclusion et d'innovation*. Cette démarche s'est concrétisée par le déploiement de technologies numériques comme l'IoT dans les transports, l'éclairage, le stationnement et la gestion des déchets, avec plus de 80 projets pilotes^[109].

Le mantra de la ville intelligente* de Barcelone repose sur une vision d'un urbanisme à échelle humaine, interconnecté, éco-efficace, autonome en énergie et à zéro émission. L'objectif est de transformer la ville en exploitant la numérisation pour la rendre plus ouverte, juste et démocratique, en mettant la technologie au service des citoyens. La stratégie inclut la refonte des systèmes urbains, le développement de l'économie des services, la résilience, l'élargissement de l'espace public et la collaboration interurbaine^[103].

Des projets, comme 22@Barcelona, illustrent cette volonté de régénération urbaine et d'innovation*, en réunissant le secteur privé, les universités et les collectivités via le développement de Living Labs. Le modèle repose sur des partenariats public-privé, une gouvernance ouverte et une coordination centralisée par le service Habitat Urbain. Barcelone mise sur les TIC pour améliorer les fonctions urbaines, avec des initiatives comme l'éclairage intelligent, la gestion optimisée des déchets et le transport intelligent, tout en favorisant l'implication des citoyens et la coopération internationale^[105].

À Barcelone, les principaux défis ont trait à l'intégration cohérente des données et des technologies au service de décisions publiques efficaces, à la conciliation entre innovation* technique et justice sociale (mobilité, énergie), et au renforcement des mécanismes de coordination entre acteurs afin de transformer l'ambition numérique et écologique en valeur publique* tangible^[110].



3.1.2 Phase de mise en œuvre

La phase de mise en œuvre des initiatives en IA et numériques doit être centrée sur le développement et le renforcement des relations avec les parties prenantes externes à l'administration municipale, afin d'assurer leur participation active à la réalisation des projets. Cette phase peut être confrontée à des

résistances au changement, à des intérêts divergents ou encore à un désengagement de la part des parties prenantes. Un des principaux enjeux de la gouvernance collaborative* est la complexité de la coordination des acteurs. À cela s'ajoute l'absence de mise à jour des cadres stratégiques, ce qui limite la mise en œuvre effective des projets malgré une forte mobilisation initiale et un appui technique structurant^[61].

Pour y faire face, il est essentiel de maintenir un leadership* mobilisateur, de réviser et d'adapter les objectifs communs au besoin, et d'assurer une communication transparente, fondée sur la confiance et une gestion réaliste des attentes. Cette phase nécessite d'assurer un leadership* permettant de coordonner un nombre croissant d'acteurs, de développer des stratégies de collaboration et de co-création, de mettre en place une structure dédiée à l'animation et à la promotion de l'initiative, ainsi que des mécanismes d'évaluation de la performance^[106]. Il s'agit également, de gérer les politiques, de définir des accords de gestion et de gouvernance, d'engager les parties prenantes, d'assurer une gouvernance responsable des données et d'assurer l'interopérabilité* des infrastructures.

Il est essentiel de soutenir une communauté collaborative en assurant un processus de décision partagé qui favorise une culture de collaboration. Les priorités doivent être définies de manière transparente, dans un climat de respect, en prenant le temps d'expliquer les décisions et leurs raisons, afin de préserver la confiance et l'engagement des acteurs.

Cette phase se décline en plusieurs étapes :



1. Élaborer un plan et une stratégie de mise en œuvre

Le cadre de gouvernance doit prévoir la formulation d'un plan de mise en œuvre. Il est nécessaire d'élaborer un plan de mise en œuvre et une stratégie de déploiement qui inclut une vision à moyen et à long terme et une séquence d'actions concrètes pour l'atteindre. Le plan, qui définit des missions claires, des stratégies ciblées et des mesures à l'échelle du réseau, est activé à cette étape. Cela nécessite une sélection des bons acteurs et ressources, une mobilisation des compétences et expertises, une instauration de la confiance ainsi qu'un consensus. Elle requière également un réajustement des objectifs en réponse aux changements. Il y a un besoin d'actualiser les plans et de se réinventer en permanence.

La stratégie doit préciser la répartition des rôles et des responsabilités, identifier les acteurs responsables de la mise en œuvre et définir les mécanismes de coordination entre eux. Elle doit également inclure les capacités humaines nécessaires, les infrastructures à mobiliser, le plan financier, les partenariats à établir ainsi que les mécanismes d'engagement et d'approbation des parties prenantes. L'ensemble de ces éléments vise à garantir une mise en œuvre cohérente, durable et alignée sur les objectifs stratégiques de la Ville.

Pistes d'action pour les gestionnaires

Questions à se poser : Quelle est la vision à moyen et à long terme? Quels sont les rôles des acteurs et leurs responsabilités? Quels sont les besoins en matière de ressources humaines et de technologies? Quelles sont les sources de financement? Quels partenariats seront développés et

quels sont les mécanismes d'approbation et d'engagement des parties prenantes ? Quels acteurs sont responsables de la mise en œuvre ? Comment l'implication des élus est-elle assurée ?



2. Créer des structures de gouvernance

Mettre en place une organisation dédiée à la promotion de l'initiative peut s'avérer un levier d'action efficace. Cela doit venir après l'établissement de relations solides à l'interne à la phase de planification. Il faut définir les structures de gouvernance politiques et administratives, les rôles et responsabilités, ainsi que les groupes de travail thématiques. Il est recommandé de définir un modèle de gouvernance avec des rôles clairs, nommer un leader pour superviser l'initiative et assurer la continuité au-delà des mandats politiques, favoriser la coordination entre les agences municipales et encourager la collaboration intersectorielle. Les parties prenantes doivent être intégrées dès le développement de l'initiative, en s'appuyant sur des mécanismes explicites pour soutenir et encourager leur participation. Des thématiques de travail, alignées sur les objectifs, peuvent ensuite être structurées et confiées à des groupes de travail dédiés.

Pistes d'action pour les gestionnaires

Questions à se poser : Quel type de structures politiques et administratives seront créées pour soutenir l'initiative ? Comment les parties prenantes seront-elles intégrées au processus de développement de l'initiative ? Quels mécanismes permettront de soutenir et d'encourager leur participation ? Quels seront les rôles et responsabilités de chacun des acteurs impliqués ? Quelles thématiques de travail doivent être définies en lien avec les objectifs, et quels groupes de travail seront formés pour les traiter ?



3. Mobiliser les ressources humaines, financières et techniques

Les municipalités devraient identifier les défis existants, les leviers (ex. partenariats, mécanismes institutionnels et de gouvernance) et les facteurs de succès critiques, en plus des ressources humaines, financières et techniques disponibles. Elles gagnent également à prévoir les mécanismes d'intégration du secteur privé et des avenues de soutien à l'innovation*. Il est recommandé de créer des mécanismes pour que les entreprises puissent développer des idées, réseauter et partager des ressources, afin de maximiser les chances de succès de l'initiative. Pour en savoir plus sur les sources de financement et les collaborations avec le secteur privé, voir la section 3.5 *Multiplier les sources de financement*.

Pistes d'action pour les gestionnaires

Questions à se poser : Quels sont les défis existants par rapport aux ressources et les leviers nécessaires ? Quelles sont les ressources (humaines, financières et techniques) disponibles ? Comment le secteur privé sera-t-il intégré ?



4. Former et éduquer employés et citoyens

Le manque d'investissements dans des programmes de formation et d'éducation constitue l'un des principaux obstacles à l'adoption de l'IA et du numérique par les villes. Il est essentiel de mettre en place des programmes éducatifs et de fournir des formations aux citoyens, de prévoir les ressources humaines et les programmes nécessaires pour accompagner l'innovation* dans le secteur public, en plus de développer des compétences en gestion des données, autant des équipes opérationnelles que des décideurs. Également, il est essentiel de former les utilisateurs pour contrer la fracture numérique et assurer une adoption équitable des technologies^[63].

L'adoption de l'IA par les villes nécessite des capacités avancées d'analyse, de gestion et de traitement. Il est nécessaire de combiner les expertises (ex. ingénieurs, scientifiques des données) et les technologies (ex. analytique, IA). Dans le cas de la ville de Helsinki, ayant une stratégie pour renforcer les compétences technologiques de ses employés, incluant l'IA et la robotique, des programmes de formation ciblés ont été développés^[55]. Un poste de *Chief Digital Officer* assure la transformation numérique et la numérisation des services. Helsinki a développé la notion de « l'éducation intelligente » basée sur l'analyse des données, et mettant l'accent sur les questions de cybersécurité* et de confidentialité* des données, appuyés par des juristes. Il s'agit d'une approche personnalisée, accessible en continu et adaptable à l'âge^[55].

L'un des enjeux de l'adoption de l'IA et du numérique par les villes est que la formation et l'éducation restent limitées et fragmentées, souvent réduites à l'usage de dispositifs technologiques plutôt qu'au développement global des compétences numériques. Les villes ayant une stratégie plus complète, comme c'est le cas de Londres, intègrent les infrastructures physiques et numériques, les institutions et des programmes ciblés^[105]. Les établissements éducatifs sont appelés à devenir des centres d'innovation* et de recherche collaborative. Toutefois, la coopération entre universités, industrie et gouvernement demeure faible, freinant la diffusion des connaissances et des idées innovantes^[105]. Les petites municipalités ont besoin de recevoir un soutien technique local et d'un accompagnement en gestion de l'information, ainsi que d'un programme de formation continue pour des employés offerts par les universités locales. Il est aussi possible d'offrir des opportunités de stage et d'emploi aux jeunes en gestion des données^[111].

Pistes d'action pour les gestionnaires

Questions à se poser : Quels programmes de formation seront offerts aux employés ? Quels programmes seront offerts aux citoyens pour contrer la fracture numérique ? Quelles ressources sont nécessaires pour les mettre en place ? Quels partenaires universitaires seront chargés de développer les programmes de formation ?



Les cas d'Amsterdam et de Barcelone

Amsterdam a créé la Smart City Academy et l'Amsterdam Institute for Advanced Metropolitan Solutions (AMS), mettant aussi en place des laboratoires vivants autour de thématiques clés, pour l'implantation de programmes de partage de connaissances.

Également, le programme public-privé Startup Amsterdam offre un soutien aux startups et à l'innovation*. La ville d'Amsterdam a créé également des programmes ouverts et des ateliers pour engager les citoyens, en liant données et gestion des connaissances^[109].

Cependant, dans le cas d'Amsterdam l'inclusion sociale et numérique sont un point de faiblesse, insuffisamment intégré aux objectifs et à la conception des projets, ce qui limite leur portée inclusive et leur impact social^[105].

Dans le cas de Barcelone, l'Institut d'Architecture Avancée de Catalogne (IAAC), collaborant avec le conseil municipal, se constitue comme le centre de recherche principal, reposant sur une approche d'innovation* ouverte en collaboration

avec une communauté de citoyens et de développeurs, en plus de la mise en place d'espaces d'expérimentation* en mode laboratoire vivants pour les startups. Le laboratoire urbain district 22@ a transformé une zone industrielle en un pôle de l'économie de la connaissance, réunissant universités, centres de recherche, start-ups et entreprises technologiques émergentes pour tester des projets pilotes^[109].

La formation de data stewards* dans les municipalités à Bruxelles

Les gestionnaires de données ou *data stewards** sont des professionnels qui gèrent et supervisent les actifs de données d'une organisation pour garantir leur collecte, stockage, maintenance et utilisation responsable. Le rôle du data steward* est d'assurer que les données soient fiables, accessibles, sécurisées et conformes aux réglementations et politiques en vigueur.

Les data stewards* gèrent les données de manière responsable, en garantissant leur exactitude, leur confidentialité* et leur sécurité tout au long de leur cycle de vie. Cela implique la transparence* sur l'utilisation des données, le respect des lois et des principes éthiques, et la mise à disposition des données non sensibles pour favoriser l'ouverture et la réutilisation.

Cela inclut d'avoir une excellente compréhension des obligations légales, limiter la collecte aux données nécessaires, documenter les décisions, sécuriser le stockage, obtenir le consentement

des utilisateurs et mettre en place des audits réguliers. Enfin, il est crucial de promouvoir une culture de responsabilité au sein des équipes pour maintenir la qualité et la pertinence des données dans un environnement en constante évolution.

Une manière d'améliorer la formation des employés municipaux en IA est l'organisation de *Data Stewards Bootcamps* à Bruxelles par The Data Tank. Il s'agit d'une formation immersive destinée à préparer une nouvelle génération de leaders capables de gérer les données de manière responsable et stratégique. Son objectif : permettre aux villes et régions de tirer pleinement parti des données pour le bien public, en renforçant la gouvernance locale et la collaboration intersectorielle.

5. Impliquer les citoyens

La prise en compte des besoins des citoyens aux politiques publiques et à la prise de décisions est une tâche complexe de la démocratie participative, qui requiert la considération de plusieurs opinions et la conciliation de multiples points de vue. Entamer des démarches participatives permet d'intégrer une variété plus large de perspectives dans la prise de décision, renforce la transparence* et la légitimité des projets municipaux.

Pour assurer l'engagement des citoyens, les localités doivent concevoir des dispositifs participatifs qui répondent aux intérêts et aux attentes des citoyens^[112,113]. Leurs rôles et la portée des dispositifs doivent être clairement définis. Tant le soutien des élus que des gestionnaires est nécessaire pour assurer le succès des démarches. En effet, le leadership* de tels « champions » permet de consolider les appuis internes aux dispositifs mis en place^[114].

La transparence* de l'administration et la qualité des données demeurent des prérequis à la participation, car les citoyens ont besoin d'informations vulgarisées de qualité pour offrir des idées et des recommandations pertinentes. Les projets de données ouvertes* alimentent ainsi directement les initiatives de participation citoyenne^[113]. Toutefois, la disponibilité de données n'est parfois pas suffisante. Pour s'assurer que les citoyens puissent contribuer aux discussions, il est souvent indispensable de les renseigner sur les sujets abordés et de leur offrir une courte formation.

La co-crédation de services numérques, par le biais de laboratoires vivants, d'hackathon, d'ateliers de design collaboratif, permet une implication significative des usagers, qui dépasse les formes habituelles de consultation et d'information du public, comme les audiences publiques et les sondages^[115-117]. Par exemple, le projet *Smart Kalasatama* à Helsinki a permis aux résidents de ce quartier de participer à la co-conception et au co-développement de constructions immobilières, de services de livraison alimentaire et de transport en commun intelligent^[112].

Les initiatives en IA doivent répondre aux besoins des citoyens. Pour ce faire, les dispositifs devraient être inclusifs et représentatifs de la population. Une approche équitable doit prendre en compte les besoins selon l'âge, la langue, le genre, la culture, ainsi que ceux des personnes en situation d'handicap, de vulnérabilité et de marginalisation. Il est pertinent d'employer différentes méthodes pour inviter ou recruter les citoyens: site web, réseaux sociaux, affichage public, infolettre et lettres conventionnelles. Pour endiguer la fracture numérique et inclure les populations moins connectées, les initiatives mises sur pied devraient avoir lieu non seulement en ligne, mais aussi en personne^[117] (voir l'encadré sur la participation publique numérique pour une description de ses avantages et limites). Enfin, différents mécanismes de rétroaction, par exemple des boîtes à idées, des sondages post-activité, des courriels ou des rencontres de suivi, pourraient alerter les autorités municipales si une part de la population se sent exclue des dispositifs proposés ou s'ils sont jugés inadéquats.



