



EUROPEAN UNION

Européen Missions



**100 Villes neutres sur le
plan climatique et villes
intelligentes
d'ici 2030**

**Kit d'information
pour les villes**

#EUmissions



KIT D'INFORMATION POUR LES VILLES SOUHAITANT PARTICIPER À L'APPEL À MANIFESTATION D'INTÉRÊT (AMI)

Il s'agit d'un document de travail interne de la Commission européenne. Il est rendu public à titre d'information uniquement et n'engage pas la Commission européenne. La Commission européenne n'est pas responsable des conséquences qui pourraient résulter de la réutilisation de ce document.

Date : 29/10/2021

Doc. Version: V2.0

Contenu

PARTIE I - COMPRENDRE LA MISSION DES VILLES - Guide pour aider les villes à se préparer à l'appel à manifestation d'intérêt1	
1 La mission des villes neutres sur le plan climatique et intelligentes1	
1.1 Introduction1	
1.2 Les principaux éléments constitutifs de la mission Cities2.....	
1.3 Le rôle de la recherche et de l'innovation3	
2 Comment ma ville peut-elle participer et quelles sont les prochaines étapes ?	4
2.1 Le processus expliqué brièvement4	
2.2 Plus en détail : qui peut participer ?	4
2.2.1 Critère d'éligibilité - taille et typologie des villes4	
2.2.2 Critère d'éligibilité - ambition5	
2.3 Quels autres éléments seront évalués ?	5
2.4 Quels sont les avantages de devenir une ville de mission ? 9	
2.4.1 Que se passe-t-il si une ville participante n'atteint pas l'objectif de neutralité climatique ?	10
3 La neutralité climatique urbaine définie dans le contexte de la Mission10.....	
3.1 Principaux éléments de la définition de la neutralité climatique urbaine11	
3.2 Émissions résiduelles et compensation13	
PARTIE II - PETIT GUIDE DE LA NEUTR NEUTR NEUTRALITÉ	CLIMATIQUE
E URBAINE 15	
1 Le défi et le contexte politique mondial et européen15	
2 Planification pour des émissions nettes nulles d'ici 203015	
2.1 Les éléments constitutifs d'une approche intégrée de la neutralité climatique16	
2.2 Gouvernance et engagement des parties prenantes18	
2.3 Processus de planificati on de la neutralité climatique19	
2.4 Comptabilisation des émissions de GES et fixation d'objectifs21.....	
2.5 Comptabilisation des émissions résiduelles23	
2.6 Feuilles de route sur les émissions de GES25.....	
3 Secteurs clés et stratégies de réduction des émissions (côté demande) 25	
3.1 Énergie stationnaire (bâtiments, équipements, installations)	25

3.1.1	Le champ d'application du secteur des bâtiments	25
3.1.2	Définition de la "neutralité climatique" pour le secteur des bâtiments	26
3.1.3	Atteindre la neutralité climatique dans le secteur de l'	énergie stationnaire 26
3.1.4	Rénovations profondes du parc existant	immobilier 26
3.1.5	Nouvelle construction	28
3.1.6	Électrification des bâtiments	28
3.2	Transport	30
3.2.1	Le champ d'application du secteur des transports	30
3.2.2	Définition de la neutralité climatique pour le secteur des transports	30
3.2.3	Émissions de GES du secteur des transports - Situation actuelle	30
3.2.4	Atteindre la neutralité climatique dans le secteur des	transports urbains 32
3.3	Déchets	36
3.4	Processus industriels et utilisation des produits	37
3.5	Agriculture, sylviculture et autres utilisations des sols	38
3.6	Le rôle de l'économie circulaire	38
4	Le rôle de la production locale d'énergie et des sources d'énergie renouvelables (côté offre)	40
4.1	Production locale d'énergie renouvelable	40
4.2	Électricité	42
4.2.1	Comment prendre en compte l'électricité produite localement dans les inventaires de GES de Mission Cities ?	43
4.3	Options en matière de technologies renouvelables	45
4.3.1	Photovoltaïque	45
4.3.2	Solaire thermique	46
4.3.3	Wind	46
4.3.4	Mini-Hydroélectrique	46
4.3.5	Chauffage à la biomasse (point d'utilisation)	47
4.4	Chauffage et refroidissement urbains (DHC)	47
4.4.1	Options technologiques de chauffage et de refroidissement urbains	48
5	Transformer les secteurs pour réduire les émissions	49
5.1	Utilisation des sols et aménagement du territoire	50
5.2	Bâtiments et transports dans les systèmes énergétiques urbains	51
6	Mieux relier l'offre et la demande grâce à l'intégration des systèmes	51
7	Le rôle des solutions intelligentes et numériques	53
7.1	Introduction	53
7.2	Les avantages de la numérisation pour les villes à faibles émissions de carbone	53
7.2.1	Améliorer la prise de décision fondée sur des preuves	54
7.2.2	Faire progresser la R&I et l'économie numérique	54
7.2.3	Des données pour l'engagement des citoyens	55

7.3	Mesures visant à permettre et à encourager la numérisation pour la transition verte	56
7.3.1	Mise en place d'une infrastructure (de données) intelligente et de solutions intégrées	56
7.3.2	Mesures d'ordre politique	57
7.4	Financement des solutions pour la ville intelligente	57
7.5	Utilisation des données et financement des solutions Smart City	58
7.6	Exemple de réalisation - marchés publics d'innovation (TIC)	59
7.7	Les défis à relever par les villes	60
7.8	Des laboratoires vivants dans les villes intelligentes	61
7.8.1	Tester des solutions intégrées de villes intelligentes dans des situations réelles	61
7.8.2	Approche multipartite et engagement des citoyens	61
8	Les citoyens, moteurs essentiels de la transition	63
8.1	L'engagement des citoyens dans les transitions : Co-créez la ville	63
8.1.1	Pourquoi l'engagement des citoyens dans la co-création de la ville est une condition de réussite	63
8.1.2	L'engagement des citoyens : quelques notions de base	64
8.1.3	Planifier l'engagement des citoyens	65
8.2	L'innovation sociale au service de transitions équitables	67
8.2.1	Le rôle de l'innovation sociale	68
8.2.2	Participation et appropriation par la communauté	68
8.3	Coopérer pour la transition énergétique urbaine : aperçu de l'économie comportementale	69
8.4	Comment faire en sorte que la transition profite à chaque citoyen ?	71
8.4.1	Que peuvent faire les villes pour assurer une transition équitable ?	71
8.4.2	Anticiper les co-bénéfices et les compromis : qualité de l'air, chaleur urbaine et résilience climatique	72
9	Et qui va payer pour tout cela ?	75
9.1	Comprendre la planification et la préparation à l'investissement	76
9.2	S'engager auprès des investisseurs et des citoyens dans le cadre d'un partenariat commun	79
9.3	Produits, instruments et mécanismes financiers liant l'investissement à l'action climatique	81
9.4	Mécanismes non financiers qui catalysent l'investissement climatique	84
10	Résumé - rejoignez la Mission pour devenir climatiquement neutre d'ici 2030	86
	Références	87
	Liste d'abréviations et de définitions	100
	Liste des boîtes	102
	Liste des chiffres	103
	Liste des tableaux	104
	Annexes	105
	Annexe 1. Orientations et outils pour les villes	105
	Annexe 2. Glossaire	123

PARTIE I - COMPRENDRE LA MISSION DE LA VILLE

Guide pour aider les villes à se préparer à l'appel à manifestation d'intérêt

1 La mission des villes neutres sur le plan climatique et des villes intelligentes

1.1 Introduction

Les villes jouent un rôle central dans la réalisation de la neutralité climatique. Elles ne représentent que 4 % de la superficie de l'UE, mais abritent 75 % des citoyens européens. Ce chiffre devrait passer à 85 % d'ici à 2050. À l'échelle mondiale, les villes représentent plus de 65 % de la consommation d'énergie et plus de 70 % des émissions de CO₂.

Les objectifs du "Green Deal" européen - réduire les émissions de 55 % d'ici à 2030 et devenir le premier continent neutre sur le plan climatique d'ici à 2050 - seront impossibles à atteindre sans des villes à l'avant-garde des efforts concertés. Et de nombreuses villes européennes accomplissent déjà un travail fantastique en faveur de la neutralité climatique. Un certain nombre de villes se sont engagées à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre (GES). Pourtant, seule une poignée de villes ont jusqu'à présent adopté un objectif de neutralité climatique d'ici 2030.

La mission sur les villes neutres en carbone et intelligentes (la "mission villes") mobilisera les autorités locales, les citoyens, les entreprises, les investisseurs ainsi que les autorités régionales et nationales pour atteindre deux objectifs :

- 1) Mettre en place au moins 100 villes intelligentes et climatiquement neutres d'ici à 2030,
- 2) Veiller à ce que ces villes servent de pôles d'expérimentation et d'innovation pour permettre à toutes les villes européennes de suivre le mouvement d'ici 2050.

Les villes ont déjà accès à un large éventail de programmes aux niveaux régional, national, européen et mondial. La valeur ajoutée de la Mission des villes est qu'elle adopte une approche intersectorielle et axée sur la demande, créant des synergies entre les initiatives existantes. Elle fonde toutes ses activités sur les besoins réels des villes pour atteindre les objectifs de la mission.

La Mission Villes fait partie de l'initiative des Missions de l'UE - l'une des principales nouveautés du programme Horizon Europe. Ancrées dans la recherche et l'innovation (R&I), les missions visent à relever les défis sociétaux et à impliquer étroitement les citoyens dans ce travail. Horizon Europe investira environ 360 millions d'euros dans des actions de recherche et d'innovation liées à la Mission Villes (par exemple, dans les domaines de la mobilité, de l'énergie, de l'urbanisme) uniquement au cours de la période 2021-23. Certains appels à propositions sont déjà ouverts sur le portail Financement et appels d'offres de la Commission et un premier programme de travail complet y sera publié d'ici la fin de l'année.

La Mission Villes aura pour élément central les "Contrats Climat Ville". Chaque ville participante élaborera et mettra en œuvre un tel contrat. Bien qu'ils ne soient pas juridiquement contraignants, ces contrats constitueront un engagement politique clair et très visible, non seulement vis-à-vis de la Commission et des autorités nationales et régionales, mais aussi vis-à-vis de leurs citoyens. Ils définiront des plans pour que la ville atteigne la neutralité climatique d'ici 2030 et comprendront un plan d'investissement. Les contrats "ville climatique" seront élaborés conjointement avec les parties prenantes locales et les citoyens, avec l'aide d'une plateforme de mission. La plateforme de la mission fournira l'assistance technique, réglementaire et financière nécessaire aux villes.

Pour atteindre l'objectif de neutralité climatique de la Mission Villes, un large éventail de financements et d'instruments de financement provenant de sources privées et publiques sera nécessaire. En plus de l'accès aux fonds de l'UE, le cas échéant, la Mission Villes aidera les villes à élaborer un plan d'investissement dans le cadre du processus contractuel, et en particulier à trouver un accès à la communauté financière au sens large, notamment par le biais du programme InvestEU, du groupe de la Banque européenne d'investissement, des banques de promotion nationales et d'autres marchés de capitaux privés. La disponibilité de financements privés pour les investissements verts jouera un rôle essentiel. Le programme de

financement durable de l'UE offre de nouvelles possibilités à cet égard, notamment la possibilité pour les citoyens de contribuer directement au financement de projets durables ayant un impact positif sur leur environnement local.

Il est important de souligner que la Mission Villes ne vise pas seulement à accélérer le cheminement des villes les plus avancées vers la neutralité climatique. Elle vise également à assurer un équilibre géographique et à être inclusive dans le sens où elle implique des villes qui ne font que commencer leur transition vers la neutralité climatique. Pour une Europe climatiquement neutre d'ici 2050, des efforts importants seront nécessaires de la part de toutes les villes, quel que soit leur niveau de préparation.

Toutes les villes qui souhaitent participer à la mission seront invitées à répondre à un appel à manifestation d'intérêt (EOI), qui sera lancé en novembre 2021 (voir section 2.1 ci-dessous).

Ce document est destiné à fournir aux villes toutes les informations pratiques dont elles ont besoin avant la publication de cet appel à manifestation d'intérêt. La partie I du document décrit les conditions d'éligibilité, le processus de sélection, le fonctionnement des différents éléments constitutifs de la mission ainsi que les obligations et les avantages liés à la participation à la mission. La partie II décrit les voies vers la neutralité climatique, en exposant en détail où et comment les villes peuvent agir dans différents secteurs.

L'appel à manifestation d'intérêt, qui consistera en un questionnaire en ligne à remplir par la ville intéressée, contiendra des indications spécifiques sur ce qui est attendu en réponse à chaque question.

Des informations plus détaillées peuvent être trouvées dans le Plan de mise en œuvre de la Mission Villes, disponible sur le site web de la Mission Villes : <http://ec.europa.eu/mission-cities>. Sur ce site, il y a aussi un document "Questions et réponses" avec les réponses aux questions posées par les participants d'un webinaire pour les villes, organisé à l'occasion du lancement de la Mission Villes.

1.2 Les principaux éléments constitutifs de la mission Cities

Le point central pour les villes cherchant à devenir climatiquement neutres d'ici 2030 dans le cadre de la mission "villes" sera le **contrat "ville climatique"**, et la phase initiale de travail de la mission sera centrée sur l'aide aux villes sélectionnées pour élaborer ces contrats. Le contrat "ville climatique" sera non contraignant, sous la forme d'un protocole d'accord signé par le maire ou le représentant politique de la ville et attesté par la Commission. L'utilisation du mot "contrat" vise à indiquer un engagement politique clair de la part de la ville envers ses citoyens ainsi qu'envers la Commission et les autorités nationales et régionales. Le contrat englobera une série d'activités, notamment la mise en place de démonstrateurs de R&I de l'UE à grande échelle, l'établissement de modèles innovants pour la gouvernance des villes et l'engagement des citoyens, ainsi qu'un plan d'investissement.

Une **plateforme de mission** sera la principale base initiale pour soutenir les villes dans la transition vers la neutralité climatique, intégrant un soutien innovant pour les villes lorsqu'elles commencent à développer des contrats de ville climatique. La plateforme proposera une série d'activités de soutien aux villes, notamment un guichet pour les démonstrateurs à grande échelle, un soutien pour l'élaboration de plans d'investissement sur mesure, des modèles de gouvernance urbaine innovants et l'engagement des citoyens, ainsi qu'un cadre commun pour le suivi, le rapportage et la vérification. Le soutien au plan comprendra le recours à des services de conseil financier et technique pour accéder aux fonds et financements publics et privés. La Mission collaborera étroitement avec le groupe de la Banque européenne d'investissement et les banques de promotion nationales, ainsi qu'avec les investisseurs privés. La plateforme de la Mission soutiendra également les villes par des activités de mise en réseau et de jumelage.

Les villes climatiquement neutres devront être en mesure d'accéder à d'autres programmes de financement de l'UE, d'autant plus que les villes seront invitées à tirer parti des possibilités de créer des synergies cumulatives et complémentaires avec d'autres projets de l'UE. Un **label "Mission"** sera attribué aux villes sélectionnées qui ont signé un contrat "ville climatique", reconnaissant la qualité et la faisabilité de leurs engagements dans le cadre de ce contrat. Ce label facilitera la création d'opportunités de financement ciblées dans les programmes de financement de l'UE en faisant explicitement référence au label dans leurs procédures d'attribution (appels à propositions, prix, etc.). Par exemple, cela pourrait donner aux villes participant à la Mission des "points" supplémentaires dans les critères d'attribution dans le cadre du processus d'évaluation. Le label Mission offrira également aux régions et aux États membres (ainsi qu'à d'autres acteurs publics) la possibilité de soutenir des activités très visibles en matière de neutralité climatique afin de contribuer à la poursuite de leurs efforts globaux pour atteindre les objectifs européens en matière de "Green Deal".

Les villes participant à la mission des villes exploreront également des **méthodes de gouvernance innovantes**. Elles devraient inclure la participation des principales parties prenantes locales, telles que les plateformes de la société civile, afin d'engager les citoyens et de les impliquer activement dans l'élaboration, la mise en œuvre et le suivi des progrès des contrats "ville climat". L'objectif est de réduire la "mentalité de silo" qui entraîne la fragmentation et de renforcer l'inclusion, la confiance et la légitimité des actions

nécessaires. En reliant notamment les actions locales en faveur de la neutralité climatique à certains de leurs co-bénéfices, tels que l'amélioration de la qualité de l'air, la réduction des factures d'énergie et la sécurité routière, cela devrait également contribuer à développer l'"appropriation" de l'objectif global de neutralité climatique et ainsi induire un engagement local plus fort et un changement de comportement, par exemple en matière de mobilité. Ces innovations sociales locales contribueront à leur tour à l'important processus d'obtention d'une "adhésion" suffisante au niveau local, régional, national et européen, tant pour la préparation que pour la mise en œuvre des contrats "ville climat".

Les autorités nationales, régionales et locales devront être pleinement impliquées dans la co-création et la mise en œuvre des contrats "ville climatique". Un **réseau dédié de contacts nationaux** sera mis en place pour préparer la transition des villes vers la neutralité climatique dans leurs pays respectifs.

1.3 Le rôle de la recherche et de l'innovation

Pour parvenir à une neutralité climatique accélérée, les collectivités locales, les universités, le secteur privé et les organisations de la société civile doivent former des partenariats cohérents, car aucune pièce du puzzle, aussi innovante ou efficace soit-elle, ne peut à elle seule accomplir tous les changements transformationnels. Dans ce contexte, la R&I est un outil social et technique transversal permettant une transformation profonde et un catalyseur pour une réflexion globale.

Il est donc essentiel que les villes puissent combler le fossé entre l'ambition et la mise en œuvre en puisant non seulement dans le réservoir de solutions de R&I existantes, mais aussi en pilotant des solutions émergentes.

Grâce à la mission dans son ensemble, les villes pourront participer à des projets pilotes de recherche et d'innovation et s'inspirer des efforts de R&I en cours. L'objectif global est de :

- garantir un accès intelligent et personnalisé aux meilleures recherches, compétences, outils et technologies disponibles ;
- et aider à s'engager profondément auprès des citoyens et des parties prenantes essentielles et à appliquer les principes et méthodes de l'innovation systémique pour identifier et supprimer les obstacles à la transformation, établir des partenariats pour une collaboration à long terme et favoriser la coproduction de connaissances.

Dans le cadre de la mission, des projets pilotes de R&I à grande échelle seront lancés afin de servir de démonstrateurs pour le déploiement de la R&I et d'autres solutions prêtes à l'emploi dans des villes et des districts européens de premier plan. Les pilotes testeront et mettront en œuvre des approches innovantes pour une décarbonisation rapide, en travaillant au-delà des domaines thématiques et des silos fonctionnels pour soutenir la transformation des systèmes. Les projets pilotes viseront tous les systèmes urbains, notamment la mobilité, les systèmes énergétiques et l'environnement bâti, les flux de matériaux et de ressources, les espaces naturels, les systèmes culturels/sociaux/financiers/institutionnels et les espaces publics accessibles. Les projets pilotes pourront être étendus et reproduits dans d'autres villes participant à la mission afin de permettre à toutes les villes européennes de devenir climatiquement neutres d'ici 2050. Ces projets pilotes illustreront également un large éventail de co-bénéfices sociaux, environnementaux et économiques, tels que l'air pur et la réduction des embouteillages, qui sont souvent plus directement pertinents pour les citoyens.

Les exemples d'actions de R&I planifiées incluent, mais ne sont pas limités à :

- Des **projets de démonstration à grande échelle** pour prouver, dans un environnement réel, la faisabilité et le rapport coût-efficacité de zones urbaines ou de groupes de bâtiments connectés, efficaces et flexibles sur le plan énergétique, totalement intégrés dans le contexte urbain à tous les niveaux - les "quartiers à énergie positive" (PED) - qui produisent des émissions nettes de GES nulles et gèrent activement un excédent annuel de production locale ou régionale d'énergie renouvelable (y compris, par exemple, les réseaux intelligents et les synergies avec la gestion intelligente de l'eau et des déchets). Ces démonstrateurs impliqueront un grand consortium de villes afin de garantir la reproductibilité et de faciliter l'extension des solutions innovantes à un large éventail de villes ;
- **Actions d'innovation** visant à développer des connaissances, des outils, des pratiques et des systèmes d'aide à la décision de pointe pour une planification et une conception urbaines centrées sur l'homme, qui équilibrent les solutions de haute technologie, intelligentes, traditionnelles et fondées sur la nature, et qui favorisent la coordination entre différents secteurs (par exemple, les infrastructures, les transports, l'énergie, l'eau, l'environnement bâti et l'environnement) pour des politiques et des mesures intersectorielles en faveur de la durabilité urbaine, de la sécurité routière, de la résilience climatique et de la neutralité climatique ;
- **Recherche, test et expérimentation** de nouvelles formes de gouvernance à plusieurs niveaux et sans cloisonnement, de nouveaux modèles commerciaux et financiers donnant aux citoyens et aux parties prenantes le pouvoir de promouvoir des décisions et des politiques inclusives et fondées sur des données probantes, ainsi que la conception et le déploiement en collaboration de transitions transformatrices vers la durabilité urbaine et la neutralité climatique ;

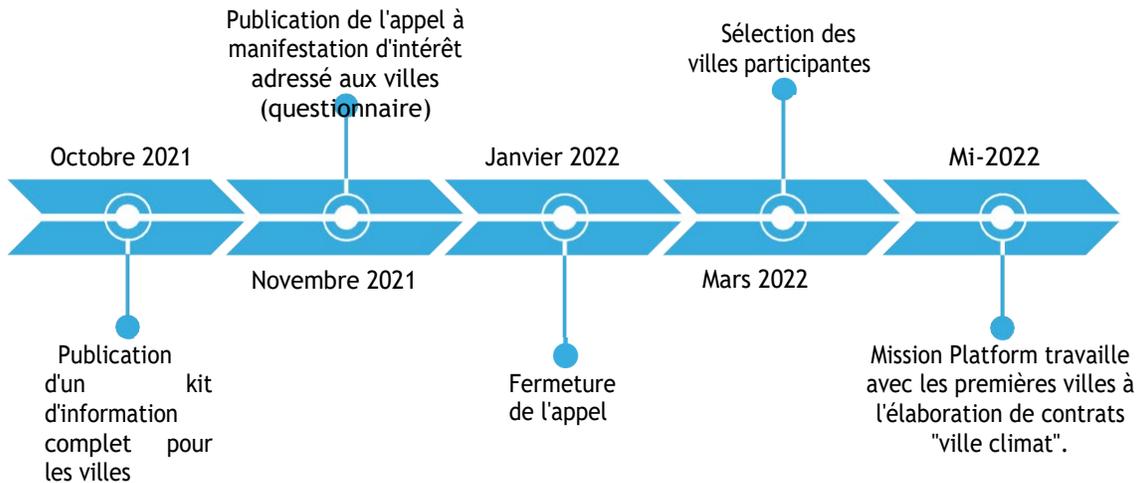
- **"Living labs"** et expérimentations locales pour libérer le potentiel d'innovation et renforcer l'utilisation des transports publics en tant qu'épine dorsale de la mobilité durable - aider à développer des alternatives viables à la possession d'un véhicule privé pour accroître l'inclusivité de la mobilité, atténuer la pauvreté en matière de mobilité, réduire la congestion et contribuer à la décarbonisation du transport urbain et de la mobilité (y compris via l'utilisation d'outils numériques et intelligents, par exemple pour la gestion du trafic) ;
- **Évaluation et expérimentation de** l'innovation sociale, de la numérisation, de l'intelligence artificielle, du big data et des technologies de l'information et des communications (TIC) pour renforcer l'efficacité et l'optimisation des processus urbains sous-jacents et servir la cocréation, la communication, la consultation publique, etc.

2 Comment ma ville peut-elle participer et quelles sont les prochaines étapes ?

2.1 Le processus expliqué brièvement

Si une ville a l'ambition de participer à la Mission Villes et de faire partie des 100 premières villes européennes climatiquement neutres, la première étape qu'elle doit entreprendre est de participer à l'**appel à manifestation d'intérêt** (EOI) qui aura lieu en novembre. Dans l'appel à manifestation d'intérêt, chaque ville devra démontrer qu'elle répond aux critères d'éligibilité en termes de nombre d'habitants (voir section 2.2.1 ci-dessous) et qu'elle s'engage à atteindre l'objectif central de la Mission, à savoir la neutralité climatique d'ici 2030 (voir section 2.2.2 ci-dessous). Les sous-chapitres suivants (Partie I du présent document, notamment la Section 2.3 ci-dessous) décrivent en détail les conditions d'éligibilité et le type d'informations que les villes sont censées présenter au moment où elles expriment leur intérêt à rejoindre la Mission.

Figure 1. Chronologie de l'expression d'intérêt et du processus de sélection



Source : Travail personnel.

Les villes sélectionnées passeront à la phase suivante, qui consistera en l'élaboration du **Contrat ville climat** (voir section 1.2 ci-dessus). La partie II de ce document donne un aperçu des différentes étapes et mesures que les villes peuvent envisager et mettre en œuvre ultérieurement dans le cadre de la Mission lors du développement et de la mise en œuvre de ces Contrats ville climat.

2.2 Plus en détail : qui peut participer ?

Deux critères d'éligibilité spécifiques sont proposés, c'est-à-dire que les villes DOIVENT remplir pour exprimer leur intérêt à rejoindre la Mission :

2.2.1 Critère d'éligibilité - taille et typologie des villes

Les villes européennes peuvent participer à la Mission Villes si elles comptent au moins 50 000 habitants. Pour les pays ayant un nombre inférieur de grandes villes, ce seuil de population est abaissé à 10 000 habitants¹. Dans le contexte de la Mission Villes, le terme ville est utilisé pour désigner une juridiction géographique infranationale ("unité administrative locale") telle qu'une ville ou une cité qui est gouvernée par un gouvernement local en tant qu'entité légale de l'administration publique, étant entendu que les institutions des gouvernements locaux peuvent varier d'un pays à l'autre et que la terminologie utilisée dans les contextes nationaux peut être différente.

¹ Plus précisément, les villes des pays comptant moins de 5 villes de plus de 100 000 habitants peuvent manifester leur intérêt

si elles comptent plus de 10 000 habitants. Ces pays sont : Croatie (HR), Chypre (CY), Estonie (EE), Irlande (IE), Lettonie (LV), Lituanie (LT), Luxembourg (LU), Malte (MT), Slovénie (SI) et Slovaquie (SK).

Encadré 1. Quelles villes peuvent manifester leur intérêt ?

Les entités pourront exprimer leur intérêt à participer à la Mission Villes si leurs autorités locales ou leurs représentants mandatés représentent une ville définie comme une unité administrative locale (UAL), une "grande ville" ou une région métropolitaine. Les entités de plus de 50 000 habitants sont éligibles. ²

Toutefois, afin de maximiser l'impact en termes de réduction globale des GES, nous souhaitons encourager les manifestations d'intérêt en particulier de la part des villes dont la majorité de la population vit dans un centre urbain d'au moins 100 000 habitants.

Par défaut, la ville participante engagerait l'ensemble de la ville ou de l'entité à devenir climatiquement neutre. Toutefois, lorsque cela est dûment justifié, la ville peut proposer d'exclure un ou plusieurs quartier(s)³ de l'échéance de 2030, mais dans ce cas, elle doit s'engager à adopter une stratégie de neutralité climatique pour ces quartiers dès que possible, et bien sûr au plus tard en 2050.

En outre, afin d'assurer une inclusion maximale, pour les entités provenant d'États membres comptant cinq villes ou moins de plus de 100 000 habitants, un seuil inférieur de 10 000 habitants sera appliqué.

Source : [Plan de mise en œuvre de la mission](#)

L'inclusion est un principe central suivi par la Mission des Villes. La Mission souhaite intégrer dans son champ d'action des villes de tailles différentes et de tous les coins d'Europe. Plus précisément, l'intention de la Mission est d'avoir au moins une ville de chaque État membre. Par conséquent, l'approche de sélection comprendra également des critères basés sur l'inclusivité (villes de tailles et de typologies différentes) et l'équilibre géographique (villes de tous les États membres et de toutes les zones climatiques).

Les grandes villes sont particulièrement encouragées à rejoindre la mission en raison de leur impact potentiel important sur la réduction des émissions. Les regroupements de villes de plus petite taille ne sont généralement pas encouragés. Pour que leur participation soit néanmoins envisagée, ces villes devront être géographiquement contiguës et démontrer qu'elles peuvent effectivement agir de manière coordonnée, avec une seule entité de coordination ayant autorité pour prendre des décisions et des engagements pour l'ensemble du groupement. Dans tous les cas, il est important que l'entité participant à la manifestation d'intérêt ait une personnalité juridique et les compétences nécessaires pour engager le territoire en question dans la mission des villes.

Les villes des pays ayant des accords d'association avec Horizon Europe peuvent participer à la mission et seront éligibles pour un financement dans le cadre des programmes d'Horizon Europe.

2.2.2 Critère d'éligibilité - ambition

Le deuxième critère d'éligibilité est lié à l'objectif principal de la Mission Villes. Les villes de la Mission doivent clairement exprimer leur ambition de devenir climatiquement neutres au cours de cette décennie, c'est-à-dire d'atteindre des émissions nettes de GES nulles d'ici 2030. Une définition détaillée de la façon dont la neutralité climatique est comprise dans le contexte de la Mission se trouve dans la section 3 ci-dessous.

En principe, cette ambition s'applique à l'ensemble de la ville, c'est-à-dire qu'une ville exprimant son intérêt à rejoindre la Mission engagerait l'ensemble de la ville à devenir climatiquement neutre. Toutefois, lorsque cela est dûment justifié, la ville peut proposer d'exclure un ou plusieurs quartiers de l'échéance de 2030. Conformément à la possibilité d'exclure des quartiers (voir encadré 1 ci-dessus), une ville peut proposer d'exclure de l'objectif 2030 des sources d'émission spécifiques ou des zones d'intérêt particulier (par exemple un port), s'il existe des raisons impérieuses et dûment justifiées. Dans ce contexte, la source d'émission fait référence à une source d'émission ponctuelle, comme un site ou une usine spécifique. Cela peut être le cas s'il n'est pas viable financièrement ou techniquement d'éliminer totalement les émissions d'ici 2030 ou si la zone ne relève pas de la compétence de la ville. Si la ville propose d'exclure des sources d'émissions spécifiques d'ici 2030, elle doit néanmoins s'engager et définir une stratégie pour atteindre la neutralité climatique en incluant ces sources dès que possible.

2.3 Quels autres éléments seront évalués ?

La diversité est un autre principe central suivi par la Mission Villes. La mission cherche à s'assurer que nous disposons d'un groupe de villes très diversifié et souhaite intégrer des villes ayant des points de départ très différents en termes de neutralité climatique. C'est pourquoi l'approche de sélection comprendra également des critères basés sur la diversité (les villes qui commencent à atteindre la neutralité climatique).

- ² Les zones urbaines fonctionnelles (FUA) peuvent être prises en compte le cas échéant.
- ³ Dans ce contexte, les districts seront considérés comme des quartiers ou des zones d'intérêt particulier d'une ville, administrés ou régis par un type de "conseil de district".

de la transition à partir de différents niveaux de préparation et avec différents efforts et voies de décarbonisation), l'impact et la valeur ajoutée de la mission.

Outre la démonstration qu'une ville répond aux critères d'éligibilité en termes de taille et d'ambition, l'appel à manifestation d'intérêt doit donc être compris comme une opportunité pour les villes de fournir un reflet précis de leur situation actuelle. La Mission ne vise pas seulement à accélérer le parcours des villes les plus avancées, mais sera inclusive et impliquera des villes qui commencent tout juste leur transition vers la neutralité climatique. Les villes ne doivent pas être découragées si elles ne peuvent pas fournir certaines des informations demandées dans l'appel à manifestation d'intérêt, bien au contraire. Des circonstances plus difficiles, comme des niveaux élevés d'émissions actuelles ou des obstacles existants, ne limitent pas les chances d'une ville de faire partie des 100 premières villes. Au cours de la deuxième phase, les "Mission Cities" recevront un soutien spécifique en fonction de leurs besoins, sous la forme de conseils techniques, réglementaires et financiers sur mesure, en fonction de leur situation de départ individuelle.

Il s'agit d'un point important car le deuxième objectif principal de la mission est de préparer la voie pour que toutes les villes soient climatiquement neutres d'ici 2050. Nous voulons donc inclure des villes ayant des points de départ divers, avec différents niveaux de préparation à la neutralité climatique.

Dans le cadre de leur déclaration d'intérêt, les villes auront la possibilité de

- démontrer leur haut niveau d'ambition et leur engagement politique fort en faveur de la neutralité climatique
- présenter leur point de départ pour s'engager dans la transition vers la neutralité climatique, notamment
 - leurs niveaux actuels d'émissions et l'effort de décarbonisation requis dans les différents secteurs,
 - leur niveau de préparation, y compris les plans et politiques existants, les objectifs, les structures de gouvernance et la capacité administrative
- décrire leur engagement à faire participer les citoyens et les autres parties prenantes à la planification et à la mise en œuvre de leurs plans de neutralité climatique

Le questionnaire auquel les villes doivent répondre, pour exprimer leur intérêt à rejoindre la Mission, couvrira les éléments décrits dans le **tableau 1** ci-dessous, avec pour objectif principal de recueillir des informations pertinentes pour les prochaines phases de mise en œuvre de la Mission, y compris les services à fournir par le biais de la plate-forme de la Mission (voir la section 1.2 ci-dessus et la section 2.4 ci-dessous).

Les notes du tableau 1 ci-dessous ont pour but de donner une première orientation sur le type de questions qui seront couvertes dans l'appel à manifestation d'intérêt. Aucune des catégories ci-dessous ne doit être considérée comme un critère de qualification - ou d'exclusion. Il est important de souligner que l'appel à manifestation d'intérêt vise à recueillir autant d'informations que possible sur les villes afin de garantir la diversité des villes participantes.

Tableau 1. Éléments indicatifs de l'appel à manifestation d'intérêt

Groupe indicatif de questions	Informations à fournir par les villes exprimant leur intérêt
Critères d'éligibilité	

Groupe indicatif de questions	Informations à fournir par les villes exprimant leur intérêt
Critères d'éligibilité et informations sur la ville manifestant son intérêt	<p>Au début du questionnaire, il est demandé aux villes de confirmer leur engagement à rejoindre la Mission Villes avec l'ambition d'atteindre la neutralité climatique (telle que définie pour la Mission Villes, voir section 3 ci-dessous) d'ici 2030. Cet engagement doit être soutenu par une résolution du Conseil, une lettre du maire ou un document officiel similaire.</p> <p>Outre la collecte des informations administratives pertinentes, telles que la localisation et le nombre d'habitants, le questionnaire permettra aux villes de décrire et de justifier, le cas échéant, toute exclusion proposée de l'objectif de neutralité climatique d'ici 2030. Il pourrait s'agir, comme indiqué à la section 2.2.1, de l'exclusion de districts ou de sources d'émissions spécifiques,</p> <p>Les villes peuvent également expliquer ici pourquoi elles proposent d'inclure une zone urbaine fonctionnelle plus vaste, le cas échéant.</p> <p>Si la manifestation d'intérêt est faite au nom d'un groupe d'entités, des informations sur la composition du groupe et l'entité coordinatrice du groupe doivent être fournies.</p>
Autres éléments de la manifestation d'intérêt	
L'objectif de neutralité climatique et la vision de la réduction de l'écart à zéro d'ici 2030	<p>Au moment où elles expriment leur intérêt pour la mission, les villes ne sont pas censées avoir entièrement défini leurs plans pour atteindre la neutralité climatique d'ici 2030. Certaines villes auront déjà une vision claire de la situation. D'autres ne sont peut-être pas aussi avancées dans leur planification de la neutralité climatique. Comme indiqué ci-dessus (voir les sections 1.2 et 2.1), ces détails seront précisés lors de l'élaboration du contrat "Ville climatique" au cours de la prochaine phase.</p> <p>Cette section donne toutefois aux villes l'occasion de confirmer qu'elles comprennent et sont alignées sur le champ d'application de la mission et le niveau d'ambition requis, et d'exposer leur vision sur la façon dont elles peuvent accélérer et combler l'écart pour être climatiquement neutres en 2030. Les villes sont encouragées à inclure dans cette section des aspects qui vont au-delà des aspects sectoriels ou technologiques, et à exposer leur réflexion initiale sur des éléments tels que la gouvernance (voir ci-dessous, partenariats et engagement des citoyens), la numérisation, l'intégration des systèmes, les impacts et les co-bénéfices.</p> <p>Outre la vision globale, les villes ont également la possibilité de définir les principales orientations en matière d'élimination des émissions dans tous les secteurs couverts par la mission.</p>
Niveau actuel d'émissions	<p>Cette section recueille des informations auprès des villes sur leur niveau actuel d'émissions de GES. Là encore, il ne s'agit pas d'un critère d'exclusion. Les villes ne sont pas censées avoir réalisé à ce stade un inventaire complet de leurs émissions de GES pour tous les secteurs et domaines couverts par la Mission des villes (voir la section 3 ci-dessous, ainsi que la section 2.4 de la partie II du présent document), mais elles sont encouragées à partager les informations qui ont été recueillies par le passé (quelles que soient les méthodes utilisées) comme une approximation de leur niveau actuel d'émissions et de l'effort de réduction des émissions de GES requis. Lorsqu'elles sont disponibles, les villes sont invitées à fournir une estimation de leurs émissions annuelles de GES globales et sectorielles.</p> <p>La méthodologie appliquée pour évaluer les émissions de GES, ainsi que les études ou autres documents étayant l'évaluation, peuvent être présentés.</p>