Pistes d'action pour les gestionnaires

Questions à se poser : Quels projets bénéficieraient des perspectives de citoyens ? Quels sont les dispositifs de participation publique à privilégier (ateliers, sondages, groupes de discussion, groupes de travail, laboratoires vivants ou hackathons) ? Comment les publics visés seront-ils invités (site web, réseaux sociaux, affichage municipal, infolettre, lettres) ? Les participants ont-ils reçu une formation suffisante pour contribuer aux échanges ? Des mécanismes de rétroaction sur les services à la population et sur les activités de participation (ex. boîte à idées, sondage post-activité, courriel dédié, rencontres de suivi) ont-ils été mis en place ? Est-ce que certains groupes sont sous-représentés au sein de nos activités ?

Le cas de Smart Aarhus

Dans le cas de Smart Aarhus, plusieurs initiatives ont été testées pour cerner les intérêts des citoyens. Il y a eu une volonté à s'appuyer sur les événements populaires et de maximiser les ressources disponibles. Les entreprises privées étaient encouragées à collaborer et à observer les bénéfices potentiels. Par exemple, les groupes de travail et le parc technologique de Katrinebjerg offraient des opportunités de collaboration ^[112].

Également, la promotion des initiatives peut être effectuée à partir de l'organisation d'expositions permettant aux *start-ups*, aux municipalités, aux universités et aux innovateurs de présenter leurs produits et services. Cependant, il convient de mentionner que le manque de participation citoyenne, notamment des populations vulnérables, demeure l'un des principaux enjeux de la gouvernance collaborative*.

Participation publique numérique, technologies numériques et IA : enjeux et avantages

La participation publique numérique (PPN) désigne l'ensemble des processus par lesquels les gouvernements mobilisent les technologies de l'information et de la communication (TIC) pour associer les citoyens à l'élaboration des politiques et à la prise de décision, dans une perspective de transparence, d'inclusion, de collaboration et d'efficacité de l'action publique ^[118]. Issue du développement des gouvernements numériques, la PPN vise à renforcer la citoyenneté active, élargir l'accès à la participation et améliorer la qualité démocratique des processus décisionnels en dépassant les contraintes spatio-temporelles ^[119-121].

Malgré la diversification des dispositifs allant de l'information à la consultation, à la collaboration et à la prise de décision, la PPN fait face à des enjeux : faibles taux de participation, déficit de confiance envers les institutions, fracture numérique et intégration limitée des contributions citoyennes dans les décisions publiques ^[114,122-124]. Ces difficultés sont accentuées par les inégalités socioéconomiques et de compétences numériques, qui tendent à favoriser la participation de groupes ayant une meilleure littératie numérique, au risque d'amplifier les inégalités existantes ^[120,125]. Les technologies numériques offrent des avantages, notamment en matière de coconstruction, de co-design entre gouvernements et citoyens, et de mobilisation de l'intelligence collective à travers des plateformes d'idéation, de cartographie collaborative, de budgets participatifs et de laboratoires numériques^[1]. Les technologies fondées sur l'IA et l'analytique (*opinion mining*, *monitoring* des réseaux sociaux, extractions d'opinions) permettent une connaissance des opinions et des « sentiments » des citoyens, mais soulèvent des enjeux liés aux biais, à la transparence, à la gouvernance des données et au risque de réduire les citoyens à de simples fournisseurs d'information plutôt qu'à de véritables coproducteurs des politiques publiques^[1].

Ainsi, l'enjeu central de la PPN réside dans son institutionnalisation effective et inclusive, combinant technologies, gouvernance et culture politique, afin de garantir l'accessibilité, la représentativité, la rétroaction et un impact réel des contributions citoyennes sur les décisions publiques, condition indispensable à sa légitimité et à sa pérennité^[1].

3.1.3 Phase d'évaluation et de pérennisation

Une fois qu'une municipalité s'est dotée de structures de gouvernance collaborative* de l'IA et du numérique, qu'un consensus s'est formé autour des objectifs à poursuivre et qu'elle a lancé des projets, elle doit maintenant assurer la conformité éthique, la pérennité et le succès de ces initiatives. Son attention doit se porter prioritairement sur l'examen de ses processus et la consolidation de ses relations partenariales. Cette phase demande l'emploi d'outils rigoureux d'évaluation pour assurer le suivi et le succès des initiatives. Elle nécessite également le recours à un leadership* plus formel, basé sur le contrôle des opérations et l'orchestration des parties prenantes, tout en maintenant un leadership* relationnel pour maintenir l'engagement des partenaires^[106]. Elle inclue une dissémination des initiatives, une gestion de l'éducation des usages, ainsi qu'un suivi et une évaluation continue des initiatives.

Évaluer les usages du numérique et de l'IA



1. Développer l'évaluation selon les objectifs stratégiques et selon les dimensions humaines, sociales, économiques, environnementales et culturelles

Les municipalités gagnent à évaluer les usages du numérique et de l'IA, ainsi que leur gouvernance, à la lumière des politiques en vigueur et de leurs objectifs. Elles devraient examiner la cohérence des politiques et règlements développés avec les autres orientations stratégiques de la Ville et avec ses opérations^[14,102]. Employer des indicateurs relatifs aux bénéfices attendus pour la population, davantage que relatifs aux investissements et au déploiement des technologies, est également une bonne pratique^[108]. Il est aussi recommandé de documenter les interactions entre les organisations impliquées dans la gouvernance du numérique et de l'IA. Les localités peuvent aussi se pencher sur le succès de leurs collaborations, notamment la proximité avec leurs partenaires, l'intensité des échanges d'information et le degré de confiance envers d'autres organisations^[126].

Il est également essentiel de suivre en continu les impacts de l'IA sur les conditions sociales, économiques, environnementales et culturelles des villes. Les évaluations d'impact doivent examiner ses effets sur les droits humains, les droits du travail, les émissions de gaz à effet de serre, la consommation d'énergie et de ressources, les écosystèmes ainsi que sur les personnes marginalisées et en situation de handicap, en accordant une attention particulière aux conséquences sur l'autonomie des individus.

Enfin, les localités devraient s'assurer que les recommandations dégagées des évaluations bénéficient d'un suivi et sont mises en œuvre.

Pistes d'action pour les gestionnaires

Questions à se poser : Est-ce que les pratiques d'évaluation sont cohérentes avec les objectifs stratégiques de notre organisation ? Les indicateurs employés mesurent-ils directement les résultats escomptés ? Est-ce que les structures de gouvernance et les relations de partenariat font l'objet d'une évaluation ?



2. Appréhender les effets du numérique selon une variété de perspectives

L'évaluation de l'efficacité des processus, des coûts et de la qualité des services est assurément prioritaire, notamment par des mesures quantitatives qui facilitent l'appréciation des effets des technologies numériques. Comparer ses pratiques avec celles d'autres municipalités permet de comprendre les forces et faiblesses de l'organisation, mais il est préférable d'éviter d'utiliser à cette fin uniquement des *benchmarks* standardisés qui négligent les dynamiques et objectifs locaux^[102,127]. Varier les échelles d'analyse permet de saisir les transformations numériques dans l'organisation municipale, chez ses partenaires et dans l'ensemble de la localité.

Recueillir les points de vue d'une diversité de citoyens et de parties prenantes dans la collecte et l'analyse des données, notamment par le biais de sondages et de groupes de discussion, permet de dégager des constats plus complets. Il est recommandé d'étudier les effets des projets sur les populations en situation de marginalisation du territoire afin de prévenir les discriminations. Se pencher sur l'inclusivité des processus de gouvernance établis et déterminer si des personnes en sont exclues en fonction de leur âge, leur langue, leur culture, leur statut socioéconomique, leur genre, leur orientation sexuelle ou leur handicap^[14,128].

Enfin, publier les données collectées et les rapports produits renforce la transparence* de la gouvernance.^[108]

Pistes d'action pour les gestionnaires

Questions à se poser : Est-ce qu'une variété de données et d'instruments sont exploités aux fins de l'évaluation ? Est-ce que les perspectives de plusieurs groupes et populations sont considérées ? Les données et les rapports d'évaluation sont-ils publics ?



3. Évaluer en continu les risques de l'IA et du numérique

Il est recommandé d'effectuer des évaluations d'impact sur les droits humains selon une approche *privacy par design* au cours du cycle de vie des algorithmes, en plus de compléter des audits en cybersécurité^[103]. L'approche de *sécurité par design** nécessite que les mesures de sécurité fassent partie intégrante de la conception des systèmes informatiques, mais une personne ou une équipe au sein des municipalités devrait être responsable de modéliser les risques, d'effectuer des tests de sécurité des technologies et de tenir à jour un registre des incidents, ainsi que d'offrir des recommandations d'intervention en fonction de ces démarches.

Afin de prévenir des manquements éthiques et pour renforcer la reddition de compte, les municipalités devraient documenter quelles technologies elles emploient et à quelles fins, car le fonctionnement des systèmes numériques et leurs usages évoluent. En effet, il est essentiel de détecter les biais et de prévenir la discrimination à toutes les étapes du cycle de vie des outils d'IA et de vérifier le maintien du contrôle et de la prise de décision par des humains. Une attention accrue doit être accordée aux usages de l'IA et du numérique par les autorités de sécurité publique à des fins de surveillance.

Les municipalités gagnent aussi à effectuer une veille stratégique sur les mutations de l'IA et à s'informer sur les évolutions dans d'autres domaines de pointe pour prévenir les risques posés aux données, aux employés des municipalités et à la population^[129].

Pistes d'action pour les gestionnaires

Questions à se poser : La municipalité complète-t-elle régulièrement un ou des audits de cybersécurité* ? Est-ce qu'une personne ou une équipe est responsable de tester les systèmes numériques et de répertorier les risques et les incidents ? Une veille stratégique sur l'IA a-t-elle été mise sur pied ?

Pérenniser la gouvernance collaborative



4. (Ré)investir dans les capacités d'action commune

Il est nécessaire que les municipalités garantissent un financement à long terme aux structures de gouvernance établies et aux initiatives mises sur pied. Elles devraient aussi s'appuyer sur les nouvelles données, compétences et relations inter-organisationnelles, ainsi que les sommes économisées, pour développer de nouveaux projets^[130,131]. Il leur est aussi recommandé de diriger les investissements vers l'ensemble des parties prenantes internes et externes, plutôt qu'uniquement vers les porteurs des dossiers (ex. départements de TI). En effet, créer des retombées directes pour les partenaires privés et communautaires aide à maintenir leur intérêt envers les initiatives^[61,132,133].

Pistes d'action pour les gestionnaires

Questions à se poser : Les initiatives établies pour la gouvernance de l'IA disposent-elles d'un financement de longue durée ? Est-ce que les données, compétences et économies générées par la mise en place de projets numériques sont exploitées dans d'autres contextes ?



5. Prioriser les actions à fort impact et soutenir la performance opérationnelle

Des choix stratégiques sont nécessaires à la pérennisation des collaborations et l'opérationnalisation des orientations établies, même s'ils risquent de démotiver certains partenaires. Dans cette optique, il est recommandé d'expliquer honnêtement et rapidement pourquoi des idées provenant de citoyens ou de parties prenantes ne sont pas retenues^[112,134].

Pour garantir la performance des opérations, il peut être souhaitable d'adapter les rôles et responsabilités des partenaires afin de mieux intégrer leurs intérêts et attentes, dégager des gains d'efficacité et de renforcer les échanges d'information. Il est pertinent de réexaminer les tâches déléguées aux différentes organisations impliquées à la lumière de leurs accomplissements réels; par exemple, en retirant certaines responsabilités envers un acteur qui ne dispose plus des

professionnels qualifiés pour s'en acquitter. L'ensemble des partenaires devraient aussi être consultés pour valider que les résultats des projets sont conformes à leurs attentes et qu'ils bénéficient équitablement aux parties prenantes^[127,133]. Les localités devraient s'assurer que les projets pilotes à succès seront mis à l'échelle et allouer des fonds et des ressources humaines à cette fin.

Enfin, investir dans la cybersécurité* permet de préserver la sécurité des données et limiter les risques financiers et réputationnels^[115].

Pistes d'action pour les gestionnaires

Questions à se poser : Est-ce que les décisions stratégiques de la municipalité sont bien expliquées au public et aux partenaires ? Quels sont les mécanismes de contrôle des opérations et sont-ils mis à jour régulièrement ? Les rôles et responsabilités des partenaires sont-ils réévalués et redistribués ponctuellement ? Des ressources sont-elles consacrées à la mise à l'échelle de projets d'expérimentation* ? Les investissements dans la cybersécurité* sont-ils suffisants ?



6. Développer une diversité d'appuis politiques

Les succès des initiatives gagnent à être valorisés auprès des partenaires et du public, afin de construire leur légitimité. Les municipalités devraient partager leurs réussites avec la population et leurs partenaires. Elles devraient ainsi démontrer comment leurs projets en IA et leurs politiques répondent aux besoins des parties prenantes.

Par ailleurs, les projets qui sont conçus comme des initiatives non partisans comportent moins de risques liés aux changements d'administration. Créer un consensus parmi les élus autour d'un projet est d'une stratégie qui favorise généralement sa pérennité. Les initiatives devraient également viser à inclure les nouveaux acteurs de l'écosystème et à prévenir la compétition avec d'autres initiatives, afin de préserver leur cohérence^[131,133,134].

Pistes d'action pour les gestionnaires

Questions à se poser : Les résultats des projets d'IA et d'innovation* numérique sont-ils communiqués à un large public ? Les projets sont-ils étroitement liés à un acteur politique particulier ? Les initiatives mises sur pied ont-elles de la compétition ?

3.2 Assurer un leadership politico-administratif

Le leadership* des hautes instances politico-administrative (maire, conseillers municipaux, direction générale, directeurs généraux adjoints, directeurs de services municipaux) est crucial pour la réussite des initiatives en intelligence artificielle* (IA) et numériques, car ils disposent de pouvoirs, compétences et ressources nécessaires à leur conduite. Ils sont en mesure d'influencer les facteurs contextuels favorables à l'innovation*. Le maire est souvent vu comme un acteur clé capable de guider l'innovation*, mais son

rôle doit évoluer vers une coordination politique, c'est-à-dire la capacité à aligner les priorités entre les élus, les directions, les services, mobiliser l'appareil politico-administratif autour d'une vision commune, créer des espaces de coordination pour arbitrer les tensions et assurer la cohérence des décisions^[116]. Néanmoins, les hautes instances politico-administratives dans leur ensemble doivent assurer la direction et la cohérence des initiatives.

Les villes qui valorisent la participation des parties prenantes et reconnaissent l'importance cruciale des TIC et du partage des données comme leviers essentiels de la qualité des services publics et de la prise de décision sont plus susceptibles de réunir les conditions de réussite des initiatives^[57,112]. Cependant, l'un des enjeux principaux existants est la difficulté à garantir le soutien politique et à le maintenir tout le long de l'initiative, notamment après les élections.