Groupe indicatif de questions	Informations à fournir par les villes manifestant leur intérêt
Initiatives et plans existants	<p>Dans cette section, les villes sont invitées à présenter leurs performances passées en matière d'action climatique et les villes ont la possibilité de décrire tout objectif officiel déjà en place, c'est-à-dire la trajectoire actuellement envisagée par la ville avant de rejoindre la Mission. Encore une fois, il ne s'agit pas d'un critère de qualification - ou d'exclusion. Les questions permettent aux villes de fournir des détails sur les initiatives passées et actuelles concernant la réduction des émissions de GES et sur leur expérience en matière de conception et de mise en œuvre de stratégies d'atténuation, ainsi que de suivi de leurs progrès.</p> <p>Il s'agit de stratégies ou de plans intersectoriels et sectoriels d'atténuation du changement climatique et de réduction des émissions de gaz à effet de serre déjà adoptés par les villes, ce qui devrait permettre d'avoir une vue d'ensemble de l'évolution des villes en termes de réduction des émissions d'ici 2030.</p> <p>En outre, cette série de questions permet de recueillir des informations sur le degré d'implication dans d'autres initiatives pertinentes aux niveaux européen, national ou local.</p>
Politiques clés actuelles	<p>Dans cette section, les villes répondront à des questions sur leurs politiques actuelles, par exemple en matière d'énergie, de transport, de gestion des déchets et des eaux usées, donnant ainsi une image plus détaillée de leur point de départ dans les secteurs les plus pertinents pour l'action climatique urbaine.</p> <p>Les villes fourniront des informations sur la part de l'énergie consommée dans la ville qui est actuellement couverte par des sources d'énergie renouvelables (SER) et sur la quantité d'énergie produite à partir de SER dans les limites de la ville.</p> <p>Une autre série de questions porte sur l'expérience des villes et leur état de préparation à la mise en œuvre de stratégies de numérisation et d'autres solutions pour les villes intelligentes. Le cas échéant, les villes peuvent décrire les approches d'innovation ouverte et les stratégies d'approvisionnement en innovation qu'elles ont utilisées.</p>
Partenariats et engagement des citoyens	<p>Les questions de cette section explorent les partenariats mis en place par les villes et la manière dont ils permettent d'atteindre l'objectif de neutralité climatique d'ici 2030. Les villes sont invitées à décrire comment elles collaborent avec d'autres niveaux de gouvernement et le secteur privé pour faire avancer le développement et la mise en œuvre de leurs politiques climatiques.</p> <p>Il est particulièrement important d'entendre les plans, s'ils sont déjà en place, pour faire participer les citoyens à la conception et à la mise en œuvre des politiques climatiques.</p> <p>Les villes sont en outre invitées à décrire comment elles collaborent et partagent leur expérience au-delà des frontières municipales et nationales.</p>
Besoins et stratégie d'investissement	<p>Les villes qui expriment leur intérêt à rejoindre la Mission ne sont en aucun cas censées avoir un plan d'investissement prêt au moment où elles rejoignent la Mission. Comme indiqué ci-dessus (voir section 1.2), les plans d'investissement feront partie intégrante des contrats "Ville climatique" qui seront élaborés lors de la prochaine phase.</p> <p>Les questions de cette section examinent où en sont les villes dans l'estimation de leurs besoins d'investissement et encouragent les villes participantes à réfléchir à leur état de préparation à l'investissement en examinant l'expérience passée et les services de conseil actuellement disponibles.</p>

Groupe indicatif de questions	Informations à fournir par les villes manifestant leur intérêt
Gouvernance et capacités de l'administration	<p>Dans cette section, les villes peuvent décrire comment l'agenda climatique et plus particulièrement les actions visant à atteindre la neutralité climatique sont traitées au sein de leur administration, en décrivant les structures en place ou prévues et les ressources humaines allouées ou prévues pour la prochaine phase.</p> <p>Les villes sont ensuite invitées à décrire les systèmes qu'elles ont mis en place pour collecter les données pertinentes et assurer un suivi efficace des émissions de GES et un compte rendu de l'action climatique.</p>
Synergies/aspects horizontaux	<p>Dans cette section, les villes sont invitées à réfléchir aux synergies et aux compromis potentiels dans des domaines spécifiques liés au champ d'application de la mission des villes, notamment la pollution de l'air et la pauvreté énergétique, et à indiquer si et comment ces questions sont actuellement traitées.</p>
Obstacles, risques et besoins d'assistance	<p>Dans le dernier bloc de questions, les villes sont encouragées à réfléchir aux obstacles, risques et défis critiques auxquels elles sont confrontées pour atteindre la neutralité climatique d'ici 2030.</p> <p>Les villes pourront exposer dans cette section le type et l'étendue de l'aide dont elles auront probablement besoin pour élaborer et mettre en œuvre leurs plans.</p> <p>Encore une fois, les informations présentées ici ne constituent pas un critère de qualification - ou d'exclusion - mais elles seront pertinentes à la fois pour les efforts de la ville dans les prochaines phases de mise en œuvre vers la neutralité climatique mais aussi pour la Mission dans son ensemble, et les services qui seront fournis par la Plateforme de la Mission.</p>

2.4 Quels sont les avantages de devenir une ville de mission ?

De nombreuses villes et organisations urbaines déclarent que, bien qu'elles souhaitent aller plus loin et plus vite sur la voie de la neutralité climatique, elles se heurtent à des obstacles pour générer les capacités et les moyens opérationnels nécessaires, financer les coûts initiaux et développer un soutien politique tant auprès de leurs électeurs que de leurs gouvernements.

Dans ce contexte, l'adoption de l'objectif de neutralité climatique d'ici 2030 dans le cadre de la Mission présente des avantages spécifiques. Alors que les programmes existants pour les villes sont souvent de type descendant et/ou sont souvent basés sur la technologie ou axés uniquement sur des secteurs spécifiques, la Mission part du point de vue de la ville et adopte une approche ascendante, axée sur la demande. La mission aidera les villes à utiliser au mieux les programmes existants, à développer et à tirer parti des complémentarités et des synergies intersectorielles, à adopter et à développer des solutions de recherche et d'innovation et à trouver des moyens de surmonter les obstacles réglementaires.

En particulier, les principaux avantages de faire partie des villes qui rejoignent la Mission et s'engagent pleinement à atteindre l'objectif de neutralité climatique d'ici à 2030 et le processus du Contrat ville climat sont les suivants :

- Des conseils et une assistance sur mesure de la Plate-forme Mission

La plateforme de la mission travaillera avec chaque ville participante et lui fournira des conseils techniques, réglementaires et financiers. La plateforme aidera les villes à élaborer puis à mettre en œuvre leur contrat "ville climatique". Le contrat "ville climatique" définira les plans définitifs de la ville pour atteindre la neutralité climatique d'ici 2030 et signalera l'engagement ferme de la ville à intégrer ces plans dans ses processus globaux de planification urbaine. Le contrat comprendra un plan d'investissement pour développer et déployer des solutions innovantes afin de respecter les engagements.

- Débloquer des possibilités de financement supplémentaires grâce à un label de la mission.

Les villes participant à la Mission, après avoir finalisé leur Contrat ville climat, se verront attribuer un "label Mission" qui reconnaîtra la qualité et la faisabilité de leurs engagements. Ce label aura pour but

d'offrir des possibilités de financement supplémentaires par le biais d'autres programmes de l'UE (au-delà d'Horizon Europe) et de faciliter l'accès au financement, par l'intermédiaire de la Banque européenne d'investissement, des banques nationales de promotion, mais aussi de la Commission européenne.

les investisseurs privés qui cherchent à investir dans des projets vérifiés de neutralité climatique. La mission travaillera également avec les États membres pour développer d'autres opportunités d'utiliser le label également au niveau national et régional pour obtenir des ressources supplémentaires.

— Recherche et innovation

Le programme de travail de la mission Horizon Europe offrira aux villes de nombreuses possibilités de financement pour participer à de grandes actions d'innovation, des projets pilotes et des démonstrateurs. D'autres parties du programme Horizon Europe y contribueront également, par exemple par des appels conjoints. La plateforme de la mission offrira également des possibilités de projets pilotes de R&I ciblés s'adressant directement aux villes par le biais d'appels à propositions ouverts visant à tester et à mettre en œuvre des approches innovantes en matière de décarbonisation rapide, en travaillant dans plusieurs domaines thématiques et en abordant tous les systèmes urbains (y compris la mobilité, les systèmes énergétiques et l'environnement bâti, les flux de matériaux et de ressources, les zones naturelles, les systèmes culturels/sociaux/financiers/institutionnels et les espaces publics accessibles).

— Soutien par le biais d'un réseau national de coordination

Un réseau national, rassemblant des représentants des différentes parties des administrations des États membres, ainsi que des autorités régionales et locales, offrira de nouvelles possibilités de coordination et d'échange, tant au sein du pays qu'avec d'autres États membres, afin de discuter de la manière de travailler ensemble, sur la base des meilleures pratiques, et de relever les défis communs. Un réseau national de coordination sera mis en place et travaillera en étroite collaboration avec la Commission européenne et la plate-forme de la mission pour s'assurer que l'approche horizontale de la mission se traduit par une coopération concrète entre les secteurs à tous les niveaux. Les tâches particulières du réseau seront d'impliquer les programmes de financement nationaux et d'examiner comment le cadre réglementaire national peut permettre aux villes de prendre les mesures nécessaires pour devenir climatiquement neutres.

— Possibilités de mise en réseau, d'apprentissage et d'échange d'expériences entre les villes.

Grâce à la plateforme de la mission, les villes pourront interagir et bénéficier de la mise en réseau et de la mise en relation des villes et des praticiens, afin de stimuler l'apprentissage mutuel entre les villes et de faciliter l'échange de connaissances entre les villes de la mission et un groupe plus large de villes jumelées en Europe et au-delà.

— Grande visibilité - profil politique élevé, attrait pour les investissements et les travailleurs qualifiés.

Les 100 premières villes à viser la neutralité climatique d'ici à 2030 bénéficieront d'une grande visibilité politique, notamment dans le contexte du "Green Deal" européen et de l'effort global de l'UE pour réduire les émissions de GES de 55 % d'ici à 2020. La participation à la mission permettra aux villes de disposer d'un forum pour démontrer leur vision et leur ambition, ce qui les rendra plus attrayantes pour les investissements publics et privés et comme lieu d'implantation de nouvelles entreprises et de travailleurs qualifiés.

2.4.1 Qu'est-ce que se passe-t-il si une ville participante n'atteint pas l'objectif de neutralité climatique ?

Les contrats "ville climatique" ne seront pas juridiquement contraignants. Les villes n'ont donc pas à craindre de conséquences juridiques si elles n'atteignent pas l'objectif de neutralité climatique totale d'ici 2030. Cela dit, les contrats constitueront un engagement très visible que le maire ou le représentant politique de la ville aura pris envers ses autorités nationales, la Commission et les habitants de la ville. D'où l'importance d'élaborer des contrats "ville climatique" solides, fondés sur une planification saine et tenant compte des éventuelles difficultés futures.

3 La neutralité climatique urbaine définie dans le contexte de la Mission

La [loi européenne sur le climat](#) transcrit dans la législation l'objectif fixé dans le "Green Deal" européen, à savoir que l'économie et la société européennes deviennent climatiquement neutres d'ici 2050. La **neutralité climatique** consiste à atteindre **des émissions nettes de GES nulles**, principalement en réduisant

les émissions, en investissant dans les technologies vertes et en protégeant/améliorant l'environnement naturel.

3.1 Principaux éléments de la définition de la neutralité climatique urbaine

Au niveau des villes, il n'existe actuellement aucun accord définitif sur la manière dont les objectifs de neutralité climatique sont mis en œuvre, tandis que les différences dans la définition de la neutralité peuvent conduire à des ambitions et des actions climatiques très différentes. Étant donné que "deux engagements de neutralité climatique peuvent être radicalement différents, viser des échéances différentes, couvrir différents types d'émissions de GES et s'appuyer sur des compensations à des degrés divers" (New Climate Institute, 2020), préciser ces aspects en identifiant les gaz, les champs d'application et les secteurs concernés dans le reste de cette section, favorisera la transparence du processus global de la Mission.

Pour atteindre la neutralité climatique, la ville de Mission devra réduire les émissions de gaz à effet de serre de tous les secteurs et de toutes les sources à l'intérieur des limites de la ville à un niveau net zéro d'ici 2030, **notamment** :

- Les émissions provenant de la combustion de combustibles fossiles dans **tous les bâtiments et installations** (appelées "énergie stationnaire"). Cela inclut les bâtiments résidentiels, commerciaux et industriels ainsi que les bâtiments municipaux et l'éclairage public dans les limites de la ville ;
- Émissions provenant de la combustion de combustibles fossiles pour **tous les véhicules et transports** à l'intérieur des limites de la ville ;
- Émissions provenant de la **consommation d'électricité et du chauffage/refroidissement urbain** à l'intérieur des limites de la ville, à partir de centrales électriques situées à l'intérieur ou à l'extérieur des limites de la ville ;
- Émissions provenant des **déchets produits à l'intérieur des limites de la ville**, traités/gérés/éliminés à l'intérieur ou à l'extérieur des limites de la ville ;
- Émissions provenant de **changements dans l'utilisation des sols**, y compris l'agriculture, la sylviculture et les autres utilisations des sols (collectivement dénommées "AFOLU") à l'intérieur des limites de la ville ;
- Émissions provenant de **procédés chimiques dans l'industrie** (collectivement dénommées "utilisation de procédés et de produits industriels" ou "IPPU") à l'intérieur des limites de la ville.

Encadré 2. Indicateurs pour mesurer la neutralité climatique au niveau de la ville

1. **Émissions de GES de portée 1** (émissions directes) pour la ville dans ses limites géographiques (obligatoire dès le début de la mission). Cet indicateur sera calculé sur la base des émissions provenant des bâtiments, des installations, de l'industrie, des transports, du traitement des déchets (déchets solides et eaux usées), de l'agriculture et de la sylviculture et d'autres activités.

2. **Émissions de GES de portée 2** (émissions indirectes) pour la ville (obligatoire dès le début de la mission). Cet indicateur sera calculé sur la base des émissions indirectes dues à la consommation d'électricité fournie par le réseau dans le périmètre géographique et des émissions indirectes dues à la consommation de chaleur ou de froid fournie par le réseau dans le périmètre géographique.

3. Il n'est pas nécessaire à ce stade d'inclure les **émissions de GES de portée 3** (émissions hors frontières) de la ville (sauf en ce qui concerne les déchets, voir le tableau 2 ci-dessous). La Mission souhaite toutefois approfondir l'étude des émissions du champ d'application 3 avec les villes participantes car, à terme, d'ici 2050, elles devront être entièrement prises en compte dans la neutralité climatique. Cet indicateur sera calculé sur la base des émissions hors frontières provenant du traitement des déchets produits à l'intérieur du périmètre géographique, des émissions hors frontières provenant du transport et de la distribution de l'énergie consommée à l'intérieur du périmètre géographique, des émissions hors frontières provenant du transport des citoyens vivant à l'intérieur du périmètre géographique, des émissions hors frontières provenant de la consommation faite à l'intérieur du périmètre géographique (nourriture, vêtements, meubles, matériaux, etc.) et des autres émissions indirectes.

Tableau 2. Éléments de la définition de la neutralité climatique applicables dans la mission

Éléments d'une définition de la neutralité climatique	Approche recommandée
GES couverts par le périmètre cible ¹	Mission Les villes doivent comptabiliser les émissions des gaz suivants (exprimées en équivalents CO_2) : dioxyde de carbone (CO_2), méthane (CH_4) et oxyde nitreux (N_2O). Si les émissions du secteur IPPU sont présentes, les villes doivent également couvrir les émissions d'hydrofluorocarbones (HFC), de perfluorocarbones (PFC), d'hexafluorure de soufre (SF_6) et de trifluorure d'azote (NF_3).
Secteurs/sources d'émissions couverts par le périmètre cible	Scope 1 et Scope 2 de l'énergie stationnaire, du transport, des déchets (y compris dans ce cas. Scope 3, c.-à-d. au point d'élimination/traitement), IPPU, AFOLU obligatoires
Usines ETS	Les installations industrielles ou de production d'énergie à grande échelle situées dans les limites de la ville et enregistrées dans le cadre du système communautaire d'échange de quotas d'émission (SCEQE) seront exemptées de la mission, étant donné que les municipalités ont une influence très limitée sur leur fonctionnement et qu'il existe un processus communautaire spécifique pour réduire les émissions provenant de ces sources. Il est facultatif pour les villes de les inclure si des mesures sont prévues.
Mesures de production d'énergie locale ²	Refléter les mesures de production d'énergie locale par le biais du facteur d'émission local (émissions du champ d'application 2), en séparant la consommation sur site et ce qui est fourni au réseau.
Part des émissions résiduelles	Les émissions résiduelles doivent être réduites au minimum possible, avec un niveau maximal recommandé d'émissions résiduelles (20 %) et une compensation obligatoire des émissions résiduelles et des règles de compensation (voir les 4 lignes suivantes).
Compensation - type et lieu	La compensation n'est possible que pour les émissions qu'il est très difficile ou impossible d'atténuer (c'est-à-dire pour les émissions résiduelles). Éligibilité limitée en fonction des types de projets (c'est-à-dire les projets au sein du pays/de l'UE, et avec une forte additionnalité, des co-bénéfices élevés).
Suppression des émissions de GES (sur le territoire)	Les projets pilotes sur le captage et le stockage du carbone (CSC) sont autorisés, c'est-à-dire qu'ils permettent de prendre en compte les émissions négatives en éliminant les GES pour traiter les émissions résiduelles. Seules les applications qui aboutissent à une séquestration permanente du CO_2 (c'est-à-dire injecté dans des structures géologiques) seront autorisées.
Éviers	Autorisé à prendre en compte les émissions négatives par l'élargissement ou le renforcement des puits naturels sur le territoire pour traiter les émissions résiduelles (en tenant compte de toutes les modifications du stock de carbone).
Achats d'énergie renouvelable certifiée (crédits d'énergie renouvelable)	Permettre la prise en compte des achats d'énergie renouvelable certifiée dans le calcul du facteur d'émission local pour traiter les émissions du champ d'application 2.

Facteurs d'émission locaux (voir encadré 8 dans la partie II de ce document)	Autorisation d'utiliser des facteurs d'émission (FE) estimés localement pour l'électricité et la chaleur (le double comptage par des FE nationaux/régionaux dynamiques doit être évité). ³
Éléments d'une définition de la neutralité climatique	Approche recommandée
Refléter la décarbonisation du réseau	Modification du facteur d'émission au fil des ans (reflétant les changements dans le mélange national/régional/local) (il faut éviter le double comptage par le biais de FE pondérés localement). ³
Autres considérations méthodologiques	Biomasse : Facteur d'émission nul uniquement si les critères de durabilité sont respectés (un principe) Aucune émission négative n'est autorisée pour l'énergie de la biomasse.

¹ L'inclusion des gaz doit être alignée sur les secteurs couverts.

² Le CdM UE présente des critères pour définir ce qui peut être considéré comme une production locale d'énergie, à inclure dans le calcul du facteur d'émission locale.

³ La production locale d'électricité renouvelable, lorsqu'elle est partagée avec le réseau électrique, contribue à réduire le FE global. Dans le même temps, les facteurs d'émission locaux tenant compte de la production locale d'énergie renouvelable seront importants pour les zones urbaines, notamment pour représenter leurs efforts de décarbonisation du système énergétique dans une proportion équivalente à leur production locale d'énergie renouvelable.

Source : Travail personnel.

3.2 Émissions résiduelles et compensation

Alors que les villes seront tenues de réduire toutes les sources d'émissions de GES dans la mesure du possible, il est reconnu que, selon les circonstances locales, certaines sources d'émissions (par exemple, des processus industriels spécifiques) ne pourront pas être totalement atténuées d'ici 2030 en raison de contraintes technologiques ou financières. Par la suite, il sera possible de compenser les "émissions résiduelles", dans une certaine mesure, pour tenir compte des sources d'émissions qui ne peuvent être totalement éliminées.

Pour s'assurer que les villes parviennent à réduire au maximum leurs émissions sur leur territoire, la Mission recommande de viser un niveau d'"émissions résiduelles" à l'intérieur des limites de la ville en 2030 qui ne dépasse pas 20 % de l'inventaire de référence des GES, le reste pouvant être compensé par des puits ou des crédits de carbone.⁴ En tout état de cause, cela n'est pas encouragé, c'est-à-dire que les émissions résiduelles doivent être réduites au minimum possible et que toute forme de compensation ne doit être envisagée que pour les sources d'émissions qu'il est très difficile, voire impossible, d'atténuer.

Au final, entre la réduction directe et la compensation des émissions résiduelles, un bilan d'émissions nettes nulles doit être atteint d'ici 2030, ce qui signifie que la quantité de GES émise par le territoire d'une ville est complètement neutralisée. Cette démarche est conforme à la loi européenne sur le climat, qui reconnaît que si les émissions de GES doivent être évitées à la source en priorité, l'élimination des GES sera nécessaire pour compenser les émissions résiduelles des secteurs où la décarbonisation est la plus difficile.

Une ville pourra traiter ses émissions résiduelles de deux manières différentes afin d'atteindre le niveau net zéro :

- **Les puits de carbone**, c'est-à-dire l'élimination par des solutions naturelles et technologiques, dans les limites de la ville.
- **Crédits de carbone** provenant de l'extérieur des limites de la ville et soumis à certaines règles et restrictions pour pouvoir démontrer de manière crédible la neutralité climatique de la ville (c'est-à-dire en utilisant des crédits/certificats officiels vérifiés et/ou validés selon des normes rigoureuses par des auditeurs tiers certifiés).

Comme une certaine forme de compensation est susceptible d'être requise par les villes participantes pour annuler les émissions résiduelles. Les villes de la mission doivent bien comprendre, au début du processus, en tant que partie intégrante de l'élaboration de leur contrat de ville climatique, le niveau probable des émissions résiduelles et élaborer une stratégie pour y remédier. Les villes participantes doivent déclarer

séparément les émissions brutes et nettes afin de garantir la transparence des émissions résiduelles annulées par les mécanismes de compensation.

⁴ La réduction minimale recommandée de 80 % est conforme à la communication "Une planète propre pour tous" (souvent appelée "stratégie de décarbonisation à long terme"), qui confirme l'engagement de l'Europe à jouer un rôle de premier plan dans l'action mondiale en faveur du climat et présente une vision qui peut permettre d'atteindre des émissions nettes de gaz à effet de serre nulles d'ici à 2050 grâce à une transition socialement équitable et rentable (Commission européenne, 2018b). L'analyse approfondie qui sous-tend la stratégie de décarbonisation à long terme présente huit scénarios différents, tous compatibles avec l'accord de Paris, qui reposent sur différents niveaux d'ambition en termes de réduction des émissions de GES. Tous les scénarios sont fondés sur une réduction des émissions de GES d'au moins 80 %.

De plus amples détails sur la comptabilisation des émissions de GES pour la mission sont inclus dans les sections 2.4 et 2.5 de la partie II du présent document.

PARTIE II - PETIT GUIDE DE LA NEUTRALITÉ CLIMATIQUE URBAINE

1 Le défi et le contexte politique mondial et européen

Conformément à l'engagement de l'UE en faveur de l'action climatique mondiale dans le cadre de l'Accord de Paris (ci-après l'Accord), la vision stratégique à long terme de la Commission européenne pour une économie prospère et climatiquement neutre a déterminé que les émissions de GES doivent être réduites de manière drastique d'ici 2050 (Commission européenne, 2018b). En conséquence, le Green Deal européen (EGD), présenté en décembre 2019, fixe un objectif de réduction de 50 % à 55 % d'ici 2030 et l'objectif de devenir climatiquement neutre d'ici 2050 tout en transformant l'UE en une économie moderne, économe en ressources et compétitive (Commission européenne, 2021a). La loi européenne sur le climat, qui fait partie du Green Deal, transposera l'objectif de 2050 dans la législation européenne (Commission européenne, 2021b) et le paquet de propositions Fit for 55 mettra la législation européenne sur le climat et l'énergie en conformité avec l'objectif de réduction des émissions de GES de 2030 et l'ambition de 2050.

Dans ce contexte, les acteurs infranationaux, au premier rang desquels les villes, sont appelés à changer la donne en stimulant et en fournissant les moyens d'un avenir sans danger pour le climat. Selon les principales conclusions de la contribution du groupe de travail I (WGI) au sixième rapport d'évaluation (AR6) du GIEC, publiées le 9 août 2021 (GIEC, 2021a), nous avons atteint un "code rouge" pour le réchauffement climatique d'origine humaine, les villes exacerbant les effets à l'échelle locale. L'urbanisation et l'augmentation de la fréquence des températures extrêmes vont accroître la gravité des vagues de chaleur, l'ampleur des précipitations au-dessus et/ou sous le vent des villes, et l'intensité du ruissellement qui en résulte, avec des conséquences alarmantes, notamment pour les villes côtières. Étant donné que les systèmes climatiques réagissent à l'interaction entre l'influence humaine, les facteurs naturels et la variabilité interne, la connaissance de la réponse climatique et les actions calibrées au niveau régional et sous-régional seront essentielles pour relever ces défis et exploiter les possibilités associées à la transition.

Ce que les villes réalisent à l'échelon local permettra non seulement d'assumer une grande partie de la charge nationale et européenne liée au respect de l'accord, mais aussi d'encourager l'adoption de solutions durables en dehors des villes, ce qui constituera une tendance à suivre pour les États membres et un exemple international de premier plan. De nombreuses villes commencent à adopter les politiques nécessaires à la neutralité climatique et le concept de neutralité climatique d'ici à 2050 fait son chemin, comme le montrent les nouveaux engagements pris par les signataires de la Convention des maires en avril de cette année (Convention des maires, 2021).

Dans l'ensemble, la concrétisation à court terme de l'engagement d'un maire, tel que défendu par la Mission Villes avec son objectif d'atteindre la neutralité climatique d'ici 2030, représente une opportunité inégalée de transition rapide, de développement de la main-d'œuvre, de renforcement de la résilience climatique et de leadership, mais elle nécessite également de relever des défis politiques, techniques et financiers sans précédent. Dans la perspective de la phase d'élaboration et de mise en œuvre du contrat "Ville climatique" dans le cadre de la mission (voir la section 1.2 ci-dessus), cette **deuxième partie** du document présente un recueil de ressources et de stratégies visant à atteindre la neutralité climatique au niveau des villes. Les voies possibles sont identifiées tant du côté de la demande que de l'offre et impliquent différents secteurs, tout en illustrant les avantages transversaux d'une pensée holistique et d'une double transition verte et numérique.

Veillez noter que les informations fournies dans les sections suivantes sont destinées à servir de guide tout au long du processus de mise en œuvre de la mission et que les villes ne sont pas censées avoir déjà développé des stratégies ou entrepris des initiatives dans tous ces domaines au moment où elles expriment leur intérêt.

2 Planification pour des émissions nettes nulles d'ici 2030

Étant donné que les défis climatiques et environnementaux dépassent les secteurs et les frontières administratives, il est de plus en plus évident que ces questions doivent être abordées par une approche intégrée. Les villes sont souvent les lieux où se concentrent les pressions environnementales les plus fortes, ainsi que les lieux qui se trouvent en première ligne.

en termes de solutions. Par conséquent, les politiques de neutralité climatique menées dans les zones urbaines ont une portée plus large pour l'ensemble de l'UE (Commission européenne, Urban development, n.d.).

Les défis urbains sont abordés à différents niveaux politiques, de l'action locale aux cadres politiques urbains nationaux, en passant par les agendas mondiaux. L'Union européenne (UE) est pertinente dans ce contexte, car elle a consolidé une approche intégrée commune en matière de développement urbain durable au cours des dernières décennies, grâce à des jalons tels que la Charte de Leipzig de 2007 et sa révision en 2020, ainsi que l'Agenda urbain pour l'UE lancé par le Pacte d'Amsterdam en 2016. En outre, la politique de cohésion de l'UE fournit des outils opérationnels et des financements pour renforcer une approche commune du développement urbain durable⁵.

Pour la période de programmation 2014-2020, une grande majorité des stratégies de développement urbain durable (DUD) de la CE comprenaient au moins l'un des objectifs thématiques suivants : " Passage à une économie à faible émission de carbone ", " Environnement et efficacité des ressources ", " Adaptation au changement climatique, prévention et gestion des risques ", et/ou " Infrastructures de transport et de réseau durables ". Dans le même temps, des mots-clés tels que "faible émission de carbone", "qualité de l'air", "adaptation au changement climatique" et "économie circulaire" sont souvent utilisés pour décrire le ou les principaux points focaux de la stratégie (voir Commission européenne, STRAT-board, n.d.).

2.1 Les éléments constitutifs d'une approche intégrée de la neutralité climatique

Bien qu'il n'existe pas d'orientation unique sur les stratégies visant à soutenir la neutralité climatique d'une manière intégrée et durable, **six grands principes** peuvent être mis en évidence. Même si ces éléments constitutifs peuvent présenter des défis et des pièges communs spécifiques, ils peuvent soutenir à la fois la préparation et l'exécution de plans intégrés de neutralité climatique.⁶

- 1) Pour commencer, lors de la planification d'une stratégie urbaine visant la neutralité climatique, il est crucial de faire le lien entre les programmes (nationaux et régionaux) et les projets locaux, ainsi que de créer des synergies avec différents cadres politiques. Une forte **dimension stratégique** peut aligner les buts et les objectifs. À cet égard, une attention particulière doit être accordée à l'architecture politique, en passant d'une bonne conception à une bonne mise en œuvre (voir les sections 2.2 et 2.3 pour plus d'informations). Un principe directeur de l'approche stratégique est l'approche fondée sur le lieu préconisée dans le [rapport Barca \(2009\)](#). Il existe différents outils conçus pour aider le processus de planification, l'un d'entre eux est la [boîte à outils URBACT](#), conçue pour aborder les différentes étapes de la planification stratégique de l'action publique.
- 2) En outre, les stratégies doivent avoir une **orientation territoriale** appropriée, alors que les stratégies d'urbanisme qui visent la neutralité climatique peuvent porter sur des zones qui transcendent les frontières administratives, en se concentrant sur la dimension spatiale réelle des besoins et des opportunités. Le choix de la zone de mise en œuvre est une décision politique, qui peut dépendre des agendas politiques et des outils de gouvernance disponibles. L'approche de la zone urbaine fonctionnelle (FUA) est applicable aux zones formées par plusieurs municipalités, où une interdépendance (ou fonction) spécifique se produit. Elle permet aux projets de maximiser le potentiel local, notamment lorsqu'elle renforce une mobilisation cohérente des acteurs urbains, encourageant la démocratie territoriale et donnant naissance à de nouvelles structures de coopération au-delà des frontières municipales. Une approche territoriale plus large peut également être utilisée pour promouvoir les liens entre les villes et les campagnes (par exemple, les flux du marché du travail et les déplacements domicile-travail, la fourniture de services publics, la mobilité, etc. Par exemple, Göteborg (SE) a proposé une stratégie d'investissement territorial intégrée dans laquelle, dans le cadre de l'objectif thématique "Économie à faible émission de carbone", les liens entre les villes et les campagnes sont encouragés par le biais de centres destinés à tester des solutions innovantes et de la stratégie pour une alimentation durable. L'objectif d'intégrer la zone ciblée dans un contexte plus large, et le projet dans un cadre stratégique plus vaste, requiert de la flexibilité. À Berlin (DE), par exemple, l'initiative "[Future City District](#)" contribue à la stratégie Berlin 2030, en créant un cadre général pour les stratégies de régénération des quartiers et en établissant cinq domaines d'action aux périmètres "flexibles".
- 3) En outre, les dispositifs de bonne **gouvernance** contribuent à une prise de décision plus transparente, inclusive, réactive et efficace. De manière générale, la gouvernance fait référence à la façon dont les autorités et les parties prenantes concernées décident de planifier, de financer et de gérer une stratégie ou un plan spécifique. Trois composantes centrales sont : la gouvernance multi-niveaux, l'approche multi-parties prenantes, et l'approche ascendante et participative. La première

composante fait référence à la coordination et à l'alignement des actions entre les différents niveaux de gouvernement. Le second concerne l'inclusion de tous les acteurs pertinents tout au long du cycle politique (à côté des organes administratifs et des agences locales, régionales, nationales et européennes/supranationales,

⁵ Dans le cadre de la politique de cohésion de l'UE, l'initiative urbaine européenne sera mise en place en 2022 pour offrir un soutien cohérent aux villes, notamment dans le domaine des stratégies intégrées de développement urbain durable.

⁶ Cette section est largement dérivée de Fioretti et al. 2020.

peuvent inclure une grande variété d'acteurs et d'institutions, tels que la société civile, les organisations non gouvernementales (ONG), le monde universitaire, les organisations communautaires, les mouvements sociaux, les groupes de pilotage et le secteur privé). La dernière composante concerne la participation active des citoyens par le biais d'instruments territoriaux spécifiques, ainsi que d'autres méthodes alternatives. En ce qui concerne l'engagement des citoyens, il est important d'aller au-delà du "tokenism" et du dialogue unilatéral, en permettant aux citoyens d'avoir une réelle influence sur les politiques qui affecteront directement leur vie. À cet égard, les responsables publics doivent reconnaître que la contribution des citoyens est significative et complémentaire au processus politique (voir les sections 2.2 et 7 ci-dessous pour plus d'informations). En bref, les stratégies de planification urbaine visant la neutralité climatique fonctionnent mieux lorsque toutes les parties prenantes potentielles, y compris les citoyens, sont correctement répertoriées et impliquées tout au long du processus. Par exemple, [Zagreb \(HR\)](#) a assuré une coopération efficace entre de nombreuses parties prenantes en créant un Conseil de partenariat, composé de tous les niveaux administratifs, ainsi que d'autres organismes publics, d'universités, de centres de formation et de recherche, de partenaires économiques et sociaux, d'entreprises et de la société civile, afin de soutenir la préparation, le développement et la mise en œuvre de sa stratégie de développement urbain durable. ⁷

- 4) Les plans de neutralité climatique ne peuvent être abordés en utilisant uniquement des politiques sectorielles. L'approche **intersectorielle** vise à surmonter la structure traditionnelle, dite "en silo", dans laquelle les différents départements sectoriels ne travaillent pas efficacement **ensemble**. Le but de l'approche intersectorielle est de garantir la cohérence des principes et des objectifs d'élaboration des politiques dans tous les domaines d'action, et de faire en sorte que les acteurs coopèrent à la création de politiques stratégiques. Cette approche permet d'anticiper les éventuelles externalités négatives de politiques unidimensionnelles au niveau local et de relever des défis multidimensionnels. En outre, l'intégration intersectorielle a la capacité de stimuler l'innovation. Une ressource utile à consulter est [JASPER - Joint Assistance to Support Projects in European Regions](#). Pour favoriser la collaboration entre les différents secteurs, il est suggéré de prévoir des instruments tels que des pactes, des réunions et des moments de partage pour garantir le dialogue et identifier les différents besoins et capacités. En outre, des conseils d'administration conjoints ou des organismes de gestion intermédiaires peuvent faciliter la coordination. En outre, il est recommandé d'investir activement dans le renforcement des capacités afin d'améliorer la compréhension par les fonctionnaires des synergies intersectorielles potentielles (voir les sections 2.2, 2.3 et ci-dessous pour plus d'informations).
- 5) La combinaison de sources de **financement** multiples, et l'augmentation associée de l'importance des **instruments financiers**, sont deux tendances établies de longue date dans la planification stratégique urbaine, y compris les plans de neutralité climatique. La raison d'être de l'utilisation de sources de financement multiples est qu'elle permet de réaliser des gains d'efficacité en exploitant les synergies et de mobiliser un plus grand nombre d'acteurs et de ressources. La multidimensionnalité des questions urbaines, comme la transition vers la neutralité climatique et l'utilisation de fonds multiples, devrait aller de pair. L'intégration pourrait concerner les fonds ESI (European Structural and Investment), avec des fonds nationaux, l'implication d'investisseurs privés et du troisième secteur. Cela implique la nécessité de faire correspondre les exigences administratives et les groupes cibles des différents types de fonds publics, et exige que les villes produisent des projets bancables afin de susciter l'intérêt des investisseurs. L'organisation de projets et de sources de financement multiples sous la forme d'un "programme d'investissement" permet aux autorités locales de gérer la réserve de projets et les questions relatives aux aides d'État avec plus de souplesse, ce qui facilite la mise en œuvre de la stratégie et renforce la confiance des investisseurs (veuillez consulter la section 9 pour de plus amples informations). En ce sens, [Athènes](#) offre un exemple de programme d'investissement intégré.
- 6) Enfin, un **suivi** efficace permet de quantifier les progrès d'une politique spécifique, renforçant ainsi la transparence et la légitimité. Les stratégies de planification urbaine nécessitent souvent un suivi multisectoriel, tout en mesurant l'effet supplémentaire d'une approche intégrée. Les questions clés liées au suivi sont : la mise en place d'un cadre de suivi cohérent et efficace ; la mesure de différents types d'effets ; et l'alignement du suivi sur différents niveaux d'objectifs. À cet égard, il est conseillé de toujours veiller à ce que le système de suivi suive le cadre logique, en partant des besoins (à quoi faut-il répondre ?), en passant par les objectifs spécifiques (quel est le changement souhaité ?), jusqu'aux indicateurs (comment mesurer ce changement ?). Cependant, pour de nombreuses administrations, le manque de capacités humaines et/ou de compétences méthodologiques peut être un problème. Il est donc recommandé d'envisager une collaboration avec des

universités ou des instituts de recherche locaux/régionaux et d'explorer les possibilités de faire appel à une expertise et à des parties prenantes externes pour aider à la conception du cadre de suivi. La stratégie SUD de La Corogne, par exemple, est suivie au moyen d'un système d'indicateurs qui mesure le comportement de la ville par rapport à ses propres objectifs et, entre autres, son alignement sur les ODD (Objectifs de développement durable).

⁷ Pour plus d'informations, voir Fioretti et. al. 2020, p. 109.

En outre, il est conseillé d'investir dans des procédures et des méthodologies de collecte de données rentables. À cet égard, il convient d'évaluer dans quelle mesure les données déjà collectées par la ville, les sources statistiques régionales, nationales ou européennes peuvent être utilisées. Envisager l'utilisation d'un tableau de bord pour soutenir le partage et le suivi des données pourrait offrir une vue d'ensemble facile à lire qui montre de manière visuelle l'état actuel et les progrès vers les objectifs pour les différents indicateurs. Rotterdam, avec sa [plateforme Social Index](#), offre un exemple à cet égard. Si possible, le cadre de suivi doit être conçu dans une perspective à long terme, les données longitudinales (mesures répétées dans le temps) étant la clé d'un suivi de qualité.

Étant donné qu'un suivi de qualité fournit des informations opportunes sur les progrès réalisés, il permet d'identifier rapidement les problèmes et de recentrer les priorités si nécessaire. En ce sens, les systèmes de suivi sont des "systèmes d'alerte précoce" essentiels. Le suivi soutient également l'évaluation des politiques, en fournissant aux décideurs politiques, aux parties prenantes et aux bénéficiaires des informations importantes sur l'efficacité (voir les sections 2.4 pour plus d'informations).

2.2 Gouvernance et engagement des parties prenantes

Les villes visant à atteindre la neutralité climatique auront besoin d'une forte collaboration entre tous les services municipaux, les élus et les parties prenantes des secteurs privé et public. En outre, l'objectif de neutralité climatique devra probablement être la priorité politique la plus élevée pour être réalisable de manière réaliste. Une structure de gouvernance formelle et fonctionnelle devra également être mise en place pour diriger ces efforts avec une vision commune et convenue. Ce devrait être la première tâche de toute ville qui relève ce défi.

Bien que la vision doive nécessairement intégrer l'ambition de neutralité climatique, il est recommandé d'y inclure d'autres avantages plus tangibles pour les citoyens de la ville. Par exemple, des objectifs concernant l'amélioration du prix de l'énergie, la réduction de la pollution atmosphérique, le renforcement des espaces verts ou l'amélioration générale de la qualité de vie amélioreront la viabilité politique de la vision, tout en lui donnant un écho plus large auprès de la société civile.