Pistes d'action pour les gestionnaires

Plusieurs bonnes pratiques peuvent aider à promouvoir l'engagement des élus envers les initiatives :

- ✓ Créer des structures de gouvernance collaborative* (ex. comité de pilotage) assurant un leadership* et une participation active de la part des élus (maires, conseillers municipaux) à toutes les étapes de l'initiative, notamment à la mise en œuvre et à la pérennisation.
- ✓ Donner aux élus un rôle partagé avec l'administration publique dans l'assignation des règles, des rôles et responsabilités des acteurs clés à la mise en œuvre des initiatives, encourageant l'action collective au moyen de l'établissement de compromis procéduraux et institutionnels^[61].
- ✓ À l'Union européenne, des réseaux de villes se sont organisés pour développer des initiatives communes de manière collaborative, partageant expertises et ressources. Les conseillers municipaux jouent un rôle de facilitateurs dans ces réseaux de gouvernance inter-ville, promouvant la collaboration entre les parties prenantes, l'échange d'information, des interactions basées sur la confiance, en plus de gérer la complexité stratégique et opérationnelle. Au Québec, la dimension opérationnelle revient à l'administration publique municipale.
- ✓ Le leadership* exercé par des gestionnaires désignés comme des « champions » est également essentiel. Il s'agit d'une manière d'assurer un leadership* administratif de la part des gestionnaires. Les gestionnaires et les directeurs de services peuvent jouer un rôle clé dans la mobilisation et l'engagement des élus et des parties prenantes clés dans le cadre d'un modèle de gouvernance collaboratif.
- ✓ Mettre en valeur les résultats tangibles dès les premières étapes des initiatives peut renforcer l'engagement des leaders politiques. En montrant comment ces initiatives répondent concrètement aux besoins des citoyens, les élus peuvent y trouver une source de légitimité et ainsi soutenir davantage leur mise en œuvre.
- ✓ Comme les initiatives d'innovation* telles celles d'IA et numériques font souvent face à la résistance au changement, il est essentiel de mettre en place des processus de consultation et de participation. Ces espaces de dialogue permettent d'impliquer les employés municipaux et les citoyens, de prendre en compte leurs besoins, capacités

et préoccupations, et ainsi, d'accroître l'acceptabilité et l'adhésion aux projets. ✓ Les élus peuvent également participer à des groupes de travail. ✓ Les autorités municipales peuvent organiser des « camps de données », une activité	intensive de sensibilisation aux enjeux stratégiques des données et de formation sur les outils de collecte, de mesure et d'analyse, ou des hackatons, où elles collaborent avec des développeurs de technologies pour créer des innovations* basées sur des ensembles de données publiques.
--	---

3.3 Assurer l'existence de structures de gouvernance collaborative



La mise en place d'initiatives numériques et en IA par les villes requiert un modèle de **gouvernance collaborative***^[60], essentiel pour favoriser la participation, améliorer la coordination et renforcer l'efficacité des projets. En plus d'un leadership* capable de mobiliser les acteurs, cette collaboration repose sur l'identification d'intérêts communs et la construction d'une capacité d'action conjointe, soutenue par des **structures de gouvernance** adaptées au niveau locale.

Ces structures doivent permettre une prise de décision partagée entre les parties prenantes, un engagement réciproque, ainsi qu'une capacité organisationnelle et technique conjointe. Elles reposent notamment sur des protocoles, des ressources humaines, des expertises, des sources de financement et des mécanismes incitatifs à la participation ^[61].

Différents types de structures sont nécessaires ^[116,135] :



1. **Politiques** : les structures de gouvernance permettant d'exercer un leadership* politique sur les initiatives peuvent prendre différentes formes comme la création de comités de pilotage, étant plus participatifs, de conseils d'administration et le conseil municipal d'une ville. Également, les acteurs exerçant le leadership* varient selon les villes.

Structures de gouvernance politiques européennes Dans le Réseau espagnol des villes intelligentes (RECI), la gouvernance est assurée par un conseil d'administration composé d'un président (un maire), deux vice-présidents (maires) et un représentant de chaque membre fondateur ^[136]. À la communauté collaborative Smart Aarhus au Danemark, l'initiative est supervisée par un comité de pilotage, comprenant des représentants du milieu municipal, des entreprises technologiques locales et du milieu universitaire ^[112]. À Barcelone, le conseil municipal, via Barcelona Activa, assure un leadership* politique, soutenant	activement les startups par des services d'accompagnement ^[109]. À Londres, le Smart London Board est un organe consultatif composé par des acteurs universitaires et entrepreneuriaux, n'ayant pas de représentants gouvernementaux. En plus d'avoir élaboré le Plan Londres intelligent, il offre des conseils aux autorités sur l'impact des technologies sur les politiques et services municipaux ^[105]. À Algarve au Portugal, le leadership est assuré par l'Université d'Algarve promouvant un modèle quadruple hélice. Cependant, des structures plus participatives et flexibles comme celle de
---	--

Smart Aarhus ont des enjeux concernant la capacité à maintenir une collaboration ouverte et inclusive tout en assurant une prise de décision efficace. La gouvernance repose sur des structures souples et informelles, favorables à l'innovation* et à l'expérimentation*, mais qui rendent plus complexes la

priorisation des projets, la coordination des acteurs et la responsabilisation. Le défi principal consiste à arbitrer et trancher sans affaiblir la confiance, l'engagement volontaire et l'esprit collaboratif, en garantissant transparence, légitimité des décisions et continuité de l'action publique^[112].

- 
2. **Administratives** : S'appuyant sur le leadership* d'un gestionnaire désigné comme champion et sur la participation des équipes de TI, une entité administrative au sein de la Ville est chargée de soutenir les initiatives, la collaboration et la coordination inter-gouvernementale, ainsi que l'intégration des différents services municipaux à toutes les étapes de l'initiative.

Structures administratives en Europe

À Smart Aarhus (Danemark), un secrétariat au sein de la Ville assurait la gestion quotidienne, collaborant avec la municipalité, l'université d'Aarhus et la Région du Danemark central ^[112]. Au RECI, il s'agit d'un conseil opérationnel. À la Ville de Helsinki, mettant en place des projets pilotes intersectoriels dans une zone résidentielle, le département TIC de la Ville assure le développement de politiques numériques, l'harmonisation des systèmes et la collaboration intersectorielle, combinant une approche descendante et ascendante, la mise en place et l'expérimentation* de projets pilotes, ainsi que l'ouverture des interfaces de données ^[55].

D'autres villes ont créé des laboratoires d'innovation* urbaine, étant des unités stratégiques au sein de la Ville promouvant la collaboration intersectorielle et les technologies numériques. Cependant, ce type d'unité peut faire face à des difficultés pour créer des synergies avec les autres

services, à prioriser et à tester les projets et à disposer des infrastructures adéquates, car elles ne disposent pas nécessairement des infrastructures et des ressources pour le faire et les projets d'innovation* ne sont pas nécessairement une priorité pour les autres services ^[14].

À Turin, les principaux enjeux concernent une difficile pérennisation d'une collaboration multipartite durable, malgré une forte impulsion politique initiale et la création d'organes dédiés (fondations, partenariats). La gouvernance collaborative* a été fragilisée par une motivation inégale des acteurs, des capacités d'action conjointes insuffisamment diffusées, la divergence d'intérêts entre partenaires interdépendants, et la nécessité de réinventer en permanence les cadres d'action en raison de l'absence de mécanismes standardisés et de l'actualisation irrégulière du plan directeur^[61].



3. Des groupes de travail

La constitution de groupes de travail selon les domaines définis par les objectifs de la stratégie, permettent d'impliquer les employés municipaux, les citoyens, les élus et les expertises

techniques nécessaires au développement des projets (experts universitaires, développeurs, équipes de TI municipales).

Groupes de travail européens

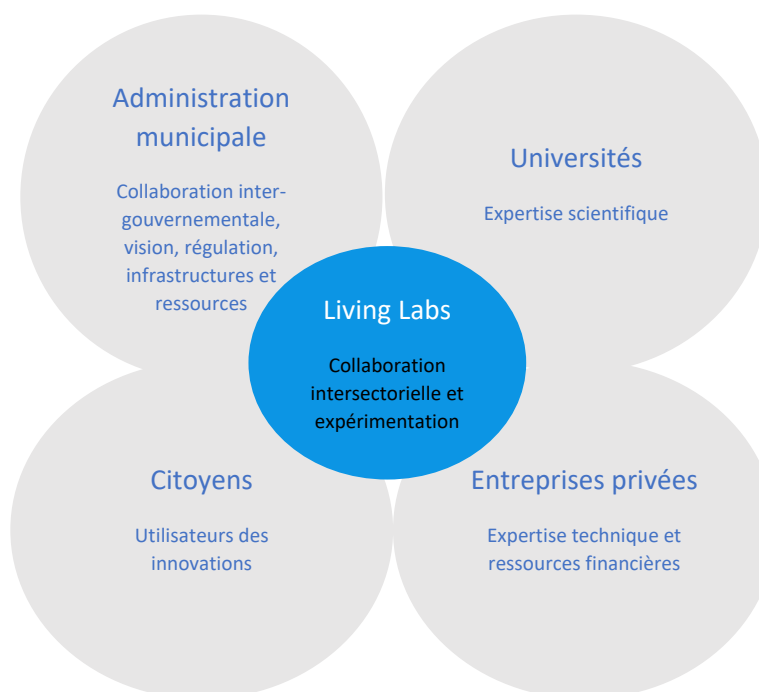
Dans le cas de Smart Aarhus, les groupes de travail étaient composés de citoyens-experts bénévoles et portaient sur différents domaines dont le trafic, la santé, l'énergie, la culture et la durabilité ^[112]. Quant au RECI, il comptait cinq groupes de travail définis selon des politiques sectorielles, chacun étant dirigé par une ou deux villes. Chaque ville pouvait choisir librement les groupes de

travail auxquels elle souhaitait prendre part, selon ses intérêts. Les élus et les développeurs étaient ainsi impliqués aux différentes étapes du processus ^[136]. Également, à la Ville de Turin, les groupes de travail étaient ouverts et permettaient de participer au développement des politiques et projets ^[61].

4. Les Living Labs (LL) ou laboratoires vivants

Les LL sont des espaces d'expérimentation* en conditions réelles où experts et utilisateurs collaborent à la coconstruction de services et de solutions innovantes, notamment technologiques. Étant des espaces collaboratifs et de facilitation, ils favorisent la mise en place de modèles de gouvernance **quadruple hélice** reposant sur la collaboration entre l'administration municipale, les universités, les entreprises et les citoyens ^[132] (Figure 9). Les LL soutiennent la transformation numérique assurant un dialogue continu entre les parties prenantes, en incluant les perspectives des utilisateurs et des citoyens, en étudiant l'évolution des besoins des parties prenantes et en les intégrant à la prise de décisions ^[132,137]. Les LL favorisent également la formation de **partenariats intersectoriels**, permettant de partager des ressources et offrant des opportunités de financement.

Figure 9. Modèle de gouvernance quadruple hélice de l'IA et du numérique par les administrations municipales



Certaines villes créent des organismes de gouvernance externes (ex. fondation *ad hoc*) pour coordonner la collaboration avec les parties prenantes. Turin a mis en place une fondation composée d'organisations publiques, d'universités, d'entreprises privées et d'associations de la société civile jouant un rôle de gestion des partenariats ^[61], tandis qu'Amsterdam, considérée la capitale des villes intelligentes en Europe, a créé l'Association Amsterdam Smart City (ASCA), qui soutient plus de 70 partenariats ^[109]. La figure 9 présente les rôles des acteurs impliqués dans les structures de gouvernance selon un modèle de gouvernance quadruple hélice.

3.4 Renforcer la collaboration entre les villes

La collaboration et la formation de réseaux entre les villes aide à résoudre les enjeux communs aux villes à partir du partage de solutions transférables. Le partage de ressources et d'expertises entre des villes de différentes tailles aide à résoudre les enjeux existants, notamment pour les petites villes dans les zones périurbaines et rurales ^[14]. Les acteurs économiques (promoteurs, constructeurs) se voient favorisés par la collaboration inter-ville, car elle aide à résoudre les limites à l'investissement et à l'innovation* liées à la complexité administrative et réglementaire aux projets couvrant plusieurs juridictions^[136].

La coopération entre villes permet aussi de réduire leur dépendance face à des fournisseurs privés de services informatiques. D'une part, les municipalités peuvent construire ensemble leurs infrastructures numériques et développer leurs propres logiciels. D'autre part, elles peuvent rédiger des appels d'offre conjoints, ce qui leur permet d'être en meilleure posture de négociation vis-à-vis des fournisseurs privés^[131]. La collaboration facilite ainsi l'inclusion de critères d'approvisionnement responsable et la réduction des coûts. De plus, partager une architecture numérique commune, qu'elle soit développée à l'interne ou à l'externe, devrait faciliter la circulation des données et le partage d'applications, et donc améliorer l'interopérabilité* des systèmes informatiques.

Le cas du RECI montre les avantages de la collaboration entre les villes. La collaboration dans le cadre du RECI a eu un impact politique et économique important en réduisant les coûts pour les villes et en leur permettant d'accéder à des financements pour des projets innovants. Son existence a conduit le gouvernement espagnol à investir 3,1 milliards d'euros dans la R&D pour renforcer l'industrie technologique locale et soutenir la transformation numérique des villes, notamment via le Plan National pour les Villes Intelligentes^[136].

Les principes de la collaboration doivent inclure un partage équitable des coûts et des risques, le maintien de l'autonomie locale et une prise de décisions transparente. Dans le cas du RECI, chaque partenaire membre du conseil a le droit à un vote pondéré (selon le nombre d'habitants) et un mécanisme de super majorité est utilisé pour éviter que les petites villes dominent les grandes. Des comités de programme prennent également des décisions de manière plus informelle, par consensus ^[136].

La collaboration entre villes peut faire face à certains défis, dont la conciliation des intérêts municipaux, la répartition équitable des ressources, l'efficacité des infrastructures partagées, ainsi que l'inclusion sociale, particulièrement dans les milieux ruraux où la littératie numérique est parfois plus faible ^[14].



La MRC de Thérèse-De Blainville

Le cas de la MRC de Thérèse-De Blainville est un exemple inspirant de collaboration au Québec entre des villes de petite taille avec des start-ups locales, démontrant que la taille de la ville et le nombre d'experts ne détermine pas la réussite des initiatives. Cela dépend dans une grande mesure du leadership* politique et de la disposition de financements. Il s'agit d'un véritable laboratoire au Québec, grâce à un fort leadership* des élus et au soutien financier du ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (MAMH).

À la suite d'un premier appel à projets sur les changements climatiques en janvier 2024, soutenues par IVÉO, les municipalités de cette MRC ont choisi treize problématiques, invitant les entreprises locales à soumettre leurs solutions en mars 2025, visant à résoudre 13 problèmes concrets identifiés par les villes membres, relatifs entre autres à la circulation urbaine, aux infrastructures cyclables, à la gestion des zones

inondables, aux égouts et à l'aqueduc^[138]. L'IA est également utilisée à l'interne pour faciliter la prise de décision et l'évaluation. IBM Design Thinking est notamment employé pour la transcription de conversations avec les citoyens et la prédiction d'actions à entreprendre.

Depuis le lancement de la deuxième ronde en mars 2025, dix projets sont en cours, portés par sept entreprises. La MRC poursuit ses partenariats entamés en 2024 avec CANNFORECAST pour un projet d'IA appliquée à la gestion des réseaux d'égouts, et avec XEOS Imagerie pour la cartographie de l'occupation du territoire, des fossés et des ponceaux. Elle finance également le développement de plusieurs agents conversationnels dotés de reconnaissance vocale, conçus par Activis, Humanity Tech et Blanko. Une troisième vague de projets est actuellement en préparation et son lancement est prévue pour 2026 (voir tableau 11 à la section 3.5) ^[138]



Le développement d'une économie numérique pour diversifier l'économie des villes de petite taille

Le développement de l'économie numérique dans les régions rurales et périphériques, comme en Crète, en Corse et en Slovaquie, montre également comment des stratégies numériques peuvent répondre aux défis liés à la dépendance économique et au manque de ressources. La Crète adopte une approche intégrée, combinant durabilité, services numériques et innovation* agricole, tandis que la Corse mise sur la participation citoyenne et la co-crédation numérique pour adapter les politiques aux réalités locales.