La structure organisationnelle permettant d'atteindre la neutralité climatique doit formaliser l'attribution des rôles et des responsabilités, comprenant les différents départements de la municipalité (et les partenariats publics et privés associés lorsque cela est bénéfique) afin de créer une structure/un processus convenu(e) (par exemple en utilisant/augmentant les structures organisationnelles déjà développées pour la Convention des Maires ou d'autres initiatives pertinentes lorsque cela est possible). Des ressources financières et humaines suffisantes devront être identifiées.

Il est également recommandé de constituer une **équipe centrale chargée de faire progresser l'action climatique** dans son ensemble, conformément aux délais de réalisation convenus. Pour garantir la diversité des points de vue, il sera important que cette équipe centrale comprenne des personnes issues de différents services (environnement, finances, transports, planification, achats, déchets, etc.) et aux compétences complémentaires. La mise en place d'un **comité de pilotage** dédié (comprenant des élus et éventuellement d'autres représentants spécifiques des secteurs privé et public) peut s'avérer utile en fournissant une orientation stratégique et en assurant un soutien politique continu au processus.

Les villes ont un rôle important à jouer dans l'orchestration de l'ensemble du système urbain pour soutenir la neutralité climatique par une approche inclusive allant des citoyens aux services publics, en recherchant les possibilités de combiner les stratégies chaque fois que cela est possible. En rassemblant les parties prenantes et en permettant une coordination intersectorielle entre les différents acteurs du système urbain, on élargit le champ d'action du système énergétique urbain et on améliore les chances de réussite. Mobiliser les urbanistes, les concepteurs de bâtiments, les services de transport public, les services locaux d'énergie, les services des eaux, les citoyens, les prosummateurs et bien d'autres dans le cadre d'une approche inclusive est une composante essentielle d'un effort soutenu, durable et de grande envergure pour la neutralité climatique. La co-conception de stratégies visant à rendre la mise en œuvre opérationnelle peut également accroître les avantages pour les habitants des villes, notamment les possibilités d'emploi et la pureté de l'air, ce qui accélère encore la course à la neutralité climatique aux niveaux local et européen. Les villes qui se feront les championnes de la neutralité climatique dans le cadre de la mission des villes mettront en œuvre des stratégies combinées et renforcées dans le cadre d'une approche intégrée afin de faire progresser le système urbain vers cet objectif ambitieux tout en recherchant de multiples avantages pour leurs citoyens.

Figure 2. Un exemple de structure de gouvernance des "meilleures pratiques" pour une action climatique efficace



Source : Conseil municipal d'Aberdeen, 2016.

2.3 Processus de planification de la neutralité climatique

Une fois que la structure de gouvernance et les rôles/responsabilités ont été définis, les bases sont en place pour développer un processus et un plan pour atteindre la neutralité climatique. Ce processus doit permettre de définir une base de référence (c'est-à-dire un point de départ), de développer les différentes actions et politiques pour concrétiser la vision, puis de s'engager dans un processus de mise en œuvre tout en surveillant les progrès à intervalles réguliers. Le **tableau 3** donne un bref aperçu d'un processus de base de planification/mise en œuvre d'une action climatique.

Tableau 3. Un cadre de base pour une planification efficace de l'action climatique

1. Définir la vision
 - (a) Établir un engagement/consensus politique fort qui informe la vision.
 - (b) Examinez comment la vision peut être communiquée aux citoyens, y compris la neutralité climatique, mais aussi les améliorations de la qualité de vie, la réduction des coûts énergétiques, etc.
 - (c) Incorporer les avantages non liés au climat (emplois, qualité de vie, pollution atmosphérique, etc.)
2. Établir une structure de gouvernance
 - (a) Créer une structure de gouvernance comprenant tous les services municipaux concernés, les élus et les représentants des secteurs privé et public (voir la section 2.2 ci-dessus).
 - (b) Attribuer des rôles, des responsabilités et des obligations de rendre compte spécifiques aux personnes, départements et organisations.
3. Évaluation de base et objectif de neutralité
 - (a) Sélectionner l'année de référence par rapport à laquelle les progrès seront mesurés
 - (b) Inventaire de référence des GES - une année de référence et une estimation des émissions de GES seront nécessaires pour établir le point de départ de cet effort (si elles ne sont pas déjà disponibles).
 - (c) Au moins un inventaire supplémentaire des GES pour une année récente peut être utile pour évaluer les progrès ultérieurs en matière de réduction des émissions (depuis l'année de référence).
 - (d) L'évaluation du scénario "business-as-usual" (c'est-à-dire les émissions de GES en 2030 si aucune autre mesure n'est prise) peut être utile pour déterminer l'ampleur des réductions d'émissions nécessaires pour atteindre la neutralité climatique tout en tenant compte de la croissance démographique, de l'augmentation du PIB, etc. (voir section 2.5)
 - (e) Une évaluation des émissions de GES résiduelles visées en 2030 (c'est-à-dire les sources d'émissions qui ne seront pas éliminées) sera nécessaire pour déterminer l'ampleur des certificats d'énergie renouvelable, des crédits carbone, etc. qui seront nécessaires pour démontrer la neutralité climatique.
4. Identifier les actions
 - (a) Envisager des actions pour tous les secteurs en consultation avec tous les départements et les parties prenantes
 - (b) Envisager des actions qui tirent parti des politiques/actions nationales/régionales/locales existantes.
 - (c) Évaluer l'impact des actions (par exemple, économies d'énergie, énergie renouvelable produite, réduction des émissions de GES, réduction des coûts, création d'emplois, etc.)
 - (d) Estimer les ressources nécessaires à la mise en œuvre des actions identifiées et identifier les fonds/financements appropriés
 - (e) Définir l'organisation, le service ou la personne responsable de la mise en œuvre de chaque action, ainsi que les indicateurs permettant de suivre les progrès accomplis.
 - (f) Établir un calendrier indicatif pour la mise en œuvre des actions, en donnant la priorité aux plus rentables.
 - (g) Attribuer la mise en œuvre de chaque action à une personne/organisation/département responsable.
5. Mise en œuvre
 - (a) Réaliser des études pour mettre en œuvre des actions si nécessaire (études de faisabilité, études techniques et économiques) afin de créer des projets " bancables ".
 - (b) Finaliser le financement / le financement de la mise en œuvre des actions
 - (c) Promouvoir les exemples de réussite concernant les actions mises en œuvre
6. Suivi / réévaluation
 - (a) Suivre les indicateurs identifiés pour chaque action (par exemple, les bornes de recharge pour véhicules électriques installées).
 - (b) Mettre à jour l'inventaire des GES tous les 2 à 4 ans afin de suivre les progrès globaux.
 - (c) Interpréter les informations de suivi pour déterminer s'il est nécessaire de redéfinir les priorités des actions climatiques ou de renouveler l'ensemble du plan d'action climatique.
 - (d) Rendre compte régulièrement aux élus/au comité directeur des progrès et des réussites.

Source : Travail personnel.

2.4 Comptabilité des émissions de GES et fixation des objectifs

On s'attend à ce que de nombreuses villes ayant manifesté leur intérêt à participer à la Mission aient déjà entrepris un certain niveau de diligence raisonnable/planification de l'action climatique (par exemple par le biais de la Convention des Maires) et ne soient donc pas des novices dans le processus d'inventaire des GES. En tant que telle, la Mission encourage l'utilisation des inventaires d'émissions de GES existants pour l'établissement de la base de référence et s'adaptera aux pratiques courantes de comptabilisation des émissions de GES au cours de la mise en œuvre de la Mission, c'est-à-dire que **les villes n'auront pas besoin d'adapter leurs pratiques, tant que tous les secteurs et toutes les sources sont comptabilisés.**

Il existe plusieurs méthodologies d'inventaire des GES pour guider la comptabilisation des émissions de GES d'une ville et démontrer sa neutralité climatique. Aux fins de la Mission, la méthodologie sera volontairement flexible pour permettre l'utilisation d'inventaires que les villes peuvent avoir déjà développés. Par exemple, l'approche [CoM/SECAP de l'UE](#), le [Cadre commun de notification du GCoM](#) ou le [Protocole mondial pour les inventaires des émissions de gaz à effet de serre à l'échelle communautaire](#) (GPC) seraient des méthodologies acceptables, mais d'autres approches seront également prises en compte tant que les principales sources d'émissions de GES (énergie stationnaire, transport, déchets, IPPU et AFOLU) et les puits, le cas échéant, sont inclus. Les émissions provenant de n'importe quel système d'échange de quotas d'émission de l'UE (EU ETS) devraient être exclues car les municipalités ont une influence très limitée sur leur fonctionnement et il existe un processus européen dédié à la réduction des émissions provenant de ces sources.

Les GES suivants doivent tous être inclus en termes d'équivalent dioxyde de carbone (CO_2e) :

- Dioxyde de carbone (CO_2)
- Méthane (CH_4)
- Oxyde nitreux (N_2O)
- Gaz F (hydrofluorocarbures et perfluorocarbures)
- Hexafluorure de soufre (SF_6) et
- Trifluorure d'azote (NF_3).

L'élaboration d'un inventaire précis des GES est un processus utile, mais même avec un processus et des sources de données diligents et robustes, les calculs exacts des émissions de GES dans le monde réel sont notoirement difficiles et sujets à d'importantes marges d'erreur. Les villes doivent donc s'efforcer d'atteindre un niveau raisonnable de diligence raisonnable, en se basant sur des données d'activités réelles, alignées sur le même calendrier (c'est-à-dire une année civile) lorsque cela est possible. Lorsque les données du "monde réel" sont difficiles à collecter/compiler, des données de substitution ou des hypothèses peuvent être nécessaires. Toutefois, ces données de substitution (par exemple, les émissions nationales ou régionales) ne doivent être utilisées qu'en dernier recours, car elles peuvent entraîner la perte de détails spécifiques à la ville. Compte tenu de la nature à relativement court terme de la Mission et de la nécessité connexe d'une action climatique immédiate et urgente, les villes ne devraient pas retarder leurs processus de planification d'action en raison de processus d'inventaire de GES trop détaillés. Une analyse des principaux secteurs d'émission est utile (c'est-à-dire l'énergie stationnaire/les bâtiments, le transport routier et la production/le traitement des déchets) ; toutefois, investir beaucoup de temps et de ressources pour comprendre les sources d'émissions de GES moins répandues (c'est-à-dire le transport non routier, la navigation maritime, etc. Les villes devraient considérer les secteurs dans lesquels elles ont l'intention d'agir et s'assurer que les estimations des émissions de GES pour ces secteurs/sources sont incluses afin que les progrès puissent être suivis. Des orientations méthodologiques plus détaillées sur cette question seront fournies prochainement et garantiront une approche équilibrée qui n'obligera pas les villes à investir beaucoup de temps et de ressources pour comprendre en détail les sources les moins répandues. Les paramètres de base d'un inventaire de GES suffisamment détaillé sont présentés dans le **tableau 4**.

Tableau 4. Les sources et secteurs d'émissions de GES qui doivent être inclus dans l'inventaire des GES d'une ville aux fins de la Mission.

	Émissions directes (Scope 1)	Émissions indirectes (Scope 2)	Émissions hors frontières (scope 3)
Bâtiments	Émissions provenant de tous les bâtiments, installations et infrastructures/équipements permanents (collectivement dénommés "énergie stationnaire" et comprenant les secteurs public, privé, résidentiel et industriel) à l'intérieur des limites de la ville (à l'exclusion des installations enregistrées dans le SCEQE) ³ .	Émissions provenant de l'extérieur des limites de la ville et dues à l'utilisation de l'énergie fournie par le réseau (électricité ou chauffage/refroidissement urbain) à l'intérieur des limites de la ville.	Non applicable
Transport	Émissions provenant des transports routiers et ferroviaires (au minimum) à l'intérieur des limites de la ville ¹ , ventilées par flotte municipale, transports publics, transports privés et commerciaux.	Émissions en dehors des limites de la ville dues à l'utilisation de l'électricité fournie par le réseau pour recharger les véhicules électriques.	Recommandé d'ici 2030
Déchets	Émissions provenant des déchets produits et gérés/envoyés en décharge à l'intérieur des limites de la ville.	Non applicable	Émissions provenant des déchets produits à l'intérieur des limites de la ville mais gérés/envoyés à la décharge en dehors de ces limites.
IPPU	Émissions de GES utilisées dans les processus et produits industriels ou en tant que sous-produits de ceux-ci (si elles sont présentes / significatives) ²	Non applicable	Non applicable
AFOLU	Changements dans les émissions de GES résultant de tout changement dans l'utilisation des terres donnant lieu à des émissions (sources) ou séquestrant (puits) (si significatif) ² .	Non applicable	Non applicable

¹ Les émissions provenant d'autres sous-secteurs du transport tels que le transport hors route, la navigation fluviale, etc. doivent être incluses si elles sont significatives. Il convient toutefois de noter que les émissions associées à ces sous-secteurs devront être réduites d'ici 2030.

² Une source d'émission peut être considérée comme insignifiante si la taille des émissions est inférieure à celle de tout autre sous-secteur qui doit être déclaré. En outre, les émissions combinées de toutes les sources considérées comme négligeables ne doivent pas dépasser 5 % des émissions totales à déclarer. Par exemple, si toutes les sources d'émissions qui doivent être déclarées représentent un million de tonnes de CO₂e, les émissions totales de toutes les sources non significatives ne doivent pas dépasser 5 % de ce chiffre, soit 50 000 tonnes de CO₂e. (voir GCoM 2019)

³ Étant donné que le passage des combustibles fossiles à la biomasse est souvent l'une des premières mesures proposées par les autorités locales pour atteindre la neutralité climatique, il est important que l'énergie de la biomasse soit associée à des émissions nulles uniquement si les gains nets sont égaux ou supérieurs aux pertes nettes, ce qui signifie que les émissions de CO₂ dans l'atmosphère dues à la consommation de l'utilisateur final sont entièrement compensées par l'élimination du CO₂ sur les terres productives, et que cela a été certifié. ⁸

Source : Travail personnel.

Un objectif de neutralité climatique serait typiquement décrit comme un objectif à niveau fixe, c'est-à-dire réduire, ou contrôler l'augmentation des émissions jusqu'à un niveau d'émissions absolu dans une année cible (par exemple, zéro émission nette de GES en 2030) (GPC, 2016).

⁸ L'article 29 de la directive (UE) 2018/2001 (également connue sous le nom de directive sur les énergies renouvelables ou RED) fixe des critères de durabilité et de réduction des émissions de gaz à effet de serre pour les biocarburants, les bioliquides et les carburants issus de la biomasse.

Toutefois, un objectif de neutralité climatique peut également être basé sur un objectif d'émissions pour l'année de référence (par exemple, une réduction de 90 % des émissions de GES d'ici 2030 par rapport aux niveaux de 2005), reconnaissant ainsi explicitement le niveau des émissions résiduelles de l'année cible qui devront être compensées (voir section 3.2). Dans ce cas, il est important d'établir les émissions de l'année de référence d'une manière comparable. Une autre option consiste à fixer un objectif exprimé sous la forme d'un certain niveau d'émissions par habitant et par an, en tenant compte de l'évolution de la population (c'est ce qu'on appelle un objectif d'intensité pour l'année de référence).⁹

Encadré 3 : Comptabiliser les émissions du champ d'application 3 - une possibilité d'aller plus loin

2.5 Comptabilisation des émissions résiduelles

En plus des émissions de GES qui proviennent directement de l'intérieur d'une ville et de celles associées à l'usage des véhicules à émissions de GES, il existe également une variété d'émissions qui se produisent à l'extérieur des limites de la ville, mais qui sont des émissions résiduelles et doivent être comptabilisées. Les exemples de ces autres sources d'émissions de GES :

- Les transports en provenance en dehors de la ville, mais en raison des activités de la ville (par exemple, les déplacements domicile-travail vers et depuis la ville) ;
- Les puits de carbone, définis comme tout réservoir (naturel ou technologique) qui recueille et stocke le CO₂ directement de l'atmosphère, entraînant des émissions négatives. Les puits de carbone, c'est-à-dire la production par des sources naturelles et technologiques à l'intérieur des limites de la ville, peuvent être utilisés pour rendre compte de toute émission résiduelle de GES. Il existe deux options potentielles pour les puits de carbone :
 - Les émissions fugitives et les pertes de transmission de l'énergie livrée à la ville ;
 - "Les puits naturels" font référence à la plantation d'arbres ou à toute autre conversion de déchets produits à l'intérieur de la ville, mais gérés en dehors des limites de celle-ci.

Ces types d'émissions sont collectivement appelés SSP3. Dans la section de la mission plus des formations sous de portée 3 sont incluses dans le gestion des déchets, la plantation d'arbres et dans d'autres changements d'utilisation des terres.

Les autres émissions de portée 3 (telles que celles énumérées ci-dessus) sont exemptées. Cependant, si les villes travaillant à la neutralité climatique souhaitent comptabiliser et inclure d'autres émissions de portée 3 à leur propre discrétion, elles sont invitées à le faire.

Les puits technologiques, connus sous le nom de "Biomass for Energy with Carbon Capture and Storage" (BECCS) et "Direct Air Carbon Dioxide Capture and Storage" (DACCS), peuvent être utilisés pour séquestrer le CO₂ de façon permanente (enfermé dans des formations géologiques) possibilité d'être d'autres sources pour émissions de carbone appliquées dans les villes post-2030, lorsque les principales villes carbone (ADC) ont la neutralité climatique telle qu'elle est actuellement définie.

- Les crédits carbone, définis comme un certificat négociable représentant une tonne de CO₂ ou de CO₂e qui peut être échangé en cas d'excédent ou de déficit d'émissions de GES. L'utilisation de crédits carbone provenant de l'extérieur des limites de la ville pour compenser les émissions résiduelles à l'intérieur des limites de la ville sera soumise à certaines règles et restrictions afin de pouvoir démontrer de manière crédible la neutralité climatique d'une ville (c'est-à-dire en utilisant des crédits/certificats officiels vérifiés et/ou validés selon des normes rigoureuses par des auditeurs tiers certifiés). Ces restrictions visent à éliminer la possibilité d'un "double comptage" et à garantir la transparence et la responsabilité. Les crédits carbone doivent être concentrés sur des projets proches, dans la mesure du possible, dans le cadre de l'initiative de l

⁹ Un autre type de cible possible serait une cible de scénario de référence. De plus amples informations sur les types de cibles sont disponibles dans GPC (2016) ou GCoM (2019).

pays ou au moins au sein de l'Union européenne et fournir une additionnalité et des co-bénéfices concrets (cf. Encadré 5 ci-dessous).

Les technologies d'élimination du dioxyde de carbone (CDR) telles que BECCS et DACCS ne sont pas disponibles à grande échelle à ce jour, et il reste à les tester et à prouver leur viabilité à l'échelle commerciale. La mesure dans laquelle Mission Cities peut s'appuyer sur cette approche pour traiter les émissions résiduelles sera donc probablement très limitée (tout au plus des projets pilotes). Il est également nécessaire de suivre les principes de précaution liés aux impacts et aux risques écologiques et éthiques potentiels de ces technologies jusqu'à ce que des recherches et des tests supplémentaires prouvent qu'elles sont efficaces et sûres. Le C40 et le bureau de la durabilité du maire de la ville de New York (2019) fournissent une définition et un résumé utiles des principes qui peuvent être exposés pour guider ces considérations (voir C40 & NYC Mayor's Office of Sustainability, 2019, pp. 43-45).