En Slovaquie, les petites villes, malgré des ressources limitées, bénéficient du développement intelligent grâce à l'intégration des technologies dans les secteurs économiques, soutenue par des infrastructures, des

établissements d'enseignement supérieur et des incubateurs. Ces exemples soulignent l'importance d'une gouvernance flexible, inclusive et contextualisée pour favoriser l'innovation* et améliorer la qualité de vie dans les territoires non métropolitains ^[14,111].

Cependant, certains enjeux persistent incluant l'application de modèles de gouvernance standardisés (« one-size-fits-all ») qui tiennent insuffisamment compte des réalités socioéconomiques et géographiques locales. Cette approche risque de renforcer les inégalités existantes entre centres métropolitains et territoires périphériques, notamment en marginalisant les régions moins développées.

Les territoires périphériques doivent en outre composer avec des défis spécifiques de

gouvernance, tels que la fragmentation institutionnelle et les divergences de priorités entre municipalités. Cette fragmentation complique la coordination des politiques publiques, la gestion des infrastructures partagées et l'allocation efficace des ressources.

La fracture numérique demeure également un problème majeur.

Les communautés marginalisées présentent souvent de faibles compétences numériques, ce qui limite leur participation aux initiatives de gouvernance intelligente et accentue les inégalités sociales et économiques.

Sur le plan économique, le manque d'investissements dans la recherche et le développement (R&D) constitue un frein important. Les collaborations entre PME, universités et centres de recherche restent peu développées, ce qui empêche la transformation des connaissances en innovations* concrètes et en retombées économiques. Malgré des atouts en matière d'enseignement supérieur et de coopération scientifique internationale, ces

territoires peinent à attirer des investissements privés significatifs en R&D.

Enfin, si certaines régions montrent une trajectoire positive grâce à des stratégies ciblées (diversification économique, transition numérique, énergies renouvelables), la durabilité de ces efforts dépend d'investissements continus dans les infrastructures numériques, le développement des compétences, les incitatifs financiers et des modèles de gouvernance inclusifs adaptés aux contextes locaux^[14]. Les collaborations intermunicipales sont fragilisées à long terme par la concurrence des fournisseurs privés, qui proposent des services similaires et remettent en question leur rapport coûts-bénéfices. La pérennité de ces alliances dépend de leur capacité à démontrer une valeur ajoutée supérieure aux solutions commerciales. Cette valeur repose principalement sur la co-construction des services avec les parties prenantes, l'adéquation fine aux besoins locaux et l'acceptabilité de coûts plus élevés lorsque les services offrent des gains substantiels en qualité et en efficacité^[57].

3.5. Multiplier les sources de financement

Les municipalités peuvent avoir accès à différentes sources de financement pour soutenir leurs initiatives d'innovation* numérique et d'IA. Les villes de l'Union européenne (UE) engagées dans le développement des villes intelligentes ont combiné des fonds provenant de programme européens (ex. « Smart cities & Communities », Horizon 2020, FP7 ou Interreg), d'initiatives nationales et de fonds locaux (ex. budgets municipaux, Conseil municipal) ^[55,61,109].

Les municipalités peuvent consacrer une partie de leur propre budget à la transformation numérique de leur organisation et au financement de projets locaux, mais elles peuvent également s'appuyer sur des acteurs externes, particulièrement les organisations gouvernementales et les entreprises privées, pour accroître leurs capacités d'action. Au Québec, les paliers supérieurs de gouvernement constituent les principaux bailleurs de fonds pour l'expérimentation* et l'exploitation de technologies d'IA dans les localités. Les ministères et organismes publics nationaux et régionaux offrent une variété de subventions qui sont destinées directement aux localités, mais aussi aux entreprises et organisations sans but lucratif qui collaborent avec elles.

Le secteur privé détient quant à lui une expertise souvent complémentaire à celle du secteur public en matière de technologies numériques, particulièrement dans les domaines de pointe comme l'IA^[132]. La

formation de partenariats public-privé ou de relations contractuelles est donc essentielle à la transformation numérique à l'échelle municipale. La formation de partenariats impliquant des petites et moyennes entreprises peut faciliter le financement d'initiatives, tout en aidant à stimuler l'émergence d'une économie locale ou régionale basée sur l'innovation*^[130,133].

Globalement, les partenariats publics-privés (PPP) demeurent des moyens privilégiés pour réduire les risques financiers et les coûts de projets numériques, bien qu'ils posent davantage de risques à la valeur publique, notamment lorsque des données publiques et personnelles sont employées à des fins commerciales^[132,139,140]. Répartir équitablement les coûts, les bénéfices et les risques représente le défi central de tels partenariats. Les PPP offrent une plus grande valeur aux organisations publiques et privées lorsqu'ils se mutent de relations contractuelles en relations de collaboration, ce qui demande à la fois une convergence d'intérêts et des engagements clairs et à long-terme des parties impliquées^[132].

Pistes d'actions pour les gestionnaires ^[61,110,111,132,136,141].

- ✓ Répertorier les occasions de financement disponibles (supranationales, nationales, régionales, locales) et planifier les demandes de subventions.
- ✓ Solliciter les conseils d'unions municipales et d'organisations courtières de connaissances.
- ✓ Réserver des sommes du budget municipal pour le développement des infrastructures numériques et pour l'acquisition de compétences par le personnel.
- ✓ Planifier la formation de partenariats public-privé et évaluer leur apport potentiel au financement et au développement d'infrastructures intelligentes et numériques, selon des modèles qui rémunèrent les entreprises à la prestation de services par contrat et à la performance et qui garantissent, à long terme la propriété publique sur les projets financés (ex. Build-Operate-Transfer (BOT), Design-Build-Finance-Operate (DBFO)).
- ✓ Allouer des ressources pour la construction d'alliances intersectorielles, impliquant des acteurs publics et privés dans l'objectif de financer des initiatives d'envergure.
- ✓ Participer ou créer un réseau de villes dans l'objectif de mutualiser des ressources et des connaissances.
- ✓ Recourir à des modèles alternatifs comme le financement participatif ou des partenariats public-privé.

Occasions de financement au Québec et en Wallonie.

Au Québec, le soutien des paliers supérieurs du gouvernement et d'OBNL spécialisés est déterminant pour le déploiement de projets d'innovation* numérique et d'IA (voir Tableau 10). Le gouvernement du Québec a représenté jusqu'à présent le principal bailleur de fonds pour les municipalités souhaitant expérimenter des initiatives d'IA ou développer des services numériques novateurs, notamment par l'intermédiaire :

- du Volet 1 du Fonds régions et ruralité, administré par le ministère des Affaires municipales et de l'Habitation, et
- du Défi innovation Québec, administré par le ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie.

L'organisme IVÉO accompagne de nombreuses municipalités dans le développement de leurs compétences et dans la mise en place de projets d'IA. En collaboration avec le gouvernement du Québec et Scale.AI, il coordonne et administre des programmes de subvention destinés aux villes et MRC. Le gouvernement du Canada a aussi mis en place par le passé des programmes visant l'innovation* technologique, notamment l'innovation* climatique (Défi des Villes intelligentes de 2017 à 2019 et le Programme Municipalités pour l'innovation* climatique jusqu'en 2022).

Montage financier de l'initiative en IA de la MRC de Thérèse-De Blainville

La MRC de Thérèse-De Blainville a lancé le projet « Application de l'intelligence artificielle* au monde municipal » pour tester l'IA dans divers secteurs d'activité des villes membres et de la MRC. Le projet est financé majoritairement par le ministère des Affaires municipales et de l'Habitation (MAMH), à la hauteur d'une subvention de 2,6 millions de dollars, octroyée dans le cadre du Fond régions et ruralité - Volet 3 : Projets « Signature innovation »^[138]. La MRC contribue 500 000\$ pour compléter ce budget. L'équipe de la MRC assure la gestion du projet, avec le soutien de consultants. IVÉO lui partage son expertise en planification et concertation et reçoit en contrepartie un financement annuel de 29 000 \$. Elle agit comme intermédiaire entre la MRC et l'écosystème de jeunes pousses (*start-ups*) qui développent des systèmes d'IA. Elle est responsable de trouver des entreprises qui souhaitent tester leur produit et de les accompagner dans leurs appels d'offre et leurs projets. La MRC a aussi chargé la firme de service-conseil Deloitte pour réaliser une étude de faisabilité afin de soutenir le développement du projet^[138]. Le tableau 10 détaille les premiers projets d'IA de la MRC et présente sommairement leurs résultats.

Tableau 9. Occasions de financement ou de service-conseil pour les municipalités du Québec en développement de capacités numériques, d'intelligence artificielle et d'innovation verte

Titre de la subvention	Organisation subventionnaire	Montant disponible (\$)	Financement actif	Description	Organisations ciblées
Défis innovation Québec	Ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie (Québec)	200 000	Non	-Objectifs de moderniser les services publics et d'offrir aux PME la possibilité d'intégrer de nouveaux marchés. -Gestion par IVÉO du volet destiné à l'innovation numérique dans les municipalités.	Municipalités et entreprises
Projets pilotes IVÉO	IVÉO	NA	Oui	-Offre de service-conseil en contrepartie d'une cotisation annuelle (2950\$ à 10 950\$) pour implanter des projets d'IA.	Municipalités
Cohorte IA pour expérimentation en milieu municipal	ScaleAI et IVÉO	50 000	Oui	-Vise à tester des produits et services d'entreprises privés dont les clients sont des municipalités.	Entreprises
Défi des Villes intelligentes	Logement, Infrastructures et Collectivités Canada (Canada)	De 5 à 50 000 millions	Non	-Compétition pancanadienne doté d'un budget de 300 millions qui s'est tenue de 2017 à 2019. -Visait l'adoption d'approches et de technologies de villes intelligentes. -Différents lots de prix, de 5 à 50 millions, selon la taille des collectivités.	Municipalités
Fonds régions et ruralité (FRR) Volet 1 – Rayonnement régional Sous-volet Innovations territoriales	Ministère des Affaires municipales et de l'Habitation	De 1 à 3 millions	Oui	-Vise le développement d'une culture d'innovation en région, le transfert des connaissances, la mise en place d'initiatives novatrices et le développement régional.	Municipalités
Programme Municipalités pour l'innovation climatique	Fédération canadienne des municipalités	180 000 en moyenne	Non	-Programme de six ans de 75 millions visant à financer l'innovation technologique dans les municipalités pour la lutte aux changements climatiques. -Programme terminé en 2022.	Municipalités

Tableau 10. Projets d'IA de la MRC de Thérèse-De Blainville

Nom de l'initiative	Description	Entreprise	Coût	Financement par la MRC et le MAMH	Résultats
Logiciel de gestion des risques climatiques pour une planification résiliente	Développer un outil pour la mesure des risques climatiques et pour la modélisation des effets des actions d'adaptation climatique.	Acara Climate	303 500\$	150 000\$	Génération de données climatiques originales et pertinentes pour la prise de décisions.
Réduction des arrêts des camions aux feux de circulation par une meilleure synchronisation des corridors routiers	Synchroniser 6 à 10 intersections pour éviter les arrêts des camions grâce à des capteurs installés dans les véhicules et de feux connectés.	Niosense	300 000\$	150 000\$	Réduction de 25 % des arrêts des camions. Autres impacts incertains.
Modélisation avancée des réseaux cyclables existants par utilisation de traces GPS et simulation d'ajouts et de modification du réseau	Développer un outil pour répertorier les pistes cyclables et climatiques et les effets associés à la modification du réseau cyclable.	Civilia	264 880\$	132 440\$	Modèle pertinent pour la prise de décisions et la prédiction de la circulation automobile. Certaines fonctionnalités sont moins utiles aux villes.
Suivi des ilots de chaleur - Anticipation d'évènements climatiques locaux Analyse prédictive de l'état de santé des arbres	Cartographie des arbres, de la hauteur de la végétation, des zones inondables et de drainage dans trois villes membres.	K2 GEOSPATIAL et XEOS Imagerie	352 512\$	150 000\$	Données dont la fiabilité et l'utilité ont été questionnées. Elles pourraient être employées par les services de géomatique, mais doivent encore être étudiées.
Diagnostic de l'état des aqueducs, prévisions des consommations d'eau et maintenance prédictive des aqueducs	Développement d'un outil de suivi pour l'état de l'aqueduc et de la consommation d'eau potable.	CANNFORECAST	355 144\$	150 000\$	Produit qui ne sera pas adopté par les villes et qui n'apporte pas de transformations substantielles aux pratiques.

Le financement et le soutien offerts aux initiatives municipales d'IA sont structurés différemment en Wallonie-Bruxelles. L'Union européenne, confère aux villes wallonnes des occasions de financement, de réseautage et de formation qui n'ont pas d'équivalent au Canada. Par ailleurs, l'Agence du Numérique de Wallonie, qui joue un rôle similaire à IVÉO dans la structuration de l'innovation* numérique municipale, est une agence gouvernementale, plutôt qu'un organisme à but non lucratif. Sa mission est plus large,

alors qu'elle porte la stratégie régionale d'innovation* numérique « Digital Wallonia ». Le tableau suivant détaille des programmes passés et actuels de villes intelligentes en Wallonie-Bruxelles.

Tableau 11. Occasions de financement ou de service-conseil pour les municipalités de Wallonie-Bruxelles en développement de capacités numériques, d'intelligence artificielle et d'innovation verte

Titre de la subvention	Organisation subventionnaire	Montant disponible (€)	Financement actif	Description	Organisations ciblées
Start IA	Agence du numérique	5 000	Oui	-Soutient les bénéficiaires dans le développement de projets numériques, dans la prévision des impacts de l'intégration de l'IA et dans la planification stratégique.	Entreprises, associations et entité publique.
Circulaire de l'accord Tax on Pylons III – programme Giga Région	Agence du numérique	Maximum de 100 000	Oui	-Finance des projets en cybersécurité, dématérialisation, gouvernance de la donnée et intelligence artificielle. -Une enveloppe de 15 millions est disponible en vertu de l'accord Tax on Pylons III conclut avec les opérateurs de télécommunications.	Communes et provinces
Urban Innovative Actions	Union Européenne	Maximum de 5 000 000	Non	-De 2014 à 2020, une initiative de l'Union Européenne pour soutenir des projets pilotes locaux de développement durable. -Enveloppe de 372 millions sur sept ans.	Villes
Smart Cities Marketplace	Union Européenne	Service-conseil gratuit	Oui	-Soutient les villes de toute taille grâce à de l'information gratuite, des conseils techniques et un service de mise en réseau avec des organisations offrant des biens et services durables et intelligents.	Villes
Horizon Europe – EU Mission: Climate-Neutral and Smart Cities	Union Européenne	Plusieurs dizaines de millions en prêts	Non	-Soutient 112 villes dans leur cheminement vers la neutralité carbone. -Mise à disposition d'expertise technique et d'occasions de réseautage. -Financement annuel de 120 millions d'euros. -2 milliards d'euros en prêts débloqués par la banque européenne. -Appels à soumissions terminés, -Offre de mentorat par un jumelage avec une ville sélectionnée pour les villes non-participantes.	Villes



Synthèse de la section *Meilleures pratiques de gouvernance collaborative municipale de l'IA et du numérique*

Afin de bénéficier de l'IA sans s'exposer indûment à ses risques, les municipalités doivent adapter leur gouvernance du numérique. Le Cité-ID présente plusieurs bonnes pratiques visant à guider les collectivités locales dans la conception et l'application de leur cadre de gouvernance collaborative*. Les actions sont rassemblées en trois étapes : planification, mise en œuvre, évaluation et pérennisation.

Élaborer un cadre de gouvernance de l'IA et du numérique

- Identifier et mobiliser les parties prenantes internes, soit les différents services de la ville, ainsi que les parties prenantes externes, soit les citoyens, les organisations sans but lucratif et les entreprises.
- Analyser le contexte local et cerner les besoins, les risques et les occasions stratégiques en matière de développement de l'IA et du numérique.
- Construire un cadre de principe, qui comprend des normes et des orientations politiques précises, au moyen de démarches participatives, par exemple des ateliers délibératifs. Ceux-ci facilitent aussi la création d'une vision commune et d'un récit mobilisateur pour les initiatives de la ville en IA.
- Convenir d'objectifs stratégiques qui sont cohérents avec les orientations politiques de la ville et ses politiques publiques. Ils devraient être précis, mesurables et axés vers des résultats concrets.
- Concevoir des méthodes d'évaluation pour suivre en continu les progrès réalisés en vue de l'atteinte des objectifs de la municipalité.

Mettre en œuvre des politiques responsables

- Concevoir un plan de mise en œuvre, lequel comprend la répartition des responsabilités entre les acteurs impliqués, le plan financier, les mécanismes d'engagement et de coordination entre les parties prenantes, les objectifs opérationnels à court et moyen termes.
- Attribuer des rôles bien définis aux parties prenantes internes et externes au sein des structures qui permettront de coordonner l'action municipale en matière d'IA et du numérique.
- Allouer les ressources humaines, financières et techniques nécessaires à l'atteinte des objectifs et choisir des mécanismes pour favoriser la participation et le dynamisme du secteur privé (ex. partenariats, alliances intersectorielles, espaces de réseautage).
- Développer des programmes de formation pour les employés municipaux, mais aussi pour la population afin de réduire la fracture numérique. Collaborer avec le milieu académique facilite le développement d'outils adaptés aux besoins des apprenants.
- Informer, consulter et impliquer les citoyens par le biais de canaux et dispositifs variés, en ligne et hors ligne : publications de données ouvertes*, sondages, ateliers de discussion et de co-construction, « hackathons ».

Évaluer le cadre de gouvernance et pérenniser les initiatives

- Suivre en continu les progrès réalisés envers l'atteinte des objectifs stratégiques, ainsi que le fonctionnement des structures de gouvernance et la collaboration avec les parties prenantes.
- S'appuyer sur une diversité de méthodologies (qualitatives et quantitatives) et de perspectives, notamment celles des citoyens, pour comprendre les effets des initiatives sur les populations locales, notamment les groupes marginalisés.
- Évaluer les risques des systèmes d'IA utilisés et leurs effets sociaux, économiques et environnementaux.
- S'assurer que les gains réalisés grâce aux projets d'IA et de transformation numérique bénéficient non seulement à l'administration, mais aussi aux parties prenantes et à la collectivité locale.
- Réinvestir les bénéfices générés dans les initiatives à plus fort impact afin de soutenir la performance opérationnelle et ajuster les rôles et responsabilités des partenaires en fonction de leurs contributions réelles aux projets de la ville.
- Développer une diversité d'appuis politiques en alignant les communications publiques avec les intérêts et priorités des parties prenantes et du gouvernement.

La recensions des écrits scientifiques permet d'identifier certaines conditions de succès incontournables pour une gouvernance effective de l'IA et du numérique. Les quatre facteurs présentés ci-dessous favorisent le développement des capacités numériques des collectivités ainsi que l'encadrement responsable et durable de l'IA.

Assurer un leadership politico-administratif

- Comme élu, comme maire ou comme haut gestionnaire, exercer un leadership* rassembleur et soutenir les initiatives en innovation* numérique.
- Mobiliser l'ensemble de l'administration et des parties prenantes autour d'une vision commune du développement de l'IA dans la municipalité.
- Désigner des gestionnaires « champions » afin d'encourager leur leadership* administratif.
- Mettre de l'avant les équipes de TI comme acteurs clés en innovation*.

Assurer l'existence de structures de gouvernance collaborative

- Renforcer les capacités d'action conjointe des villes et de leurs partenaires au moyen de structures pérennes qui facilitent une prise de décision commune avec les parties prenantes, une coordination au niveau des opérations et un partage des ressources
- Mettre sur pied ou exploiter des espaces de coordination politique, comme des comités de pilotage, des conseils d'administration et des commissions municipales;
- Confier à une entité administrative le mandat de soutenir les initiatives et de faciliter la coopération entre les parties prenantes et entre les différents services de la ville.
- Constituer des groupes de travail impliquant employés municipaux, élus, citoyens et experts.

- Créer des laboratoires vivants afin d'impliquer l'administration, les universités, les entreprises et les citoyens dans la conception et l'amélioration des innovations* technologiques.

Renforcer la collaboration entre les villes

- Travailler avec d'autres municipalités par le biais de réseaux, d'alliances ou d'organisations supra-locales (ex. MRC), lesquels facilitent le partage de ressources, d'expertises et de solutions transférables.
- Rédiger des appels d'offre conjoints et collaborer pour le développement interne de services numériques afin de réduire la dépendance aux fournisseurs privés externes et de cultiver l'interopérabilité*.
- Partager équitablement les coûts, les risques et le pouvoir décisionnel, notamment par le recours à la prise de décision par consensus ou par super majorité dans le cas de collaboration entre plusieurs villes.

Multiplier les sources de financement

- Répertorier et solliciter des financements des paliers supérieurs de gouvernement pour les municipalités, mais aussi pour les entreprises privées du territoire.
- Faire appel aux expertises du secteur privé, dans le cadre de partenariats publics-privés et de contrats.
- Collaborer avec des petites et moyennes entreprises pour stimuler l'innovation* locale.
- Créer des partenariats publics-privés pour développer les infrastructures numériques municipales dans l'objectif d'en diminuer les coûts pour la ville, mais s'assurer de partager équitablement les risques et les bénéfices.



Conclusion et recommandations

Conclusion et recommandations

L'objectif de cet outil de recherche-action était d'offrir aux villes un cadre de réflexion structurant ainsi que des pistes d'action pour soutenir une gouvernance de l'IA et du numérique à la fois collaborative, responsable et adaptée aux réalités locales. En mettant en lumière les avantages et les risques liés à l'implantation de ces technologies, il visait à accompagner les villes dans une adoption éthique, durable et démocratique de l'IA, respectueuse des cadres légaux et réglementaires en vigueur et attentive aux enjeux d'inclusion et d'équité.

S'inscrivant dans une démarche de recherche-action menée en collaboration avec des partenaires académiques et municipaux, cet outil constitue la première étape appelée à être enrichie et opérationnalisée à travers des ateliers de transfert de connaissances et de co-construction avec les municipalités et les acteurs de l'écosystème d'innovation* et de soutien.

Les analyses présentées dans ce document montrent, d'une part, que les technologies d'IA pour les services offrent des bénéfices potentiels significatifs, mais présentent également des niveaux de maturité variables et certaines limites. D'autre part, leur déploiement soulève des enjeux importants en matière de surveillance, de cybersécurité, d'interopérabilité* ainsi que d'impacts sociaux et environnementaux, tout en posant des défis liés à la protection des données, au respect de la vie privée et à l'utilisation de technologies impliquant des données sensibles*, ce qui appellent à une vigilance accrue. Ces constats convergent vers la nécessité de dépasser une approche strictement technocentrée au profit d'une approche intégrée de gouvernance.

À cet égard, la gouvernance collaborative* apparaît comme une condition essentielle pour assurer une adoption responsable, durable et adaptée aux réalités municipales. Elle permet de coordonner les acteurs et les expertises, d'intégrer les considérations éthiques tout au long du cycle de vie des projets, de prendre en compte la diversité des besoins et des capacités des populations afin de favoriser des démarches inclusives, de mutualiser les ressources – notamment pour les municipalités disposant de capacités plus limitées – et de soutenir des processus d'apprentissage, d'expérimentation* et d'ajustement continu.

Dans cette perspective, l'éthique de l'IA, notamment telle que portée par le cadre de l'UNESCO, ne peut être envisagée comme un principe abstrait. Elle doit être opérationnalisée à travers des mécanismes concrets de gouvernance, intégrés aux pratiques organisationnelles et aux processus décisionnels municipaux, en articulation avec les obligations légales et réglementaires et dans une perspective de justice sociale et d'inclusion.

Recommandations clés

À partir de l'ensemble des analyses, cinq orientations structurantes se dégagent :

1. Adopter une approche de gouvernance intégrée de l'IA et du numérique.

Considérer l'IA comme un levier transversal nécessitant une coordination stratégique, organisationnelle et éthique à l'échelle de l'organisation, incluant une prise en compte explicite des cadres juridiques, réglementaires et des exigences en matière de protection des données.

2. Mettre en place des mécanismes de gouvernance collaborative dès les premières phases des initiatives.

Structurer des espaces de concertation, assurer un leadership* politico-administratif clair et mobiliser les parties prenantes afin de coconstruire des solutions adaptées et légitimes, en veillant à la représentativité et à l'inclusion des différentes parties prenantes, notamment les groupes les plus vulnérables ou moins représentés.

3. Intégrer l'évaluation continue des risques et des impacts au cœur des démarches.

En cohérence avec les points de vigilance identifiés, mettre en place des mécanismes d'évaluation et de suivi en continu des impacts éthiques, sociaux environnementaux et organisationnels, ainsi que des enjeux légaux et réglementaires associés aux usages de l'IA.

4. Renforcer la collaboration intermunicipale et le recours aux écosystèmes de soutien.

Valoriser la mutualisation des ressources, le partage d'expériences et l'appui d'organisations intermédiaires afin de réduire les écarts de capacité entre municipalités.

5. Soutenir le développement des capacités organisationnelles et humaines.

Investir dans la formation, l'accompagnement et le développement des compétences des équipes municipales (gestionnaires, professionnels et personnel technique) afin de soutenir une adoption durable et responsable de l'IA, incluant le développement de compétences en matière d'éthique, de cadres juridiques liés au numérique et de gouvernance des données (gestion, qualité, partage et utilisation responsable).

En définitive, la réussite des initiatives d'IA à l'échelle municipale ne repose pas uniquement sur la performance des technologies, mais sur la capacité des organisations publiques à articuler, dans une approche intégrée, les dimensions technologiques, éthiques, juridiques, organisationnelles et sociales, à travers des modes de gouvernances collaboratifs, réflexifs et évolutifs, capables de soutenir la création de valeur publique, notamment en améliorant la qualité des services, en renforçant la confiance citoyens et en favorisant des décisions plus inclusives et éclairées.

Limites et pistes de recherche futures

Cet outil avait comme vocation principale de présenter les meilleures pratiques en gouvernance de l'intelligence artificielle* et du numérique pour les municipalités. Il s'appuie sur une recension étendue d'études scientifiques sur le sujet, mais comporte néanmoins un certain nombre de limites :

- L'outil a été conçu pour aider à structurer les réflexions concernant la gouvernance du numérique et l'adoption de technologies d'IA. Il n'intègre donc pas de recommandations précises sur les technologies à adopter ou à proscrire et peu de conseils opérationnels pour les équipes en TI. Le document comprend tout de même des liens vers des ressources qui offrent davantage de précisions à cet effet.
- Plusieurs exemples et pratiques qui sont présentés dans l'outil sont issus de recherches sur des grandes villes. Les cas d'usage d'IA introduits dans la première section proviennent majoritairement de métropoles, comme Barcelone, Singapour, Copenhague, Vienne et Toronto. Ces villes ont accès à des ressources bien supérieures à la moyenne des municipalités et opèrent dans des contextes qui leur sont difficilement comparables. Certaines pratiques préconisées dans

l'outil peuvent paraître hors de portée pour des petites et moyennes localités. Il est alors recommandé aux municipalités de tenir compte des principes proposés, mais d'adapter les solutions préconisées à leur contexte opérationnel.

- Comme les technologies d'IA ont beaucoup évolué au cours des dernières années, particulièrement les grands modèles de langage, il se pourrait que certaines fonctionnalités ou certains risques de ces systèmes pour le monde municipal n'auraient pu être étudiés et évalués dans le cadre de la recension des écrits complétée, bien que celle-ci comprend une période allant jusqu'en 2025.
- L'objectif de l'outil était de présenter des meilleures pratiques, mais les représentants des villes avec qui le Cité-ID a échangé ont témoigné que les échecs d'autres municipalités sont souvent tout aussi instructifs. Malheureusement, cette recherche s'est centrée davantage sur les bons coups que les ratés, bien que des enjeux à certaines initiatives ont été soulevés. Plus de recherches sur les impacts des initiatives sont nécessaires.
- Enfin, comme soulevé à plusieurs reprises, de nouvelles recherches sur plusieurs technologies d'IA pour les services municipaux sont nécessaires, car la littérature existante ne permet souvent pas de déterminer leurs impacts sociaux, économiques et environnementaux ainsi que leur coût d'implantation.



Références

1. Commission nationale de l'informatique et des libertés. (2020, mai 19). *L'anonymisation de données personnelles*. <https://www.cnil.fr/fr/technologies/lanonymisation-de-donnees-personnelles>
2. Sheikh, H., Prins, C., & Schrijvers, E. (2023). Artificial intelligence : Definition and background. In *Mission AI: The new system technology* (p. 15-41). Springer.
3. Observatoire international sur les impacts sociétaux de l'IA et du numérique. (2025). *Glossaire de l'Obvia*. <https://www.obvia.ca/ressources/glossaire>
4. Commissariat à la protection de la vie privée du Canada. (2025, août 11). *Biométrie – Conseils pratiques pour les institutions fédérales*. https://www.priv.gc.ca/fr/sujets-lies-a-la-protection-de-la-vie-privee/renseignements-sur-la-sante-renseignements-genetiques-et-autres-renseignements-sur-le-corps/biometrie/bio-conseils_fed/
5. DataFranca.org (avec Quirion, R., & Pelletier, G.). (2022). *Les 101 mots de l'intelligence artificielle : Petit guide du vocabulaire essentiel de la science des données et de l'intelligence artificielle* (Première édition.).
6. Fraden, J. (2016). *Handbook of Modern Sensors : Physics, Designs, and Applications*. (Springer International Publishing.). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-19303-8>
7. Centre de la sécurité des télécommunications. (2022, mai 3). *Glossaire*. <https://www.cyber.gc.ca/fr/glossaire>
8. République française - Choisir le service public. (s. d.). *Data Steward*. Choisir le service public. Consulté 13 février 2026, à l'adresse <https://choisirleservicepublic.gouv.fr/metiers/numerique/data-steward/>
9. Bruntland, G. (1987). *Bruntland commission, Report of the world commission on environment and development : Our common future*.