Encadré 4. Technologies de captage et de stockage du carbone (CSC) conduisant à l'élimination du dioxyde de carbone (CDR). Il est important que des principes stricts soient appliqués à toute activité de compensation entreprise par Mission Cities. Des conseils utiles sont déjà disponibles, notamment auprès du C40 (2019) et de l'Université d'Oxford (2021) sur le captage et le stockage direct de l'air (DAC). Les principes de l'utilisation des crédits carbone, tels que les principes d'intégrité environnementale, le stockage permanent présenté par le C40 et le CDR Alliance, les principes fondateurs d'Alignement des Offsets (le "Oxford Offsetting Principles") et le "Greenhouse Gas Protocol" de l'Organisation mondiale du Commerce aux institutions financières, présentent les grandes lignes de la manière dont la compensation doit être abordée pour garantir qu'elle contribue à l'avènement d'une société à zéro émission. Le captage direct dans l'air (DAC) est une technologie qui extrait directement le CO₂ de l'air ambiant, qui est ensuite soit converti en un nouveau produit, soit stocké dans des structures géologiques pour être séquestré.

Encadré 5. Principes d'intégrité environnementale pour les projets de crédits carbone (CCP courts)	
Réductions nettes réelles et absolues	des émissions de GES de la ville grâce à l'activité réelle du projet.
Les PCCC supplémentaires	n'auraient pas été réalisés sans l'investissement de la ville (ou l'investissement d'une autre entité au nom de la ville) (remarque : la ville peut acheter des crédits carbone).
Les PCCC permanents	doivent être irréversibles et contrôlés en permanence.
Les PCP mesurables	doivent pouvoir être vérifiées de manière scientifiquement crédible et quantifiées avec précision.
Les CCP vérifiées de manière indépendante	doivent être vérifiées par un vérificateur tiers indépendant et qualifié, soumis à un système d'accréditation établi.
Les contreparties centrales détenues sans ambiguïté	doivent disposer d'une documentation claire sur les droits de propriété, conservée dans un registre sécurisé, avec un maximum d'un crédit associé à une unité d'évitement ou de séquestration des émissions de GES.
Les PCC transparents	et leur numéro d'identification associé doivent être enregistrés de manière publique et transparente.
S'attaquer aux fuites Les PCP	doivent prendre en compte et éviter les fuites potentielles pendant toute la durée de vie d'un projet.

Source : C40 (2019), p. 34 et suivantes.

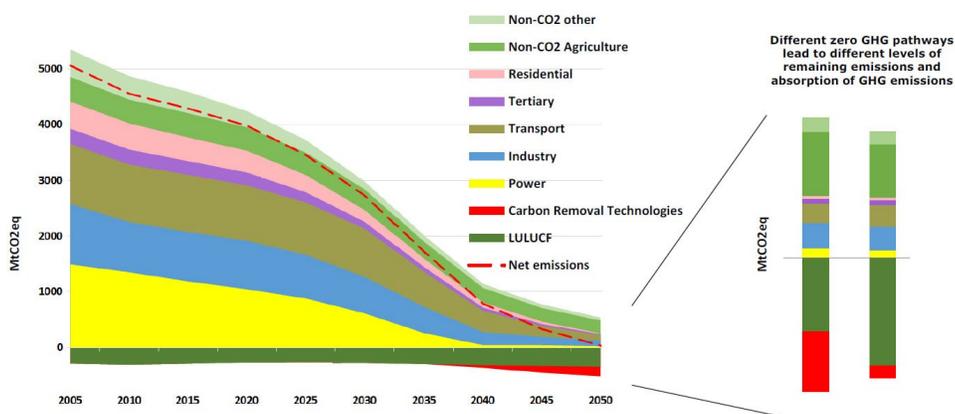
La déclaration séparée des émissions brutes et nettes garantira la transparence des émissions résiduelles annulées par les mécanismes de compensation. Les émissions brutes comprendront toutes les émissions pertinentes dans tous les secteurs couverts sans tenir compte des réductions d'émissions de GES provenant des puits de carbone et des crédits carbone. Les émissions nettes sont calculées en déduisant des émissions brutes les réductions d'émissions de GES des puits de carbone et des crédits de carbone provenant de projets situés en dehors des limites de l'inventaire des GES de la ville, et en ajoutant les émissions de GES provenant des crédits de carbone vendus à l'intérieur des limites de l'inventaire des GES de la ville.

La déclaration des émissions nettes permettra de suivre les progrès des villes participantes vers la réalisation de leur objectif de neutralité climatique. Comme décrit ci-dessus, une fois que tous les puits de carbone et, le cas échéant, les crédits carbone sont comptabilisés, ils devraient au moins correspondre aux émissions résiduelles des sources de GES qu'il n'est pas viable d'éliminer d'ici 2030.

2.6 Feuilles de route sur les émissions de GES

Une "extension" facultative de l'inventaire des GES consiste à élaborer une "feuille de route" sur les émissions de GES. Il s'agit d'un outil utile pour les villes, qui leur permet de comprendre les émissions de GES historiques, actuelles et prévues sur leur territoire et qui peut contribuer à communiquer la nature globale d'un plan d'action climatique. Ce type d'analyse et de graphique (voir la **figure 3**) démontre l'ampleur de la réduction des émissions de GES requise dans chaque secteur tout en servant de vision commune pour le personnel municipal, les élus et les citoyens. Ce type d'analyse peut également contribuer à l'élaboration d'une approche de type "budget carbone", dans laquelle les villes fixent des limites dégressives au niveau des émissions autorisées pour chaque secteur. Ce type d'approche permet de lier les efforts des différents acteurs/départements (par exemple, énergie, transport, planification) et peut aider à répartir la responsabilité de la mise en œuvre des politiques et des actions nécessaires pour atteindre la neutralité climatique.

Figure 3. Trajectoire des émissions de GES dans un scénario à 1,5°C.
Les barres représentent les émissions dans les deux scénarios permettant d'atteindre des émissions nettes nulles en 2050.



Source : Commission européenne, 2108b.

3 Secteurs clés et stratégies de réduction des émissions (côté demande)

3.1 Énergie stationnaire (bâtiments, équipements, installations)

3.1.1 Le champ d'application du secteur des bâtiments

Le secteur des bâtiments comprend toutes les structures, installations ou équipements permanents ou temporaires et l'éclairage public à l'intérieur des limites de la ville. Il s'agit des bâtiments et installations résidentiels, commerciaux, industriels et municipaux/publics. Le type d'impact d'une municipalité sur la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre de ces types de bâtiments varie évidemment, avec un contrôle direct sur les bâtiments/installations appartenant à la municipalité et une influence sur les

autres types de bâtiments (c'est-à-dire par le biais de campagnes comportementales, de mesures réglementaires, d'incitations financières, etc.)

3.1.2 Définition de la "neutralité climatique" pour le secteur des bâtiments

Dans le contexte des bâtiments, la neutralité climatique signifie qu'il n'y a pas de combustion de combustibles fossiles associée au chauffage/refroidissement des bâtiments, et que les émissions résultant de la consommation d'électricité fournie par le réseau et/ou du chauffage/refroidissement urbain sont nulles (c'est-à-dire que les facteurs d'émission pour l'électricité et le chauffage/refroidissement urbain sont de 0 tCO₂e/MWh).

Comme décrit dans la section 3.2 ci-dessus, pour toute source d'émission résiduelle dans les bâtiments (c'est-à-dire pour laquelle il n'est pas possible d'atteindre des émissions nulles), les émissions nettes doivent être compensées. L'énergie intrinsèque/les émissions associées à la construction, aux matériaux, etc. des bâtiments ne sont pas considérées comme une source d'émissions dans le contexte de la Mission.

3.1.3 Atteindre la neutralité climatique dans le secteur de l'énergie stationnaire

À l'échelle de l'UE, les bâtiments représentent 40 % de la consommation d'énergie et 36 % des émissions de GES (Commission européenne, 14 octobre 2021) et constitueront donc une part très importante de l'action de toute ville en matière d'élimination des émissions de GES. Atteindre des émissions nettes nulles dans ce secteur nécessitera une combinaison de mesures :

- des rénovations profondes du parc immobilier existant ;
- construction de bâtiments à haute performance énergétique / énergie nette zéro pour tous les nouveaux bâtiments ;
- l'élimination du chauffage/refroidissement à partir de combustibles fossiles au point d'utilisation, par le biais d'un changement de combustible (en faveur de l'électricité) ou d'un chauffage/refroidissement urbain ; et
- l'approvisionnement des bâtiments en sources d'électricité sans carbone et en chauffage/refroidissement urbain (abordé dans la section 4.4).

Ce n'est que par une combinaison solide d'efforts et d'investissements dans ces aspects que les bâtiments à consommation zéro pourront être atteints. Heureusement, l'UE dispose d'un ensemble de mesures réglementaires, financières et habilitantes qui peuvent soutenir ces transitions. La directive sur la performance énergétique des bâtiments (EPBD), la directive sur l'efficacité énergétique (EED) et la directive sur les énergies renouvelables (RED) ont établi un ensemble de mesures qui créent les conditions d'une amélioration significative de la performance énergétique des bâtiments en Europe. Avec l'avènement de l'EU Green Deal et de l'initiative "Renovation Wave", ainsi que du paquet "Fit for 55 - Delivering the European Green Deal", ces conditions sont encore renforcées pour accélérer l'action et les investissements nécessaires.

Actuellement, la consommation d'énergie primaire dans le parc immobilier de l'UE diminue d'environ 1 % par an (Ipsos Belgium, 2019), ce qui signifie que la plupart des villes souhaitant atteindre la neutralité carbone d'ici 2030 devront augmenter considérablement les taux de "rénovation énergétique profonde" pour être en mesure de gérer la demande énergétique des bâtiments. Toute consommation d'énergie résiduelle devra être satisfaite par des sources d'énergie renouvelables (électricité et chauffage/refroidissement urbain). Les scénarios énergétiques indiquent actuellement que la part de l'électricité renouvelable pour les États membres de l'UE28 se situe entre 48 % et 70 % d'ici 2050, contre 31 % actuellement (Tsiropoulos et al., 2020). Ainsi, à l'instar des taux de rénovation énergétique, les villes devront augmenter la production locale d'énergie renouvelable et/ou accroître l'achat d'électricité verte certifiée pour atteindre les objectifs de la mission.

Avec l'augmentation des températures moyennes annuelles et des pics de température en été dans de nombreuses villes européennes, on peut également s'attendre à une augmentation de la consommation d'énergie annuelle et des pics de demande en été liés à la climatisation. La gestion de cette charge supplémentaire par le déploiement et l'application d'exigences minimales en matière de performance énergétique des technologies de refroidissement et l'installation de sources d'énergie renouvelables (par exemple, l'énergie photovoltaïque) pour fournir l'électricité supplémentaire prévue seront essentielles pour garantir qu'aucune émission supplémentaire de GES ne se produira en raison des besoins supplémentaires en refroidissement.

3.1.4 Rénovations profondes du parc immobilier existant

35% du parc immobilier actuel de l'UE a plus de 50 ans (Zangheri et al., 2021) et est relativement inefficace sur le plan énergétique, ce qui offre un énorme potentiel d'amélioration. Cependant, en moyenne,

seulement 1% des bâtiments résidentiels font actuellement l'objet d'une rénovation énergétiquement efficace chaque année et le taux annuel de rénovations profondes n'est que d'environ 0,2% (Ipsos Belgique, 2019). Alors que la "vague de rénovation" de l'UE vise à doubler le taux de rénovation au cours des dix prochaines années, des programmes plus ambitieux devront être conçus par les villes visant à atteindre la neutralité climatique d'ici 2030.

Parmi les rénovations qui ont été entreprises dans l'UE, la plupart sont des rénovations "par étapes" (c'est-à-dire des rénovations mineures et progressives, et non des révisions complètes de bâtiments), avec peu d'économies d'énergie primaire (Ipsos Belgique, 2019). Les rénovations " légères " et " moyennes " avec des rapports coûts/avantages favorables sont plus répandues que les rénovations " profondes ", ce qui signifie qu'en général, seules des économies d'énergie marginales sont réalisées. Économies moyennes d'énergie primaire par logement

rénovation entre 2012 et 2016 étaient d'environ 9%, tandis que les économies pour les rénovations non résidentielles étaient de 17% (Ipsos Belgium, 2019).

Ainsi, les villes devront trouver des moyens d'encourager, d'imposer et de mettre en œuvre des rénovations énergétiques "profondes" pour faire une différence significative dans la consommation d'énergie et les émissions qui en résultent dans les bâtiments à long terme. Ce type de rénovation se heurte généralement à des obstacles économiques que les villes doivent surmonter. Pour les bâtiments/installations appartenant aux villes et gérés par elles, cela peut être relativement simple et être réalisé directement ou en partenariat avec le secteur privé (par exemple, les ESCO et les EPC). Pour les autres bâtiments/installations dans le secteur résidentiel et commercial, la ville devra user de son influence par le biais d'incitations financières, de règlements, d'assistance technique, de guichets uniques pour la rénovation des bâtiments et d'autres mécanismes de financement innovants afin de stimuler le niveau de rénovation nécessaire.

Pour qu'une ville puisse financer une montée en gamme significative des rénovations énergétiques, il est probable qu'elle doive mettre en œuvre une série de sources de financement traditionnelles et non traditionnelles/innovantes ⁽¹⁰⁾. Certaines de ces options sont les suivantes (Bertoldi et al., 2021) :

— *Traditionnel et bien établi :*

- Aides et subventions
- Incitations fiscales
- Prêts

— *Testé et en croissance :*

- Obligations en matière d'efficacité énergétique
- Sociétés de services énergétiques (ESCO) et contrats de performance énergétique (EPC)
- Accord sur les services énergétiques (ASE)

— *Nouveau et innovant :*

- Financement sur facture (OBF)
- Financement de l'énergie propre évaluée par la propriété (PACE)
- Hypothèques sur l'efficacité énergétique
- Tarifs de rachat de l'efficacité énergétique
- Impôt foncier progressif
- Magasins à guichet unique
- Crowdfunding

Le **tableau 5** présente une liste des types d'actions/interventions permettant de rénover ou d'améliorer l'efficacité énergétique du parc immobilier et des installations d'une ville.

Encadré 6 : Goulets d'étranglement jusqu'à preuve du contraire : le cas des bâtiments historiques et de la rénovation énergétique

¹⁰ Une description détaillée des options de financement disponibles pour les villes qui tentent de mettre en œuvre des politiques d'efficacité énergétique des bâtiments historiques sont la marque de fabrique de nombreuses villes européennes. Cependant, le niveau d'inefficacité énergétique contribue à un pourcentage important des émissions de GES (www.3encult.eu). L'amélioration de la performance énergétique des quartiers historiques et de leurs bâtiments est un exercice d'équilibre entre le maintien de leur importance patrimoniale et l'autorisation d'installer des mesures de modernisation, ce qui nécessite de jongler avec des exigences généralement contradictoires (c'est-à-dire le confort intérieur et la conservation des matériaux, les économies d'énergie et le caractère architectural du bâtiment). Les aspects critiques sont la compatibilité, la réversibilité et le caractère invasif.

En raison des défis supplémentaires et des possibilités importantes de réduction de la consommation d'énergie primaire, les bâtiments historiques ont fait l'objet de lignes de R&I spécifiques, y compris un certain nombre de projets européens. En voici quelques exemples représentatifs :

- [FFFESUS \(cordis.europa.eu/project/id/314678\)](http://www.fffesus.eu/project/id/314678) le projet a examiné trois mesures de modernisation (Eriksson et al., 2014) :

1. l'amélioration de la performance thermique du tissu du bâtiment et des services techniques du bâtiment ;
2. des améliorations dans la gestion énergétique des bâtiments ;
3. la décarbonisation de l'approvisionnement énergétique par la production d'énergie à partir de sources renouvelables, qu'elles soient adaptées à des bâtiments individuels ou à des groupes de bâtiments, ou installées en tant que systèmes de quartier ou de district (Interreg Europe, 2020).
 - 3ENCULT (www.3encult.eu) : le projet démontre la faisabilité d'une réduction de la demande énergétique allant du "facteur 4" au "facteur 10", selon le cas et la valeur patrimoniale du bâtiment, en suivant une approche multidisciplinaire (Trois, 2016). Les cibles comprennent la qualité de l'air, le confort visuel et thermique ; les types de bâtiments comprennent des écoles, des musées et des bâtiments résidentiels ; les stratégies comprennent des fenêtres étanches et isolantes, des ponts thermiques réparés, des systèmes de chauffage à basse température et l'optimisation de la lumière du jour.
 - VIOLET (www.interregeurope.eu/violet) : le projet identifie les bonnes pratiques de rénovation à travers l'Europe pour améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments patrimoniaux, développer des plans d'action et améliorer les politiques régionales et les instruments politiques du Fonds européen de développement régional. Les résultats habitants comprennent des modèles de calcul pour cartographier la durabilité d'un bâtiment en combinaison avec sa valeur historique, et des lignes directrices pour utiliser les ressources locales afin d'améliorer la performance énergétique et le confort (Interreg Europe, 2020).
 - RIBuild (<https://cordis.europa.eu/project/id/637268>) : le projet se concentre sur l'isolation thermique interne, qui est peut-être la mesure de modernisation la plus difficile à mettre en œuvre dans les bâtiments historiques. Les résultats escomptés sont les suivants :
 1. savoir comment et dans quelles conditions l'isolation thermique interne peut être mise en œuvre dans les bâtiments historiques, sans compromettre leur valeur architecturale et culturelle, sans risque de développement de moisissures et avec un niveau de sécurité acceptable contre la détérioration et l'effondrement des structures lourdes des murs extérieurs ;
 2. des outils en ligne applicables aux bâtiments historiques dans toute l'Europe (Cordis, 2020) et comprenant des capacités d'évaluation stochastique du cycle de vie et de calcul des coûts (Baldoni et al., 2021).

Des défis supplémentaires se posent dans le cas de bâtiments historiques appartenant à des particuliers ou à plusieurs propriétaires, pour lesquels des considérations spécifiques doivent être envisagées (Sharing Cities, 2020). Dans ce mélange varié de défis, la conservation des bâtiments historiques et la protection du climat ne sont pas antagonistes : les bâtiments historiques ne survivront que s'ils sont maintenus en tant qu'espaces de vie. Les villes sont donc encouragées à s'engager dans une rénovation complète du parc immobilier afin de protéger les symboles vivants du riche patrimoine culturel et de la forte identité nationale de l'Europe.

3.1.5 Nouvelle construction

En raison de l'existence de l'initiative européenne Nearly Zero Energy Buildings (NZEB) ⁽¹¹⁾, la performance énergétique des nouveaux bâtiments est désormais obligatoire dans toute l'Europe. Tous les nouveaux bâtiments doivent être NZEB à partir de 2021, tandis que les nouveaux bâtiments publics doivent être NZEB depuis 2018. Bien que les États membres appliquent diverses conditions au NZEB - en utilisant des plans nationaux de bâtiments à énergie quasi nulle (Commission européenne, 2018a), la performance énergétique des nouveaux bâtiments dans toute l'UE est désormais élevée de manière fiable. L'utilisation des énergies renouvelables pour répondre à toute demande restante (non satisfaite par l'efficacité énergétique) est désormais un thème commun à la mise en œuvre des NZEB. En outre, les "bâtiments à énergie positive" (PEB12), les bâtiments à zéro carbone (ZCB13) et les quartiers à zéro énergie (ZED14) occupent une place de plus en plus importante.