10. Nardelli, A., Deuschle, E., De Azevedo, L. D., Pessoa, J. L. N., & Ghisi, E. (2017). Assessment of Light Emitting Diodes technology for general lighting : A critical review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 368-379. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.002>
11. Statistique Canada. (2016, mars 21). *Données ouvertes*. <https://www.statcan.gc.ca/fr/nos-donnees/ou/donnees-ouvertes>
12. Union Européenne. (2016). *Règlement général sur la protection des données*. <https://eur-lex.europa.eu/FR/legal-content/summary/general-data-protection-regulation-gdpr.html>
13. Conseil de l'Europe. (2021). *Convention européenne des droits de l'homme*. https://www.echr.coe.int/documents/d/echr/convention_fra
14. Pinto, H., Valente, B., & Elston, J. (2025). The Governance of Smart Regions in Peripheral Areas : Exploring the Case of a Tourism-Dependent Region. *Urban Science*, 9(5), 143.
15. Shaji George, A., Hovan George, A. S., & Baskar, T. (2023). Edge Computing and the Future of Cloud Computing : A Survey of Industry Perspectives and Predictions. *Partners Universal International Research Journal*, 2(2), 19-44.
16. Dekker, R., Franco Contreras, J., & Meijer, A. (2020). The living lab as a methodology for public administration research : A systematic literature review of its applications in the social sciences. *International Journal of Public Administration*, 43(14), 1207-1217.
17. Veeckman, C., Schuurman, D., Leminen, S., & Westerlund, M. (2013). *Linking living lab characteristics and their outcomes : Towards a conceptual framework*.
18. Fuglsang, L., Hansen, A. V., Mergel, I., & Røhnebæk, M. T. (2021). Living labs for public sector innovation : An integrative literature review. *Administrative Sciences*, 11(2), 58.
19. Thompson, M., & Schulte, M. (2021). The laboratization of change : What is it with labs and change these days? In *Research in organizational change and development* (p. 33-61). Emerald Publishing Limited.

20. Ansell, C., & Gash, A. (2008). Collaborative governance in theory and practice. *Journal of public administration research and theory*, 18(4), 543-571.
21. Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs. (2023). *Balises pour favoriser la résilience des infrastructures vertes*.
22. Cajasiba-Santana, G. (2014). Social innovation : Moving the field forward. A conceptual framework. *Technological forecasting and social change*, 82, 42-51.
23. De Vries, H., Bekkers, V., & Tummers, L. (2016). Innovation in the public sector : A systematic review and future research agenda. *Public administration*, 94(1), 146-166.
24. Slappendel, C. (1996). Perspectives on innovation in organizations. *Organization Studies*, 17(1), 107-129.
25. Sørensen, E., & Torfing, J. (2013). *Enhancing social innovation by rethinking collaboration, leadership and public governance*. NESTA Social Frontiers: Social Frontiers The next edge of social innovation research.
26. Sørensen, E., & Torfing, J. (2011). Enhancing collaborative innovation in the public sector. *Administration & society*, 43(8), 842-868.
27. Van de Ven, A. H. (1986). Central problems in the management of innovation. *Management science*, 32(5), 590-607.
28. Kitchin, R., & Dodge, M. (2019). The (in) security of smart cities : Vulnerabilities, risks, mitigation, and prevention. *Journal of Urban Technology*, 26(2), 47-65.
29. Wegner, P. (1996). Interoperability. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 28(1), 285-287.
30. Denis, J.-L., Langley, A., & Sergi, V. (2012). Leadership in the plural. *Academy of Management Annals*, 6(1), 211-283.

31. Gouvernement du Canada. (2023, novembre). *Lidar (Détection et estimation de la distance par la lumière)*. <https://ressources-naturelles.canada.ca/sites/nrcan/files/mapstoolspublications/lidar-Nov-2023-FR.pdf>
32. Search for:Cozzitorto, C., Farzaid, J., Yasir, S., & Devarsh, B. (2024). *openBIM implementations for a Canadian roadmap*. National Research Council Canada. <https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=04722ff6-3ebd-42dc-9458-b4bcb873c946>
33. Edwards, L. (2016). Privacy, security and data protection in smart cities : A critical EU law perspective. *Eur. Data Prot. L. Rev.*, 2, 28.
34. Observatoire international sur les impacts sociétaux de l'IA et du numérique. (2025). *Dans l'œil de l'Obvia—Améliorer la transparence algorithmique grâce aux registres publics*. <https://doi.org/10.61737/ALIL9447>
35. Gouvernement du Canada. (1985). *Loi sur la protection des renseignements personnels du Canada*. <https://laws-lois.justice.gc.ca/FRA/LOIS/P-21/index.html>
36. Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, M. (2016). Defining urban resilience : A review. *Landscape and Urban Planning*, 147, 38-49. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011>
37. Del-Real, C., De Busser, E., & van den Berg, B. (2024). Shielding software systems : A comparison of security by design and privacy by design based on a systematic literature review. *Computer Law & Security Review*, 52, 105933.
38. Muench, S., Thuss, S., & Guenther, E. (2014). What hampers energy system transformations ? The case of smart grids. *Energy policy*, 73, 80-92.
39. Kornhauser, L. A. (2004). Governance structures, legal systems, and the concept of law. *Chi.-Kent L. Rev.*, 79, 355.
40. Leman-Langlois, S. (2011). Sphères de surveillance. In *Sphères de surveillance*. Les Presses de l'Université de Montréal.

41. Romero, M., Guédria, W., Panetto, H., & Barafort, B. (2020). Towards a Characterisation of Smart Systems : A Systematic Literature Review. *Computers in Industry*, 120, 103224.
<https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103224>
42. Anthony Jnr, B. (2025). Sustainable mobility governance in smart cities for urban policy development—a scoping review and conceptual model. *Smart and sustainable built environment*, 14(3), 649-671.
43. Wiecezorek, W. F., & Delmerico, A. M. (2009). Geographic information systems. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 1(2), 167-186.
44. Office québécois de la langue française. (2008). *Système d'informations météorologiques*.
<https://vitrinelinguistique.oqlf.gouv.qc.ca/fiche-gdt/fiche/26500610/systeme-dinformations-meteorologiques>
45. Johnston, K., Kervin, L., & Wyeth, P. (2022). Defining digital technology. *Centre of Excellence for the Digital Child Blog*. Available online: <https://www.digitalchild.org.au/blog/defining-digital-technology/> (accessed on 7 July 2022).
46. De Fine Licht, J., Naurin, D., Esaiasson, P., & Gilljam, M. (2014). When does transparency generate legitimacy ? Experimenting on a context-bound relationship. *Governance*, 27(1), 111-134.
47. Stephenson, D. (2012). *Water supply management* (Vol. 29). Springer Science & Business Media.
48. Bryson, J. M., Crosby, B. C., & Bloomberg, L. (2014). Public value governance : Moving beyond traditional public administration and the new public management. *Public administration review*, 74(4), 445-456.
49. Jaspers, S., & Steen, T. (2019). Realizing public values : Enhancement or obstruction ? Exploring value tensions and coping strategies in the co-production of social care. *Public management review*, 21(4), 606-627.

50. Loeffler, E., & Bovaird, T. (2020). User and community co-production of public value. In *The Palgrave handbook of co-production of public services and outcomes* (p. 31-57). Springer.
51. Moore, M. H. (1997). *Creating public value : Strategic management in government*. Harvard university press.
52. Nabatchi, T., Sancino, A., & Sicilia, M. (2017). Varieties of participation in public services : The who, when, and what of coproduction. *Public administration review*, 77(5), 766-776.
53. Bibri, S. E. (2019). The anatomy of the data-driven smart sustainable city : Instrumentation, datafication, computerization and related applications. *Journal of Big Data*, 6(1), 1-43.
54. Sheikh, H., Prins, C., & Schrijvers, E. (2023). Artificial intelligence : Definition and background. In *Mission AI: The new system technology* (p. 15-41). Springer.
55. Hämmäläinen, M. (2020). A framework for a smart city design : Digital transformation in the Helsinki smart city. *Entrepreneurship and the community: a multidisciplinary perspective on creativity, social challenges, and business*, 63-86.
56. Mergel, I., Rethemeyer, R. K., & Isett, K. (2016). Big data in public affairs. *Public Administration Review*, 76(6), 928-937.
57. Scholl, H. J., & AlAwadhi, S. (2016). Creating Smart Governance : The key to radical ICT overhaul at the City of Munich. *Information Polity*, 21(1), 21-42.
58. Kizhakkethottam, C., Lahoud, C., Pienaar, J., Thung, I., Owigar, J., Sommer, K., Nkuidje, L., Pennanen-Rebeiro-Hargrave, P., Westerberg, P., & Sietchiping, R. (2023). AI and cities : Risks, applications and governance. *UN Habitat*.
59. UNESCO. (2021). *Recommendation on the ethics on Artificial Intelligence*. UNESCO.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137>
60. Meijer, A. (2018). Datapolis : A public governance perspective on “smart cities”. *Perspectives on Public Management and Governance*, 1(3), 195-206.

61. Broccardo, L., Culasso, F., & Mauro, S. G. (2019). Smart city governance : Exploring the institutional work of multiple actors towards collaboration. *International Journal of Public Sector Management*, 32(4), 367-387.
62. Pereira, G. V., Parycek, P., Falco, E., & Kleinhans, R. (2018). Smart governance in the context of smart cities : A literature review. *Information Polity*, 23(2), 143-162.
63. Pereira, A. N. M., & Ribeiro, F. de M. (2021). Stakeholders' participation in environmental regulation : A case study of the sectoral agreement of packaging reverse logistics in Brazil. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, 39(10), Article 10.
<https://doi.org/10.1177/0734242X211048128>
64. Yahia, N. B., Eljaoued, W., Saoud, N. B. B., & Colomo-Palacios, R. (2021). Towards sustainable collaborative networks for smart cities co-governance. *International journal of information management*, 56, 102037.
65. Bolivar, M. P. R. (2017). Governance models for the delivery of public services through the Web 2.0 technologies : A political view in large Spanish municipalities. *Social science computer review*, 35(2), 203-225.
66. Ruhlandt, R. W. S. (2018). The governance of smart cities : A systematic literature review. *Cities*, 81, 1-23.
67. Ojo, A., Curry, E., & Janowski, T. (2014). *Designing next generation smart city initiatives- harnessing findings and lessons from a study of ten smart city programs*. ECIS 2014 proceedings- 22nd European conference on information systems.
68. Lawarée, J. (2026). *Gestion de projet en contexte de transformation numérique—Introduction* [Présentation PowerPoint de cours].
69. Gauk, M. (2024). *Local and Regional Digital Indicators (LORDI)* (p. 30) [Fiche technique]. ESPON.
<https://www.espon.eu/sites/default/files/projects/files/2024-07/lordi-framework.pdf>

70. Union des municipalités du Québec. (2024, juillet 18). Les municipalités innovent grâce à l'intelligence artificielle. *UMQ*. <https://umq.qc.ca/publication/municipalites-innovent-grace-intelligence-artificielle/>
71. Forrest, M. (2024, juillet 28). Les municipalités du Québec utilisent l'IA pour observer leur territoire. *L'actualité*. <https://lactualite.com/actualites/les-municipalites-du-quebec-utilisent-lia-pour-observer-leur-territoire/>
72. Letarte, M. (2024, mai 18). Saint-Lin–Laurentides a adopté ChatGPT. *Le Devoir*. <https://www.ledevoir.com/politique/813190/saint-lin-laurentides-adopte-chatgpt?>
73. Ville de Laval. (2021, septembre 16). *L'intelligence artificielle au service des Lavallois*. <https://www.laval.ca/organisation-municipale/salle-presse/communiques-presse/intelligence-artificielle-partenariat-public/>
74. Jenny, H., Alonso, E. G., Wang, Y., & Minguez, R. (2020). *Using artificial intelligence for smart water management systems*.
75. Mondal, P. (2024). AI and IoT in smart water management for urban sustainability. *Uncertainty Discourse and Applications*, 1(2), 151-157.
76. Bui, M. T., Yáñez-Godoy, H., & Elachachi, S. M. (2025). Assessment of the Implications and Challenges of Using Artificial Intelligence for Urban Water Networks in the Context of Climate Change When Building Future Resilient and Smart Infrastructures. *Journal of Pipeline Systems Engineering and Practice*, 16(1), 03124004.
77. Adedeji, K. B., Ponnle, A. A., Abu-Mahfouz, A. M., & Kurien, A. M. (2022). Towards digitalization of water supply systems for sustainable smart city development—Water 4.0. *Applied Sciences*, 12(18), 9174.

78. Amanatidis, P., Lyratzis, E., Angelopoulos, V., Kouloumpiris, E., Skaperdas, E., Bassiliades, N., Vlahavas, I., Maris, F., Emmanouloudis, D., & Karampatzakis, D. (2025). Intelligent Water Management Through Edge-Enabled IoT, AI, and Big Data Technologies. *IoT*, 7(1), 5.
79. Bachanek, K. H., Tundys, B., Wiśniewski, T., Puzio, E., & Maroušková, A. (2021). Intelligent street lighting in a smart city concepts—A direction to energy saving in cities : An overview and case study. *Energies*, 14(11), 3018.
80. Dizon, E., & Pranggono, B. (2022). Smart streetlights in Smart City : A case study of Sheffield. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 13(4), 2045-2060.
81. Omar, A., AlMaeen, S., Attia, H., Takruri, M., Altunaiji, A., Sanduleanu, M., Shubair, R., Ashhab, M. S., Al Ali, M., & Al Hebsi, G. (2022). Smart city : Recent advances in intelligent street lighting systems based on IoT. *Journal of Sensors*, 2022(1), 5249187.
82. Agrahari, A., Dhabu, M. M., Deshpande, P. S., Tiwari, A., Baig, M. A., & Sawarkar, A. D. (2024). Artificial Intelligence-Based Adaptive Traffic Signal Control System : A Comprehensive Review. *Electronics*, 13(19), 3875. <https://doi.org/10.3390/electronics13193875>
83. Anedda, M., Fadda, M., Girau, R., Pau, G., & Giusto, D. (2023). A social smart city for public and private mobility : A real case study. *Computer Networks*, 220, 109464. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2022.109464>
84. Bouhadjeb-Hamdani, M. (2025, juillet 11). L'IA en renfort pour lutter contre la congestion routière. *Radio-Canada*. <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/2178113/intelligence-artificielle-feux-congestion-toronto>
85. Kodi, J. H., Kitali, A. E., Sando, T., Alluri, P., & Ponnaluri, R. (2022). Safety Evaluation of an Adaptive Signal Control Technology Using an Empirical Bayes Approach. *Journal of Transportation Engineering, Part A: Systems*, 148(4), 04022008. <https://doi.org/10.1061/JTEPBS.0000652>

86. Meess, H., Gerner, J., Hein, D., Schmidtner, S., Elger, G., & Bogenberger, K. (2024). First steps towards real-world traffic signal control optimisation by reinforcement learning. *Journal of Simulation*, 18(6), 957-972. <https://doi.org/10.1080/17477778.2024.2364715>
87. Zhao, Z. (2024). Impact of Adaptive Traffic Signals on Traffic Congestion in Midtown Manhattan : A Propensity Score Matching Approach. *Applied and Computational Engineering*, 110(1), 195-200. <https://doi.org/10.54254/2755-2721/2024.MELB17903>
88. Wu, M., Kwon, T. J., Fu, L., & Wong, A. H. (2022). Advances in sustainable winter road maintenance and management for future smart cities. In *The Rise of Smart Cities* (p. 625-659). Elsevier.
89. Jagatheesaperumal, S. K., Bibri, S. E., Ganesan, S., & Jeyaraman, P. (2023). Artificial Intelligence for road quality assessment in smart cities : A machine learning approach to acoustic data analysis. *Computational Urban Science*, 3(1), 28.
90. Karaa, M., Ghazzai, H., Massoud, Y., & Sboui, L. (2024). A computer vision-based framework for snow removal operation routing. *IEEE Open Journal of Circuits and Systems*, 5, 81-91.
91. Ramovha, N., Chadyiwa, M., Ntuli, F., & Sithole, T. (2024). The potential of stormwater management strategies and artificial intelligence modeling tools to improve water quality : A review. *Water Resources Management*, 38(10), 3527-3560.
92. Alzahrani, A. I., Chauhdary, S. H., & Alshdadi, A. A. (2023). Internet of Things (IoT)-based wastewater management in smart cities. *Electronics*, 12(12), 2590.
93. Dada, M. A., Majemite, M. T., Obaigbena, A., Daraojimba, O. H., Oliha, J. S., & Nwokediegwu, Z. Q. S. (2024). Review of smart water management : IoT and AI in water and wastewater treatment. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 21(1), 1373-1382.

94. Alwar, B., Edgardo, H., & Faustino, E. (2024). Integrating IoT and Artificial Intelligence for Sustainable Smart City Development : A Case Study Approach. *ITEJ (Information Technology Engineering Journals)*, 9(2), 80-90.
95. Wiecezorek, W. F., & Delmerico, A. M. (2009). Geographic information systems. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 1(2), 167-186.
96. Écotech Québec. (2024). *Inventaire forestier et d'actifs basés sur l'IA en municipalité*.
<https://www.ecotechquebec.com/laureats-et-finalistes/la-ville-de-sainte-julie/>
97. Ville de Sainte-Julie. (2022, novembre 9). *Actualités / Défis Innovation Québec : Des drones pour réaliser un inventaire des arbres à Sainte-Julie*.
<https://saintejulie.ca/actualites/2022/11/09/defis-innovation-quebec-des-drones-pour-realiser-un-inventaire-des-arbres-a-sainte-julie>
98. Urban, H., Fischer, S., & Schranz, C. (2024). Adapting to an OpenBIM Building Permit Process : A Case Study Using the Example of the City of Vienna. *Buildings*, 14(4), 1135.
<https://doi.org/10.3390/buildings14041135>
99. Raes, Lieven., Ruston McAleer, Susie., Croket, Ingrid., Kogut, Pavel., Brynskov, Martin., & Lefever, Stefan. (2025). *Decide Better : Open and Interoperable Local Digital Twins* (1st ed. 2025.). Springer Nature Switzerland. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-81451-8>
100. Cozzitorto, C., Jalaei, F., Sultan, Y., Davari, S., & Bhonde, D. (2024). *openBIM implementations for a Canadian roadmap*. National Research Council of Canada. <https://doi.org/10.4224/40003364>
101. Brito, D. M., Costa, D. B., & Ferreira, E. A. M. (2022). Code Checking using BIM for Digital Building Permit : A case study in a Brazilian municipality. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1101(2), 022049. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1101/2/022049>
102. Caird, S. P., & Hallett, S. H. (2019). Towards evaluation design for smart city development. *Journal of urban Design*, 24(2), 188-209.

103. Vitunskaitė, M., He, Y., Brandstetter, T., & Janicke, H. (2019). Smart cities and cyber security : Are we there yet ? A comparative study on the role of standards, third party risk management and security ownership. *Computers & Security*, 83, 313-331.
104. Pereira Alexandre Neves Marques, & de Miranda, R. F. (2021). Stakeholders' participation in environmental regulation : A case study of the sectoral agreement of packaging reverse logistics in Brazil. *Waste Management & Research*, 39(10), 1256-1263. (2578074259).
<https://doi.org/10.1177/0734242X211048128>
105. Angelidou, M. (2016). Four European smart city strategies. *Int'l J. Soc. Sci. Stud.*, 4, 18.
106. Ooms, W., Caniëls, M. C., Roijackers, N., & Cobben, D. (2020). Ecosystems for smart cities : Tracing the evolution of governance structures in a dutch smart city initiative. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 16, 1225-1258.
107. Sadowski, J., & Maalsen, S. (2020). Modes of making smart cities : Or, practices of variegated smart urbanism. *Telematics and Informatics*, 55, 101449.
108. Caird, S. P., & Hallett, S. H. (2019). Towards evaluation design for smart city development. *Journal of Urban Design*, 24(2), 188-209. <https://doi.org/10.1080/13574809.2018.1469402>
109. Noori, N., de Jong, M., Janssen, M., Schraven, D., & Hoppe, T. (2021). Input-output modeling for smart city development. *Journal of Urban Technology*, 28(1-2), 71-92.
110. Noori, N., Hoppe, T., & De Jong, M. (2020). Classifying Pathways for Smart City Development : Comparing Design, Governance and Implementation in Amsterdam, Barcelona, Dubai, and Abu Dhabi. *Sustainability*, 12(10), 4030. <https://doi.org/10.3390/su12104030>
111. Vitálišová, K., Rigová, Z., Vanova, A., & Škvareninová, D. (2025). Small smart cities—vision or reality? *Transforming Government: People, Process and Policy*, 19(2), 316-337.
112. Snow, C. C., Håkonsson, D. D., & Obel, B. (2016). A smart city is a collaborative community : Lessons from smart Aarhus. *California Management Review*, 59(1), 92-108.

113. Webster, C. W. R., & Leleux, C. (2018). Smart governance : Opportunities for technologically-mediated citizen co-production. *Information Polity*, 23(1), 95-110. <https://doi.org/10.3233/IP-170065>
114. Baril, G., Manrique Rueda, G., Lévesque, J.-F., & Préval, J. (2024). *Évaluation du processus et des effets de la participation publique numérique—Revue de la littérature* (p. 124). Cité-ID LivingLab.
115. Bastos, D., Fernández-Caballero, A., Pereira, A., & Rocha, N. P. (2022). Smart City Applications to Promote Citizen Participation in City Management and Governance : A Systematic Review. *Informatics*, 9(4), 89. <https://doi.org/10.3390/informatics9040089>
116. Dameri, R. P., & Benevolo, C. (2016). Governing smart cities : An empirical analysis. *Social Science Computer Review*, 34(6), 693-707.
117. Viale Pereira, G., & Schuch De Azambuja, L. (2021). Smart Sustainable City Roadmap as a Tool for Addressing Sustainability Challenges and Building Governance Capacity. *Sustainability*, 14(1), 239. <https://doi.org/10.3390/su14010239>
118. Zolotov, M. N., Oliveira, T., & Casteleyn, S. (2018). E-participation adoption models research in the last 17 years : A weight and meta-analytical review. *Computers in Human Behavior*, 81, 350-365.
119. Al-Dalou, R., & Abu-Shanab, E. (2013). *E-participation levels and technologies*. 8-10.
120. Le Blanc, D. (2020). *E-participation : A quick overview of recent qualitative trends*.
121. Adnan, M., Ghazali, M., & Othman, N. Z. S. (2022). e-Participation within the Context of e-Government Initiatives : A comprehensive systematic review. *Telematics and Informatics Reports*, 100015.
122. Lee, D., Loutas, N., Sánchez-Nielsen, E., Mogulkoc, E., & Lacigova, O. (2011). *Inform-consult-empower : A three-tiered approach to eParticipation*. 121-132.

123. Medaglia, R. (2012). eParticipation research : Moving characterization forward (2006–2011). *Government Information Quarterly*, 29(3), 346-360.
124. Toots, M. (2019). Why E-participation systems fail : The case of Estonia's Osale. Ee. *Government Information Quarterly*, 36(3), 546-559.
125. Reynante, B., Dow, S. P., & Mahyar, N. (2021). A framework for open civic design : Integrating public participation, crowdsourcing, and design thinking. *Digital Government: Research and Practice*, 2(4), 1-22.
126. Wirtz, B. W., & Müller, W. M. (2023). An Integrative Collaborative Ecosystem for Smart Cities—A Framework for Organizational Governance. *International Journal of Public Administration*, 46(7), 499-518. <https://doi.org/10.1080/01900692.2021.2001014>
127. Albino, V., Berardi, U., & Dangelico, R. M. (2015). Smart Cities : Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives. *Journal of Urban Technology*, 22(1), 3-21.
<https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942092>
128. Almulhim, A. I. (2025). Building Urban Resilience Through Smart City Planning : A Systematic Literature Review. *Smart Cities*, 8(1), 22. <https://doi.org/10.3390/smartcities8010022>
129. Heezen, M., Pesch, U., Correlje, A., Van Zoonen, L., & Ten Kate, J. (2023). Adapting to changing values : A framework for responsible decision-making in smart city development. *Journal of Responsible Innovation*, 10(1), 2204680. <https://doi.org/10.1080/23299460.2023.2204680>
130. Palomo-Navarro, Á., & Navío-Marco, J. (2018). Smart city networks' governance : The Spanish smart city network case study. *Telecommunications Policy*, 42(10), 872-880.
<https://doi.org/10.1016/j.telpol.2017.10.002>
131. Scholl, H. J., & AlAwadhi, S. (2016). Smart governance as key to multi-jurisdictional smart city initiatives : The case of the eCityGov Alliance. *Social Science Information*, 55(2), 255-277.
<https://doi.org/10.1177/0539018416629230>

132. Liu, T., Mostafa, S., Mohamed, S., & Nguyen, T. S. (2021). Emerging themes of public-private partnership application in developing smart city projects : A conceptual framework. *Built Environment Project and Asset Management*, 11(1), 138-156.
133. Pinto, H., Valente, B., & Elston, J. (2025). The Governance of Smart Regions in Peripheral Areas : Exploring the Case of a Tourism-Dependent Region. *Urban Science*, 9(5), 143.
<https://doi.org/10.3390/urbansci9050143>
134. Broccardo, L., Culasso, F., & Mauro, S. G. (2019). Smart city governance : Exploring the institutional work of multiple actors towards collaboration. *International Journal of Public Sector Management*, 32(4), 367-387. <https://doi.org/10.1108/IJPSM-05-2018-0126>
135. Pereira, G. V., Macadar, M. A., Luciano, E. M., & Testa, M. G. (2017). Delivering public value through open government data initiatives in a Smart City context. *Information Systems Frontiers*, 19(2), 213-229. <https://doi.org/10.1007/s10796-016-9673-7>
136. Palomo-Navarro, Á., & Navío-Marco, J. (2018). Smart city networks' governance : The Spanish smart city network case study. *Telecommunications Policy*, 42(10), 872-880.
137. Nesti, G. (2020). Defining and assessing the transformational nature of smart city governance : Insights from four European cases. *International Review of Administrative Sciences*, 86(1), 20-37.
138. MRC de Thérèse-De Blainville. (2025). *Tableau de suivi—Fonds régions et ruralité—Volet 3 – Ententes Signature Innovation*. <https://mrc-tdb.org/wp-content/uploads/2025/05/Reddition-de-comptes-FRR-Volet-3-entente-au-31-mars-2025.pdf>
139. Vitunskaitė, M., He, Y., Brandstetter, T., & Janicke, H. (2019). Smart cities and cyber security : Are we there yet? A comparative study on the role of standards, third party risk management and security ownership. *Computers & Security*, 83, 313-331.
<https://doi.org/10.1016/j.cose.2019.02.009>

140. Dameri, R. P., & Benevolo, C. (2016). Governing Smart Cities : An Empirical Analysis. *Social Science Computer Review*, 34(6), 693-707. <https://doi.org/10.1177/0894439315611093>
141. Vitálišová, K., Rigová, Z., Vanova, A., & Škvareninová, D. (2025). Small smart cities – vision or reality? *Transforming Government: People, Process and Policy*, 19(2), 316-337.
<https://doi.org/10.1108/TG-07-2024-0172>
142. Ministère du Territoire, des Infrastructures, des Transports et du Tourisme. (2026). PLATEAU.
<https://www.mlit.go.jp/plateau/>.

Glossaire

Anonymisation des données : pratique consistant à éliminer les informations personnelles visant à éviter l'identification d'une personne à partir d'un jeu de données et à respecter sa vie privée^[1].

Apprentissage automatique : une application d'intelligence artificielle capable de réaliser des analyses prédictives en exploitant des *patterns* issus de jeux de données^[2].

Apprentissage profond : une forme d'apprentissage automatique* qui simule le fonctionnement des neurones du cerveau humain, utilisant des réseaux multicouches^[2].

Big data ou données massives : « les données massives représentent une très grande quantité de données numériques de différents formats et de diverses provenances qui se présentent de manière structurée ou non. Ensemble, les données sont tellement volumineuses qu'elles ne peuvent être collectées, traitées ni analysées par l'humain sans l'assistance de l'IA »^[3].

Biométrie : technologie consistante à mesurer et à analyser les caractéristiques humaines comme les empreintes digitales, les images faciales ou l'ADN. Elle est couramment utilisée à des fins d'identification, de vérification et, de plus en plus, de classification. Les renseignements biométriques sont souvent sensibles, car ils restent inchangés au fil du temps. Ils sont difficiles à modifier et sont intimement liés à l'identité d'une personne^[4].

Blockchain : « structure de stockage de données dans laquelle des groupes de transactions valides, appelés blocs, forment une chaîne chronologique, chaque bloc étant lié cryptographiquement au bloc précédent. Souvent désigné sous son vocable anglais *blockchain*, il s'agit de protocoles permettant d'avoir une base de données sécurisée et distribuée à travers un réseau. Ce type de protocole est notamment utilisé pour les cryptomonnaies »^[5].

Capteur numérique : dispositif électronique qui convertit un stimulus (quantité, propriété ou condition) en données numériques à destination d'un système informatique^[6].

Confidentialité : ensemble d'actions mises en place pour s'assurer que l'information sensible est gardée secrète et protégée contre tout accès non autorisé^[7].

Consentement éclairé : le droit d'une personne de choisir de partager ou non ses données et de comprendre comment elles seront utilisées. Une personne doit avoir les informations nécessaires pour bien comprendre sa décision^[3].

Cybersécurité : « la protection des données numériques et la préservation de l'intégrité de l'infrastructure servant à stocker et à transmettre des données numériques »^[7].

Data steward ou gestionnaire des données : employé chargé de la bonne gestion des données. Il collecte, stocke et transmet les données en s'assurant de leur qualité, sécurité et conformité aux normes. Il contrôle les accès aux données pour les utilisateurs et il travaille avec des plateformes de données massives*^[8].

Développement durable : une forme de développement qui satisfait les besoins sociaux, économiques et environnementaux du présent tout en préservant la capacité des générations futures à répondre aux leurs^[9].

Diodes électroluminescentes LED (en anglais) : composants électroniques faits de matériaux semiconducteurs qui émettent un rayonnement lumineux lorsqu'ils sont traversés par un courant électrique. Les LED ont une plus longue durée de vie et une plus grande efficacité énergétique que les lampes à incandescence^[10].

Données ouvertes : « données structurées, lisibles par machine, qui peuvent être librement partagées, utilisées et mises à profit par quiconque, sans restriction »^[11].

Données sensibles : des informations personnelles susceptibles de révéler, entre autres, l'origine raciale ou ethnique, les opinions politiques, les croyances, l'état de santé, les données biométriques ou l'orientation sexuelle d'une personne^[12].

Droit à la vie privée : un droit qui garantit à chacune et chacun la protection de son intimité, de son intégrité physique et morale, de ses données personnelles et de ses communications. Il assure le contrôle individuel sur les informations concernant la personne et protège contre toute surveillance (non justifiée par loi)^[13]

Écosystème d'innovation : un réseau d'acteurs, d'institutions et d'activités interdépendants qui collaborent et évoluent conjointement afin de favoriser le développement technologique et l'innovation^[14].

Edge computing ou informatique en périphérie : modèle de réseau informatique où les données sont traitées à proximité de leurs sources, plutôt que dans des centres de données. Cela réduit la latence, accélère les réponses et diminue le volume de données à transmettre. Cette approche améliore les performances et la sécurité, surtout pour les applications nécessitant du traitement en temps réel^[15].

Expérimentation : une démarche par laquelle des acteurs testent et ajustent des solutions nouvelles en situation réelle, afin de produire des apprentissages, de réduire l'incertitude et d'adapter l'action aux contextes dans lesquels elle s'inscrit. Dans le contexte de la gouvernance de l'IA et du numérique à l'échelle municipale, l'expérimentation permet aux administrations locales de tester progressivement des outils, des usages ou des modes de gouvernance liés au numérique et à l'IA, avant leur déploiement à plus grande échelle. Elle constitue un levier pour éclairer la prise de décision, ajuster les cadres de gouvernance et soutenir une innovation responsable, en tenant compte des réalités locales, des capacités organisationnelles et des enjeux éthiques et sociaux^[16–19].