Compte tenu de ce qui précède, les villes n'ont guère d'autre action à mener que de faire respecter ces exigences, le cas échéant. Les plans directeurs et les décisions stratégiques concernant le remplacement du parc immobilier ancien et inefficace sur le plan énergétique par de nouveaux bâtiments (c'est-à-dire le réaménagement des friches industrielles) peuvent maximiser l'impact net sur l'énergie et les émissions de la rotation des bâtiments.

3.1.6 Électrification des bâtiments

L'élimination du chauffage aux combustibles fossiles au point d'utilisation de tous les bâtiments devra être un pilier essentiel de la stratégie de toute ville visant à éliminer les émissions de GES. Actuellement, 75 % du

chauffage dans l'UE est assuré par des combustibles fossiles au point d'utilisation.

¹¹ Nearly Zero Energy Buildings est le niveau de performance énergétique minimum en Europe pour tous les nouveaux bâtiments à partir de 2021. Un NZEB est défini comme un bâtiment à haute performance énergétique, dont la demande énergétique minimale doit être couverte par des sources d'énergie renouvelables, produites sur place ou à proximité.

¹² Les bâtiments à énergie positive sont ceux qui produisent de l'électricité, couvrent leurs besoins en chauffage et en climatisation et contribuent à la stabilité du réseau ou, en d'autres termes, ceux dont la consommation énergétique nette est négative sur une année type.

¹³ Les bâtiments à zéro émission de carbone sont des bâtiments dont les émissions nettes de carbone sont nulles sur une période d'un an.

¹⁴ Un district à énergie zéro est constitué d'un groupe de bâtiments dont l'objectif est d'atteindre une énergie nulle ou positive, où la demande d'énergie résiduelle est satisfaite par l'utilisation d'énergies renouvelables.

combustion de combustibles (Kavvadias et al., 2019). La conversion des chaudières, fours, etc. aux nouvelles technologies (c'est-à-dire les pompes à chaleur) offre un double avantage, à la fois en améliorant l'efficacité de la production de chaleur et en éliminant les émissions directes de GES au point d'utilisation (ce qui améliore également la qualité de l'air local). D'une manière générale (en fonction du facteur d'émission actuel pour l'électricité du réseau), cela se traduira déjà par une réduction des émissions de GES dans la plupart des États membres, et à mesure que les réseaux électriques continueront à se décarboniser, des réductions encore plus importantes seront réalisées. Les taux actuels d'électrification du chauffage dans les États membres varient entre 3 % et 32 % (Kavvadias et al., 2019).

On estime que les villes ayant une forte proportion de chauffage décentralisé à combustible fossile pourraient réduire leurs émissions de GES de 10 à 15 % par le seul déploiement de pompes à chaleur, et de 8 % supplémentaires si la demande de pompes à chaleur est satisfaite par de l'électricité neutre en carbone (Thomassen, 2021). Dans certains cas, notamment lorsque l'intensité carbonique de l'électricité reste élevée, le déploiement des pompes à chaleur peut être coûteux, de l'ordre de 200 à 300 EUR/tCO₂. La décarbonisation des réseaux électriques améliore le rapport coût/bénéfice de la pompe à chaleur en tant que mesure d'atténuation.

Tableau 5. Actions municipales pour le secteur des bâtiments

Famille d'action	Exemples d'actions	Description	Liens vers des études de cas
Règlement intérieur	Permis de rénovation	Les règlements sur la performance énergétique peuvent être utilisés par les villes pour s'appuyer sur les codes établis par les niveaux supérieurs de gouvernement.	Helsinki, FI
	Exigences de planification pour les nouvelles constructions	Règlements renforçant les exigences en matière d'efficacité énergétique et d'énergie renouvelable pour les nouveaux bâtiments.	Boffalora Sopra Ticino, IT
	Électrification des bâtiments	Règlement pour l'électrification des appareils pendant la rénovation/construction	
	Audits énergétiques	Audits énergétiques obligatoires pour certains types/tailles de bâtiments commerciaux/industriels	Bolbaite, ES
Réduire la consommation d'énergie et les émissions des bâtiments et installations publics.	Audits énergétiques et rénovations	Réalisation d'audits énergétiques et de rénovations de bâtiments publics.	Murcia, ES
	Contrat de performance énergétique	Désigner une entreprise de services éconergétiques pour entreprendre des projets d'efficacité énergétique et d'énergie renouvelable.	Vantaa, FI
	Éclairage public à LED	Conversion de l'éclairage public des rues et d'autres éclairages extérieurs du sodium traditionnel aux technologies LED	Ostrava, CZ
Influencer le changement de comportement	Financer des audits énergétiques / rétro-commissioning	Encourager / financer les audits énergétiques (et la mise en service des systèmes de gestion des bâtiments) pour les bâtiments commerciaux et résidentiels en tant que service.	Gijón, ES Rubí, ES Vedelago, IT

Famille d'action	Exemples d'actions	Description	Liens vers des études de cas
	Campagnes d'information / incitations	Encourager les améliorations/rénovations énergétiques des bâtiments et les comportements visant à réduire la consommation d'énergie et à stimuler la production d'énergie renouvelable.	Étude de cas de la ville de Slagelse (DK) (pg. 32-33)
Mécanismes fiscaux	Prêts	Prêts sans intérêt, financement sur facture, etc.	Bree, BE
	Incitations	Mesures incitatives - pour améliorer le classement énergétique des bâtiments résidentiels et tertiaires	A Guarda, ES
	Subventions	Octroi de subventions aux propriétaires de maisons / au secteur privé pour la mise en œuvre d'actions en matière d'efficacité énergétique / d'énergies renouvelables	Neerpelt, BE Grand Lyon, FR Varsovie, PL Subventions pour la rénovation énergétique Bruxelles

Source : Travail personnel.

3.2 Transport

3.2.1 Le champ d'application du secteur des transports

Le secteur des transports comprend toutes les activités liées à la mobilité dans la ville. La grande majorité des émissions de ce secteur provient généralement du transport routier, mais d'autres sources incluent la navigation fluviale, le rail, le transport aérien et le transport hors route. Pour les transports ferroviaire, aérien et fluvial, il faut prendre en compte les trajets entièrement confinés dans les limites de la ville (origine et destination). Il convient également de rendre compte et de traiter les composantes intérieures des trajets régionaux ou internationaux, telles que les composantes d'atterrissage et de décollage (LTO) des vols régionaux ou internationaux. Ce secteur couvre toutes les typologies de transport, du transport privé (y compris commercial) aux services publics. La ville est responsable de toute la réglementation du trafic et de l'infrastructure de transport à l'intérieur des limites de la ville, exerçant une influence critique sur la gestion des transports.

3.2.2 Définition de la neutralité climatique pour le secteur des transports

Les voitures, les camions, les bus, les camionnettes et les cyclomoteurs, les équipements mobiles et les machines produisent des émissions de GES directement en brûlant du carburant ou indirectement en consommant de l'électricité fournie par le réseau (pour charger les véhicules électriques). Par conséquent, dans le secteur des transports, la neutralité climatique est atteinte en réduisant à zéro toutes les émissions provenant de la combustion de combustibles fossiles traditionnels dans les activités de transport ainsi que les émissions indirectes provenant des sources d'énergie primaire (par exemple, la production d'électricité) ou les émissions provenant du processus de production de carburants alternatifs propres (par exemple, l'hydrogène).

Du point de vue de la comptabilisation des émissions, les émissions associées à la fabrication des véhicules (à moins qu'elles n'aient lieu sur le territoire de la ville) relèveraient de ce que l'on appelle le champ d'application 3 ou émissions hors frontières et ne sont actuellement pas prises en compte dans le cadre de la présente mission jusqu'en 2030.

3.2.3 Émissions de GES du secteur des transports - Situation actuelle

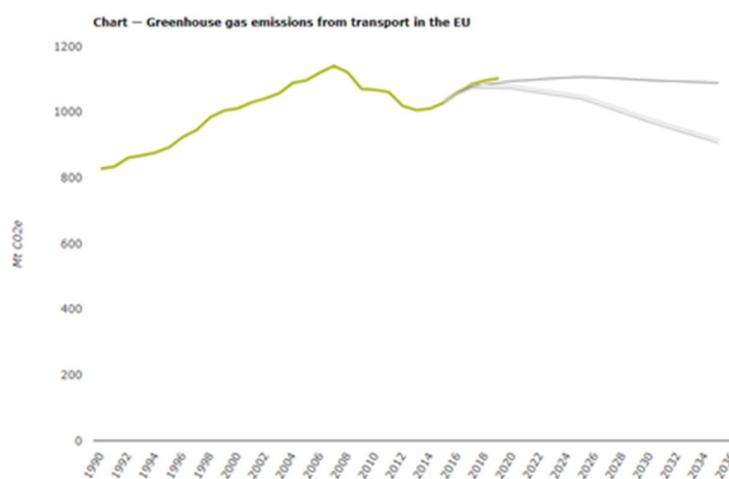
La réduction des émissions de GES du secteur des transports occupe une place centrale dans la stratégie de la Commission européenne contre le changement climatique. Dans le cadre de la stratégie à long terme

dans le secteur des transports, le Livre blanc sur les transports (Commission européenne, 2011) fixait déjà en 2011 un objectif ambitieux de réduction des émissions de 60 % pour le secteur des transports (pour l'année 2050 par rapport à 1990). Le "Green Deal" européen a considérablement augmenté l'ambition en fixant un objectif de réduction des émissions de GES de 90% pour les transports d'ici 2050. Dans ce contexte, la communication sur la stratégie pour une mobilité durable et intelligente (Commission européenne, COM(2020)789) a identifié les principales actions nécessaires pour atteindre cet objectif. Une action cohérente est nécessaire à tous les niveaux, les villes jouant un rôle important dans la mise en œuvre de la stratégie.

un rôle important pour inverser la tendance observée ces dernières années. La stratégie vise à développer un secteur des transports adapté à une économie propre, numérique et moderne. Les objectifs comprennent l'augmentation de l'adoption de véhicules à émission zéro, la mise à disposition de solutions alternatives durables pour le public et les entreprises, le soutien à la numérisation et à l'automatisation, et l'amélioration de la connectivité et de l'accès.

Selon l'Agence européenne pour l'environnement (Agence européenne pour l'environnement, 13 avril 2021), le secteur des transports intérieurs était en 2019 le deuxième contributeur aux émissions européennes de GES (22,98%), le transport routier contribuant à la grande majorité des émissions (95%). Contrairement à la tendance générale à la baisse des émissions dans l'UE, les émissions de GES liées au transport ont augmenté en 2018 et 2019. Les projections nationales compilées par l'AEÉ suggèrent que les émissions liées aux transports en 2030 resteront supérieures aux niveaux de 1990, même avec les mesures actuellement prévues dans les États membres. Des mesures supplémentaires et plus ambitieuses sont nécessaires, en particulier pour le transport on- routier.

Figure 4. Émissions de GES dues aux transports dans l'UE (UE-27).

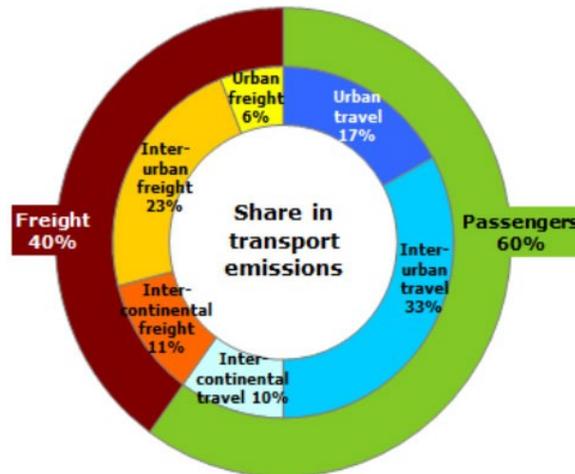


Source : Agence européenne pour l'environnement, 18 décembre 2020.

La Commission européenne, dans son appel à l'action sur la logistique urbaine (Commission européenne, 2013), a identifié qu'environ 23% des émissions liées au transport dans l'UE sont attribuables au transport dans les zones urbaines. La mobilité urbaine représente 17% du volume total du transport de passagers et le fret urbain est l'équivalent de 6% de l'activité totale de fret.

Ces chiffres et les tendances prévues suggèrent qu'il est peu probable que le secteur des transports atteigne les réductions d'émissions nécessaires pour réaliser les objectifs actualisés de l'UE pour 2030 (ou la neutralité climatique d'ici 2050) sans un changement radical de la politique de mobilité urbaine. À cet effet, la Commission présentera un cadre révisé pour la mobilité urbaine en décembre 2021.

Figure 5. Émissions de CO₂ dues aux transports dans l'UE.



Source : Commission européenne, 2013.

L'évaluation ex-post de l'impact du Paquet Mobilité Urbaine 2013 dans la promotion d'un transport urbain plus propre et plus durable suggère que des opportunités significatives restent inexploitées dans la poursuite de modes de transport urbain plus durables et que des actions supplémentaires sont nécessaires (Commission européenne, Evaluation du Paquet Mobilité Urbaine 2013 SWD/2021/0047 final). En s'appuyant sur des solutions éprouvées et en les transposant à plus grande échelle, les "Mission Cities" montreront comment cette transition peut être réalisée.

3.2.4 Atteindre la neutralité climatique dans le secteur des transports urbains

Les villes peuvent se référer aux principaux cadres politiques européens pour définir la vision de leurs actions en faveur de la neutralité climatique des transports. La stratégie européenne en faveur d'un transport urbain plus durable et de la décarbonisation est principalement exposée dans le Green Deal européen (Commission européenne, Transport and the Green Deal), notamment à travers la stratégie pour une mobilité durable et intelligente (Commission européenne, 2020a). Dans cette stratégie, les villes sont identifiées comme des acteurs clés pour réduire les émissions de GES liées au transport.

La stratégie pour une mobilité durable et intelligente fixe un certain nombre d'objectifs et identifie des domaines d'action clés qui ont des implications différentes pour les villes. Les mesures comprennent l'encouragement de l'adoption de véhicules à émissions nulles et de carburants renouvelables/à faible teneur en carbone, ainsi que des infrastructures correspondantes, la promotion d'une mobilité urbaine saine et durable (par exemple en développant des infrastructures cyclables supplémentaires au cours des dix prochaines années) et l'écologisation du transport de marchandises.

Sur un thème similaire, la directive sur les véhicules propres (directive (UE) 2019/1161) est l'une des principales initiatives législatives européennes traitant du transport urbain, visant à fournir un cadre pour augmenter la demande et encourager le déploiement de véhicules propres.¹⁵

Pour garantir l'adoption progressive des bus à zéro émission, la Commission européenne a fixé des objectifs nationaux concernant le pourcentage minimum de véhicules propres pour l'ensemble des marchés publics d'un État membre. Dans le cas des autobus propres, au moins la moitié de l'objectif d'achat doit être atteint dans chaque période par l'achat d'autobus à émission zéro. Dans le cas des véhicules légers (voitures et camionnettes), les objectifs pour les EM vont de 17,6% à 38,5%. Ces objectifs doivent être atteints au cours de deux périodes de référence se terminant en 2025 et en 2030. Les États membres ont la possibilité de répartir les efforts sur leur territoire en fonction des caractéristiques des territoires et de leur cadre de politique des transports. Les autorités locales sont encouragées à concentrer leurs efforts dans les zones particulièrement touchées par la pollution atmosphérique et sonore et à veiller à ce que l'effort financier nécessaire pour décarboniser la flotte publique n'entraîne pas une augmentation des prix ou une réduction de la disponibilité des transports publics. À cet égard, il est souligné que la promotion de l'utilisation de véhicules propres et non polluants doit être encouragée.

¹⁵ La définition d'un véhicule propre dépend de la nature et de l'usage du véhicule. Les véhicules légers (voitures particulières ou fourgonnettes) sont considérés comme propres lorsqu'ils n'émettent pas plus de 50g/km de CO₂ et jusqu'à 80% des limites d'émissions en conduite réelle (RDE) applicables pour les NOx et les PN (nombre de particules). Dans le cas des véhicules utilitaires lourds, tout camion ou bus qui utilise l'hydrogène, les batteries électriques (y compris les hybrides rechargeables), le gaz naturel (GNC et GNL, y compris le biométhane), les biocarburants liquides, les carburants synthétiques et paraffiniques, le GPL, comme vecteur énergétique est considéré comme propre.

devrait toujours s'accompagner de l'amélioration et du développement du service de transport public, de sa planification, de sa disponibilité et de sa connectivité avec les autres modes.

Pour maximiser l'impact de ces investissements, les États membres sont vivement encouragés à promouvoir et à soutenir l'élaboration de plans de mobilité urbaine durable (SUMP) pour les autorités locales. Ces plans abordent les principaux aspects de la mobilité urbaine, tels que la pollution, la mortalité routière ou le changement climatique, dans le contexte de l'ensemble de la zone urbaine fonctionnelle, en proposant des solutions aux principaux défis et une coopération entre les différentes institutions et parties prenantes. En outre, les SUMP constituent une référence utile pour l'évaluation des initiatives de transport urbain, depuis l'évaluation de la meilleure feuille de route à suivre pour améliorer la mobilité au sein de la ville jusqu'à la compréhension de la manière dont la mise en œuvre de ces actions améliore le paysage de la mobilité urbaine. Les villes de mission peuvent et doivent faire de leurs SUMP une partie intégrante de leurs contrats de ville climatique (voir la partie I de ce document, section 1.2 ci-dessus).

Le déploiement de véhicules propres va de pair avec le déploiement d'infrastructures pertinentes. À cet égard, il convient de mentionner la directive sur les infrastructures pour carburants de substitution, adoptée en 2014, qui exige des États membres qu'ils mettent en place des cadres stratégiques nationaux pour le développement des marchés des carburants de substitution et le déploiement des infrastructures pertinentes. La disposition de la directive EPBD visant à garantir que les parkings des bâtiments résidentiels et non résidentiels soient progressivement équipés de points de recharge pour les véhicules électriques est également pertinente.

Si l'objectif global est de réduire les émissions totales de CO₂ du transport urbain, plusieurs objectifs partiels peuvent être combinés afin d'atteindre un objectif de réduction ambitieux :

- Du point de vue technologique, le transfert de la consommation de carburant des technologies conventionnelles vers des options sans carbone ou neutres en carbone entraînerait une réduction directe des émissions. Parmi les exemples, citons les véhicules électriques (mais aussi les tramways, les trolleybus et les trains de banlieue), l'hydrogène et les piles à combustible ou les carburants synthétiques, pour autant que l'énergie nécessaire à la production d'électricité ou de carburants de substitution soit elle-même à faible teneur en carbone.
- Pour les transports publics, une transition vers des bus et des trains urbains entièrement neutres en carbone (tout en améliorant la qualité du service) pourrait offrir une alternative aux voitures particulières, tout en contribuant à la réduction des émissions de CO₂.
- Des mesures législatives, telles que la constitution de zones d'émission zéro, peuvent limiter de manière drastique l'accès des véhicules à combustion interne aux zones urbaines.
- La promotion des transports publics, du vélo et de la marche peut accélérer le transfert modal vers des modes plus propres, avec des avantages supplémentaires en termes de santé, de congestion, d'accidents et de bruit. La mise en place d'infrastructures cyclables appropriées et l'abaissement des limitations de vitesse permettront à davantage de personnes de se déplacer et de faire la navette à vélo.
- Pour le fret urbain, des options vertes de livraison du dernier kilomètre sont disponibles, notamment la distribution par fourgonnettes électriques ou par vélos-cargos.
- Les nouvelles technologies et les nouveaux modèles d'entreprise tels que le télétravail, les achats en ligne et la santé en ligne peuvent réduire le nombre total de déplacements et permettre de réaliser d'importantes économies en termes d'émissions.
- De la même manière, les solutions émergentes dans les domaines de la micromobilité et de la mobilité en tant que service (MaaS) peuvent - sous certaines conditions - réduire l'empreinte carbone de la mobilité et stimuler l'innovation.
- Les nouvelles technologies ou les nouveaux modèles commerciaux de mobilité urbaine peuvent également contribuer à orienter la demande vers des options ayant une empreinte carbone plus faible. Par exemple, les applications permettant l'utilisation partagée de vélos, de voitures électriques ou de cyclomoteurs électriques peuvent apporter des solutions à de nombreux besoins de mobilité et contribuer à éviter la possession d'une voiture.