Gouvernance collaborative : un processus de prise de décision formel, collectif, délibératif et consensuel, initié par une autorité publique, impliquant des acteurs non étatiques dans l'élaboration et la mise en œuvre de politiques ou de services publics^[20].

Infrastructures vertes : les végétaux et les infrastructures végétalisées qui offrent des services écosystémiques et qui répondent à des besoins variés (esthétisme, alimentaire, environnemental, ingénierie, récréation)^[21].

Innovation : l'introduction et la mise en œuvre de nouvelles pratiques, solutions, technologies ou modes d'organisation visant à améliorer l'action publique et la création de valeur publique. Dans le contexte des municipalités et de la gouvernance de l'IA et du numérique, l'innovation recouvre à la fois l'innovation technologique (outils numériques, données, IA), l'innovation sociale (nouvelles formes de collaboration, de participation et de coproduction) et l'innovation publique (évolution des règles, des processus décisionnels, des modes de gestion et de gouvernance). Elle repose sur l'expérimentation, l'apprentissage collectif et l'adaptation des solutions aux réalités et capacités des organisations publiques^[22–27].

Intelligence artificielle : des systèmes reproduisant des comportements intelligents humains, car ils ont la capacité d'analyser leur environnement et d'agir avec un certain degré d'autonomie pour atteindre des objectifs^[2].

Intelligence artificielle générative : « une forme récente d'IA qui a la capacité de créer du nouveau contenu, comme du texte, de la musique, des images ou des vidéos. Dans ce cas, la tâche n'est pas de prédire ou de classer, mais de créer du contenu par des méthodes d'apprentissage profond et d'immenses jeux de données »^[3].

Internet des objets : le réseau d'objets physiques lisibles par machine connectés à Internet, dotés de capteurs et de logiciels leur permettant d'échanger des données avec d'autres appareils et systèmes en ligne de manière autonome et automatique^[28].

Interopérabilité : la capacité de plusieurs composants logiciels à fonctionner ensemble malgré leurs différences de langage, d'interface ou de plateforme d'exécution^[29].

Jumeau numérique : technologie permettant une représentation virtuelle d'un objet, d'un système complexe, d'un environnement, ou d'un procédé industriel, que l'on utilise pour créer des simulations permettant de comprendre et de prédire les comportements de l'original dans le monde réel ^[5].

Leadership : la capacité des élus et des gestionnaires publics à donner une orientation claire, à assurer la cohérence et l'imputabilité de l'action publique, et à créer les conditions nécessaires à la collaboration, à l'apprentissage et à l'innovation*, dans le but de répondre à des enjeux publics complexes. Dans le contexte de la gouvernance de l'IA et du numérique par les municipalités, le leadership est à la fois politique, administratif, stratégique, relationnel, facilitateur et transformationnel : il permet de mobiliser les acteurs, de coordonner les expertises, de soutenir la coconstruction des solutions d'IA et du numérique et d'encadrer leur mise en œuvre de manière responsable, éthique et adaptée aux capacités des organisations publiques^[16,20,30].

Lidar : télédétection par laser, technologie qui permet de générer des portraits d'élévation précis de territoires^[31].

Modélisation des données du bâtiment (BIM) : conception et exploitation d'une représentation numérique des caractéristiques de bâtiments^[32].

Privacy by design ou protection de la vie privée dès la conception : une approche fondée sur la protection des droits de la personne consistant à intégrer systématiquement la protection de la vie privée dès la phase de conception des technologies, des pratiques organisationnelles et des infrastructures physiques^[33].

Registre des algorithmes : une base de données qui contient des informations sur les algorithmes des systèmes d'IA utilisés par une entité donnée (une ville, un ministère, une entreprise, etc.). Ces registres décrivent pour chaque algorithme une série de paramètres, tels que son objectif, son mode de fonctionnement, l'unité responsable, son statut (actif, inactif ou en développement), ainsi que ses sources de données et leur provenance (développement interne ou fournisseur externe)^[34].

Renseignement personnel : toute information permettant d'identifier un individu, incluant le nom, l'adresse, le numéro d'identification, les informations financières ou médicales, et d'autres données propres à la personne^[35].

Résilience urbaine : la capacité d'un système urbain et de ses réseaux socio-écologiques et socio-techniques, à travers les différentes échelles temporelles et spatiales, à maintenir ou à rétablir rapidement les fonctions souhaitées face à une perturbation, à s'adapter aux changements et à transformer sans délai les composantes qui limitent son adaptabilité présente ou future^[36].

Sécurité par design : une approche d'ingénierie visant à garantir la protection des systèmes logiciels, de la vie privée et de l'identité face aux vulnérabilités, attaques, intrusions et autres menaces. Elle repose sur l'intégration de la sécurité dès l'origine —tout au long du cycle de conception, afin qu'elle soit incorporée directement dans les logiciels, l'architecture, les systèmes et les produits par les développeurs^[37].

Smart grid ou réseau intelligent : un système de distribution d'énergie permettant une interaction efficace entre les acteurs du marché grâce à l'intégration des TIC, offrant la puissance nécessaire (en kW) pour soutenir des applications intelligentes du marché (en kWh), et garantissant la stabilité du réseau de distribution en assurant une connexion sécurisée d'un grand nombre de petits points de consommation et de production intermittents^[38].

Structure de gouvernance : une entité institutionnelle chargée d'exercer des fonctions essentielles de gouvernance^[39].

Surveillance : l'acquisition d'information de manière temporaire ou permanente, à partir de nos sens ou de technologies, à des fins de contrôle social ou afin d'assurer la conformité aux normes sociales^[40].

Système intelligent : ensemble de dispositifs numériques qui capte des informations sur son environnement et qui peut adapter son fonctionnement d'après les données qu'il collecte. Grâce à des algorithmes, le système peut émettre des prédictions et prendre des décisions avec un certain degré d'autonomie^[41]. Système de transport

intelligent : un système de transport intégré, soutenu par les technologies d'information et de communication (TIC), interconnecté, intermodal et multimodal, tout en étant durable, sûr et sécurisé, appartenant à un cadre global regroupant des projets, des plans et des politiques visant à améliorer la qualité de vie grâce aux technologies et à la gouvernance collaborative^[42].

Systèmes d'information géographique : un ensemble d'outils matériels et logiciels dédiés à l'analyse spatiale, permettant d'exploiter l'information géographique pour analyser, modéliser des données et résoudre divers problèmes^[43].

Systèmes d'information météorologique routière (RWIS) : systèmes informatiques exploitant des données collectées en bord de routes en plus de données météorologiques ordinaires pour fournir des prévisions météorologiques routières précises et prévenir des incidents^[44].

Technologie numérique : un ensemble de systèmes, d'outils ou d'appareils permettant la génération, la création ou le stockage de données^[45].

Transparence : renvoie à la mise à disposition du public d'informations portant sur les décisions, notamment les faits et les motifs sur lesquels elles reposent, ainsi que sur les processus par lesquels elles ont été adoptées^[46].

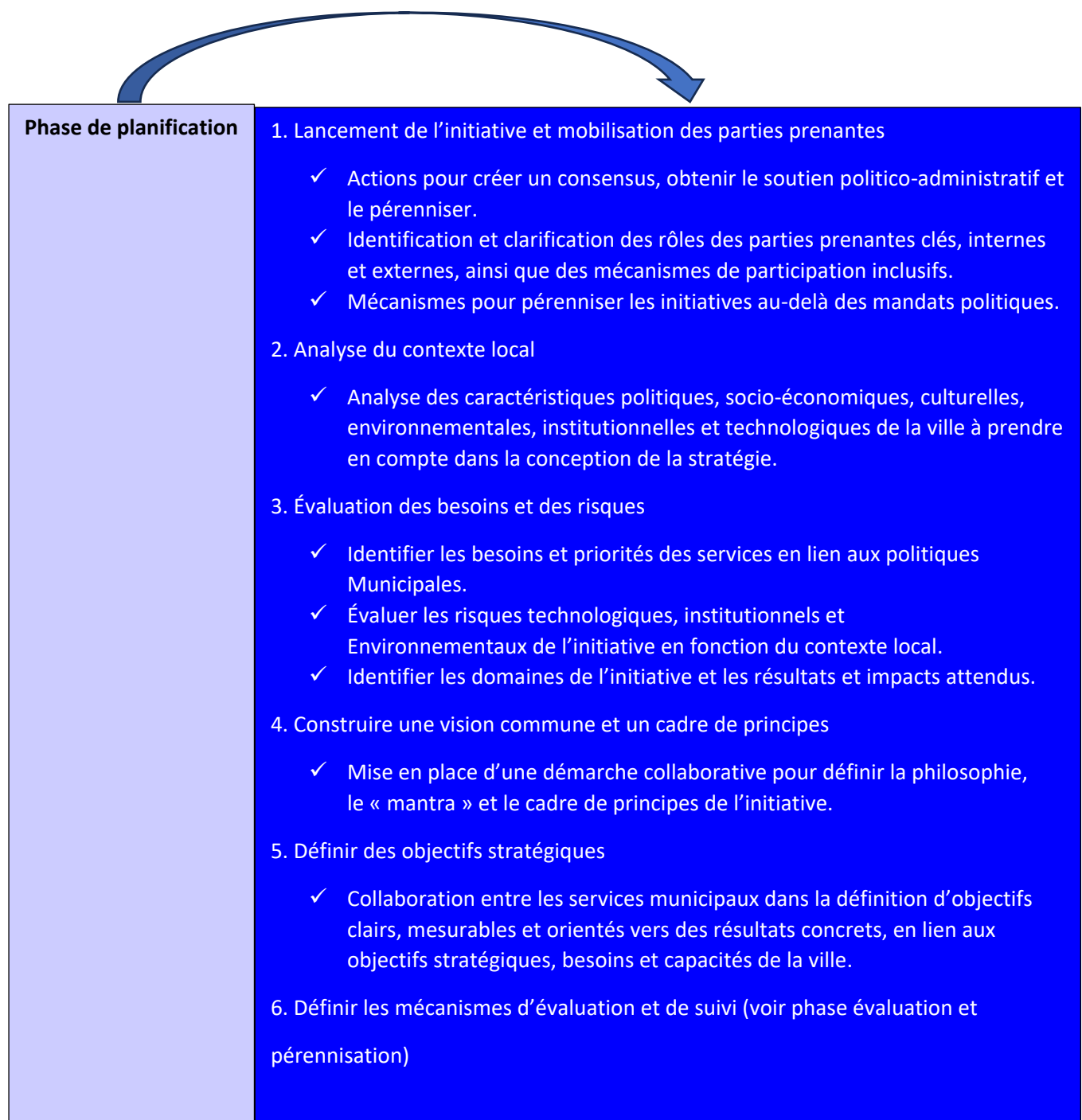
Unaccounted-For Water, UFW : la portion d'eau acheminée à un réseau de distribution qui est perdue avant d'être consommée^[47].

Valeur publique : l'ensemble des bénéfices collectifs générés par l'action publique pour la société. Elle peut être comprise à travers trois grandes catégories de bénéfices : (1) l'amélioration des services publics (performance, efficacité, qualité, accessibilité et durabilité); (2) l'amélioration des relations entre les institutions publiques et les citoyens (confiance, transparence, imputabilité, apprentissage, prise en compte des besoins et des capacités des usagers); (3) le renforcement de la qualité démocratique (participation, inclusion, équité et légitimité des décisions). Dans le contexte de l'IA et du numérique, la création de valeur publique suppose que les innovations* technologiques et organisationnelles contribuent à ces bénéfices collectifs, tout en anticipant et en atténuant les impacts négatifs, les risques et les enjeux sociaux, éthiques et environnementaux^[48-52].

Ville intelligente : une ville innovante qui mobilise les TIC afin d'améliorer la qualité de vie, d'optimiser le fonctionnement et les services urbains, et de renforcer sa compétitivité, tout en veillant à satisfaire les besoins économiques, sociaux et environnementaux des générations présentes et futures^[53].

Annexe. Liste de contrôle cadre de gouvernance collaborative

Dans la mesure où la gouvernance collaborative* facilite la réussite des initiatives, il est essentiel de construire un cadre de gouvernance avec les parties prenantes. Cette liste de contrôle présente une série d'actions à réaliser pour la construction d'un cadre de gouvernance collaborative* selon les phases de planification, de mise en œuvre et d'évaluation/pérennisation. Il s'agit d'un cadre cyclique et évolutif, l'évaluation en continu étant intégré aux différentes étapes de la démarche. Ce cadre peut être utilisé par les municipalités selon leur niveau d'avancement dans les projets. Il est important de spécifier qu'il n'est pas obligatoire de respecter toutes les étapes au pied de la lettre. L'idée est surtout de fournir aux administrations locales des pistes qu'ils pourraient mettre en place selon leurs capacités.



**Phase de mise en
Œuvre**

Phase nécessitant un leadership mobilisateur pour assurer un maintien de l'engagement et une mobilisation des parties prenantes externes.

1. Élaborer un plan et une stratégie de mise en œuvre

- ✓ Les missions à moyen et long terme du plan sont activées à partir des actions définies dans la stratégie, incluant la mobilisation des acteurs participant à la mise en œuvre, des expertises et des mécanismes de coordination.

2. Créer des structures de gouvernance

- ✓ Définir et mettre en place des structures de gouvernance politiques et administratives, des groupes de travail, leur modèle de gouvernance et leadership.

3. Mobiliser les ressources humaines, financières et techniques

- ✓ Déterminer les enjeux et leviers au financement, les opportunités et ressources disponibles, ainsi que les mécanismes de participation du secteur privé.

4. Former et éduquer employés et citoyens

- ✓ Définir les programmes et approches d'éducation pour employés et citoyens, les besoins et populations vulnérables, les ressources nécessaires et les partenaires universitaires et du milieu éducatif.

5. Impliquer les citoyens

- ✓ Définir les dispositifs de participation des citoyens, leur rôle et portée, soutenus par les élus et l'administration, ainsi que les mécanismes de recrutement, de formation et de rétroaction.

**Phase d'évaluation
Et de pérennisation**

1. Développer l'évaluation selon les objectifs stratégiques

- ✓ Mesurer les bénéfices pour la population selon les objectifs stratégiques, Ainsi que les impacts de la collaboration.

2. Appréhender les effets du numérique selon une variété de perspectives

- ✓ Utiliser des méthodes quantitatives et qualitatives pour inclure les perspectives des parties prenantes et des populations vulnérables selon les besoins locaux.

3. Évaluer en continu les risques de l'IA et du numérique

- ✓ Effectuer des évaluations d'impact et des audits en continu des risques des algorithmes et leurs effets sur les droits humains et sur les dimensions Socio-économiques et environnementales.



Phase d'évaluation et de pérennisation	4. Pérenniser la gouvernance collaborative ✓ Assurer un financement à long terme des structures de gouvernance, en plus de capitaliser sur les données, les compétences et les relations. ✓ Prioriser les actions à fort impact et soutenir la performance opérationnelle en mettant à jour régulièrement les mécanismes de contrôle des opérations et en redéfinissant les rôles et responsabilités des partenaires. ✓ Défendre et développer une diversité d'appuis politiques en adoptant des Stratégies de communication souples adaptées aux intérêts et priorités Des parties prenantes et du gouvernement.
---	--