L'intégration et l'interaction de l'aménagement du territoire et de la planification des transports peuvent influencer l'utilisation des transports privés, et donc les émissions de GES, dans les aménagements existants et prévus. La forme urbaine d'une ville a un effet direct sur les mesures qui seraient les plus efficaces pour atteindre la neutralité climatique. La compacité d'une ville et la répartition de la population influencent le potentiel de développement d'un réseau de transport public durable. La planification du développement urbain futur en tenant compte des besoins en matière de transports publics (c'est-à-dire le développement axé sur le

transport en commun, TOD16) peut garantir que les solutions de transport en commun disposent de la masse critique nécessaire pour offrir une alternative à l'utilisation de la voiture. L'amélioration de la marchabilité et la mise en place de pistes cyclables sûres et séparées dans une ville peuvent encourager des déplacements plus actifs.

¹⁶ Concept de développement axé sur le transport en commun (TOD) tel qu'il a été étudié à l'origine par Calthorpe (1993) : "communauté à usage mixte située à une distance moyenne de 2 000 pieds à pied d'un arrêt de transport en commun et d'une zone commerciale centrale. Les TOD mélangent des usages résidentiels, commerciaux, de bureaux, d'espaces ouverts et publics dans un environnement propice à la marche, ce qui permet aux résidents et aux employés de se déplacer en transport en commun, à vélo, à pied ou en voiture. "

le transport. Il est important de concevoir des politiques de décarbonisation qui soient cohérentes avec les diverses typologies de villes. Les autorités locales doivent être conscientes des navetteurs qui viennent chaque jour de zones résidentielles situées en dehors des limites administratives afin de coordonner les mesures de décarbonisation avec les administrations locales environnantes et de proposer des moyens de transport alternatifs tout en travaillant avec les employeurs pour encourager de nouveaux comportements.

Tableau 6. Principales familles d'actions en matière de mobilité urbaine

Exemples d'actions	Description	Études de cas
Mobilité active		
Promouvoir la marche et le vélo	Restriction de l'accès des véhicules au centre-ville, suppression des places de stationnement sur la voie publique, augmentation des zones piétonnes et des pistes cyclables.	Oslo, Norvège.
Transports publics (PT)		
Augmenter la fréquence et la fiabilité des PT	L'introduction de lignes de bus à haute fréquence et à faibles émissions réduit la pollution et les encombrements.	Funchal, Portugal.
Améliorer la perception des transports publics par le public	Campagnes de communication visant à améliorer l'opinion des citoyens sur la fiabilité et la sécurité des transports publics	Gdansk, Pologne.
Transport gratuit de passagers	Explorer les avantages et les inconvénients de la gratuité des transports de passagers	Luxembourg, Hasselt, Dunkerque, Tallin
Mobilité partagée		
Intégration du covoiturage dans l'autorité de transport public	Intégration du covoiturage pour augmenter le taux d'occupation des voitures privées dans les zones d'activité.	Toulouse, France. Craiova, Roumanie
Bus autonomes	Liaisons entre les quartiers urbains et périurbains par des bus électriques autonomes	Aalborg, Danemark.
Transport privé		
Véhicules à émissions zéro (électriques)	Réseau de recharge pour véhicules électriques	Stockholm, Suède
Véhicules à émission zéro (H2)	Développement de solutions basées sur l'hydrogène (réseau de stations de ravitaillement)	Allemagne

Collaboration/ Coordination des transports		
Exemples d'actions	Description	Études de cas
Plan de transport	Plan pour améliorer la santé des citoyens et promouvoir les modes actifs	Londres, Royaume-Uni
Gestion de la mobilité	Coordination avec les employeurs pour optimiser la mobilité liée au lieu de travail	Amsterdam, Pays-Bas.
Urbanisme		
Superblocks	Limitation du trafic non local dans les zones résidentielles, combinée à des méthodes de modération du trafic au sein de groupes de blocs résidentiels et à l'ajout de nouvelles rues vertes.	Barcelone, Espagne
Infrastructures de transport durables nécessaires à l'émission de nouveaux permis de construire	Les nouveaux bâtiments et zones urbaines de la ville doivent être accessibles par des modes de transport propres.	
Réglementation de l'accès des véhicules	Mise en œuvre d'une zone de tarification de la congestion	Stockholm, Suède.
Logistique urbaine		
Une logistique du fret urbain propre et efficace	Centre de consolidation avec véhicules électriques et réglementations locales pour une logistique de fret urbain propre	Madrid, Espagne https://civitas.eu/mobility-solutions/consolidation-centre-with-electric-vehicles-and-local-regulations-for-clean
Micro-dépôt	Approche micrologistique de la distribution du fret urbain	Francfort, Allemagne.
Utilisation de vélos-cargos	Promouvoir et subventionner l'achat de vélos-cargos par les entreprises de livraison pour assurer la livraison du dernier kilomètre dans la ville.	Berlin, Allemagne. Introduction à grande échelle des vélos-cargos en Europe
Casiers urbains	Installation de points de dépôt permettant d'éviter les échecs de livraison et de distribution aux heures de pointe.	Berlin, Allemagne.

Source : Travail personnel.

3.3 Déchets

La gestion des déchets et des eaux usées est un élément essentiel d'une stratégie de neutralité climatique à part entière, qui doit traiter les émissions de gaz à effet de serre associées à l'élimination et au traitement des déchets et des eaux usées produits dans les limites de la ville. Les actions dans ce secteur devront viser à prévenir ou à minimiser la production de déchets et les impacts négatifs de la collecte, de la récupération, de l'élimination et du traitement des déchets et des eaux usées. Les émissions de gaz à effet de serre dans ce secteur proviennent en particulier

- la consommation d'énergie sur place dans les installations de traitement des déchets et des eaux usées (par exemple, l'électricité utilisée pour le pompage, le gaz naturel pour le chauffage, etc) ;
- l'énergie utilisée pour le transport des déchets vers et depuis les installations (par exemple, le diesel utilisé dans les véhicules de collecte des déchets) ainsi que les véhicules tout-terrain utilisés dans les installations¹⁸ ;
- la décomposition des déchets solides et la dégradation anaérobie des eaux usées dans les installations.

En ce qui concerne la gestion des déchets, la planification stratégique visant à atteindre la neutralité climatique d'ici 2030 nécessitera d'identifier la quantité de déchets générés (catégorisés par différents types de production) ainsi que les filières de traitement efficaces (comment et où ils sont traités). Cela affecte la composition des déchets, le type et la quantité de GES émis et la quantité de polluants atmosphériques rejetés dans l'atmosphère associés à toute activité liée aux déchets. Par exemple, l'élimination des déchets solides est une source importante de méthane, dont la contribution aux émissions mondiales annuelles de GES anthropiques s'élève à 3 ou 4 % (Pipatti et al., 2006) et dure plusieurs décennies après l'élimination. Les émissions supplémentaires comprennent le CO₂ biogénique et de plus petites quantités d'oxyde nitreux ainsi que d'autres composés organiques volatils non méthaniques, des oxydes d'azote et du monoxyde de carbone (GCoM, 2019). Le potentiel d'altération du climat dépend également du fait que les déchets solides sont éliminés sur des sites gérés (par exemple, des décharges sanitaires et des décharges gérées) ou des sites non gérés (par exemple, des décharges ouvertes, y compris des piles en surface, des trous dans le sol et des décharges dans des éléments naturels tels que des ravins). Au-delà de l'élimination des déchets solides, d'autres sous-secteurs des déchets devraient participer au processus de transformation pour un climat neutre :

- le traitement biologique des déchets, y compris le compostage et la digestion anaérobie des déchets organiques ;
- le brûlage des déchets dans le cadre de processus industriels contrôlés (incinération) ainsi que le brûlage à l'air libre ;
- le rejet des eaux usées dans un plan d'eau ouvert ou leur traitement (aérobie ou anaérobie).

En Europe, la production de déchets solides municipaux varie entre 280 et 844 kg par habitant (Eurostat, 2021). De nombreuses villes s'engagent dans la prévention, la réduction, le recyclage et la gestion des déchets tout en progressant vers des objectifs de zéro déchet, le cas échéant. Les mesures d'évitement et la valorisation des déchets (c'est-à-dire sous forme de matières secondaires ou d'énergie) sont des moyens puissants pour atteindre des émissions nettes de GES nulles à partir du traitement des déchets produits dans les limites de la ville (C40 et NYC Mayor's Office of Sustainability, 2019 ; Stavrakaki & Papadopoulou, 2021). Les déchets (y compris les sous-produits de l'élimination et du traitement des déchets, tels que les gaz de décharge, le biogaz et les boues) peuvent être utilisés pour produire de l'énergie, qui sera raccordée au réseau ou consommée sur place. La chaleur résiduelle peut être utilisée pour le chauffage urbain et d'autres systèmes de récupération. Les déchets peuvent être évités grâce à des changements de comportement qui privilégient le "réutilisable" plutôt que le "jetable" (par exemple, vaisselle réutilisable, matériaux comestibles pour servir la nourriture et les boissons, sacs en papier), grâce à des systèmes de gestion intelligents (par exemple, basés sur le volume des poubelles, pour optimiser les itinéraires de collecte), ou grâce à des investissements dans l'économie circulaire qui réduisent les émissions provenant à la fois de l'utilisation finale des déchets et des émissions en amont du transport.

Le **nouveau plan d'action pour l'économie circulaire** souligne l'importance de la circularité comme condition préalable au découplage de la croissance économique et de l'utilisation des ressources et à l'accélération de la transition vers la neutralité climatique (DG COMM, 2020). Il existe des opportunités importantes pour les produits et les chaînes de valeur durables, en soutenant l'utilisation de matières premières secondaires, en réduisant de manière significative la quantité totale de déchets générés et en diminuant de moitié la quantité de déchets municipaux résiduels (non recyclés) d'ici 2030, ce qui est l'un des objectifs. Les zones urbaines qui s'efforcent d'atteindre la neutralité climatique peuvent tirer parti de ces

opportunités pour développer l'économie circulaire en Europe, qui exige des contributions locales pour ramener la consommation de ressources en deçà des limites planétaires dans un espace de fonctionnement sûr (Rockström et al., 2021). Par exemple, l'augmentation des options de recyclage pour les technologies énergétiques, y compris les batteries des options d'électro-mobilité, représente l'une des façons de mettre en synergie la transition énergétique avec une économie circulaire. La digestion anaérobie ou la codigestion des déchets organiques (Sakcharoen, 2021) et la récupération de la chaleur résiduelle des boues d'épuration sont d'autres options dans l'espace d'opportunité tout en bénéficiant à la fois de la transition énergétique et de l'économie circulaire. Bien qu'il ne s'agisse pas d'une exigence fondamentale de la Mission, les zones urbaines qui poursuivent conjointement des stratégies prenant en compte à la fois la transition énergétique et l'économie circulaire peuvent

¹⁷ Du point de vue de la comptabilisation des émissions de GES, ces émissions concernent le secteur stationnaire de l'énergie.

¹⁸ Du point de vue de la comptabilisation des émissions de GES, ces émissions concernent le secteur des transports.

découvrent que les stratégies combinées peuvent les rapprocher de la réalisation des co-bénéfices, notamment des opportunités d'emploi.

En règle générale, les stratégies de gestion des déchets efficaces combinent des options de valorisation énergétique des déchets respectueuses de l'environnement (directive (CE) 2008/98) et des stratégies de conservation (par exemple, réduction des fuites, valorisation des réservoirs d'approvisionnement à proximité de la ville).

Les meilleures pratiques découlent de l'expérience accumulée ces dernières années à travers une variété d'initiatives. Il s'agit notamment de stations d'épuration des eaux usées (STEP) autonomes sur le plan énergétique qui ont réussi à exploiter tout le potentiel de la production locale d'énergie au point de dépasser les besoins énergétiques sur place (Kollmann et al., 2018). À Neumarkt in der Oberpfalz, en Allemagne, une station d'épuration utilise le méthane/gaz d'épuration pour faire fonctionner une centrale de cogénération de chaleur et d'électricité. L'énergie électrique produite soutient les processus d'épuration, tandis que la chaleur est fournie aux bâtiments du site, au digesteur de boues et au séchage des boues, le surplus étant utilisé dans les serres de la pépinière civique (Covenant of Mayors Europe, 11 décembre 2008). Le projet BIOMASTER (soutenu par Intelligent Energy Europe), qui vise à promouvoir la production de biométhane, son injection dans le réseau et son utilisation pour le transport en mobilisant toutes les parties prenantes le long de la chaîne et en attirant des investisseurs pour soutenir les ambitions à long terme en matière de bioénergie, a donné lieu à de bonnes études de cas. Par exemple, le projet a aidé la société polonaise Biogasworks Małopolskie à respecter son engagement en faveur de l'élimination écologique des déchets agricoles et alimentaires en produisant de l'électricité et de la chaleur sans émission de carbone. Le fumier et les déchets agricoles sont transformés en bioélectricité, vendue au réseau électrique local, et en biochaleur, utilisée pour les besoins en chauffage des exploitations agricoles.

D'autres bonnes pratiques concernent la collecte sélective des déchets afin d'accroître le recyclage des déchets solides municipaux, l'utilisation des déchets organiques pour la production de biogaz et l'utilisation des déchets verts pour la production de compost et de granulés. Par exemple, à Helsingborg, en Suède, la société municipale de traitement des déchets produit du biogaz (capacité de 80 GWh) ainsi que du biocarburant grâce à la valorisation du biogaz. Le résidu de digestion est ensuite utilisé comme biofertilisant et est transporté par des canalisations jusqu'aux agriculteurs (Andreanidou et al., 2018).

Transformer la gestion des déchets en une activité neutre en carbone est en effet possible, mais la condition préalable est que tous les flux de gestion des déchets fonctionnent dans des conditions optimales. Il faut pour cela que les différentes fractions de déchets soient traitées de manière durable, que les biodéchets soient presque entièrement récupérés et que les déchets soient correctement valorisés sous forme de carburant dérivé des déchets. Des exemples pratiques en Europe montrent que l'optimisation est techniquement viable, même dans des contextes compliqués, et qu'elle doit être poursuivie par une action coordonnée (Fernández-Braña et al., 2020).

3.4 Processus industriels et utilisation des produits

Dans le secteur des processus industriels et de l'utilisation des produits (IPPU), les émissions sont produites par une grande variété d'activités et de processus industriels qui transforment chimiquement ou physiquement les matériaux, notamment l'industrie minière, l'industrie chimique et l'industrie métallurgique. En outre, les GES sont souvent utilisés ou contenus dans des produits tels que les réfrigérateurs, les mousses ou les bombes aérosols (voir par exemple GCoM, 2019 pour de plus amples informations).

Les émissions de GES de l'UIPP sont généralement moins importantes que celles d'autres secteurs, notamment parce que les grandes installations sont couvertes par le système d'échange de quotas d'émission de l'UE et qu'elles n'entrent donc pas dans le cadre de la mission. Cependant, ces émissions peuvent être notables pour certaines villes, auquel cas ces émissions doivent être quantifiées et éliminées (dans la mesure du possible).

Les zones urbaines sont des centres d'activité économique avec diverses connexions à travers les chaînes d'approvisionnement, utilisant à la fois l'énergie et les matériaux. Les partenariats établis entre les acteurs peuvent amener les petites et moyennes entreprises (PME), les entrepreneurs et les écosystèmes industriels à faire partie de la solution pour la neutralité climatique des villes, de nombreuses entreprises s'engageant également dans des objectifs "net zéro". Sur la base de partenariats, les acteurs locaux, y compris toute industrie, peuvent s'engager dans des efforts mutuels pour la neutralité climatique qui soutiendraient à la fois la mission et la **nouvelle stratégie industrielle pour l'Europe** qui met l'accent sur les transitions verte et numérique jumelles (Commission européenne, 2020d ; Commission européenne, 2021h). Les infrastructures urbaines, telles que les réseaux de chauffage et de refroidissement urbains, peuvent offrir à l'industrie la

possibilité d'apporter sa chaleur résiduelle et l'échange de matériaux pour la valorisation des déchets peut soutenir les approches de l'économie circulaire. Toutes les initiatives prises dans les villes pour favoriser la flexibilité des systèmes peuvent être diffusées à l'industrie, ce qui pourrait contribuer à la décarbonisation du réseau électrique, les projections de l'UE prévoyant un niveau inférieur à 100 gCO₂e par kWh en 2030 (Agence européenne pour l'environnement, 4 juin 2021). En outre, l'industrie peut contribuer à des projets d'expérimentation et à des mises en œuvre pilotes en milieu urbain, ce qui accroît le potentiel de mise à l'échelle des solutions tout en offrant de nouvelles possibilités d'emploi parmi les cobénéfices. Indépendamment de l'inclusion ou de l'exclusion dans les inventaires des émissions locales, les acteurs locaux, y compris les entreprises, peuvent trouver des moyens de soutenir la neutralité climatique au niveau urbain et européen par le biais d'une interaction collaborative.

3.5 Agriculture, sylviculture et autres utilisations des sols

L'agriculture et la sylviculture ne sont probablement pas des sources d'émissions importantes dans la plupart des villes. Cependant, en fonction des choix d'utilisation des sols urbains et de planification spatiale, les villes peuvent exercer des pressions sur le changement d'utilisation des sols à des degrés divers. L'efficacité de l'utilisation des sols est suivie en tant qu'indicateur dans le cadre de l'ODD 11 et, à l'échelle mondiale, il est nécessaire d'améliorer l'efficacité de l'utilisation des sols qui a diminué dans plus de la moitié des zones urbaines au cours des dernières décennies (Carneiro Freire et al., 2018 ; Commission européenne, 2020f). L'ambition de neutralité climatique représente une opportunité de progresser dans la protection et l'amélioration des puits de carbone également en limitant le changement d'affectation des sols dû à l'urbanisation tout en augmentant les infrastructures urbaines vertes et bleues au sein des villes. On estime que la végétalisation de 35 % de la surface urbaine en Europe peut permettre d'éviter jusqu'à 55,8 Mt_{CO2e} d'émissions par an tout en offrant de multiples avantages aux habitants (Quaranta et al., 2021). Localement, la foresterie urbaine contribuera à la séquestration et au stockage du carbone en fonction des types d'arbres et de leur maturité. En outre, les murs et les toits verts, ainsi que les espaces verts, petits et grands, peuvent apporter des co-bénéfices aux communautés (Wong et al., 2021), notamment en réduisant l'effet d'îlot de chaleur urbain qui augmente le réchauffement total lorsqu'il est combiné au réchauffement climatique. Par exemple, la géométrie urbaine et les matériaux qui composent les villes peuvent amplifier le réchauffement dans les zones urbaines, tandis que la végétation et l'eau, notamment les parcs, les forêts, les lacs et les rivières, peuvent contribuer aux influences de refroidissement naturel au niveau local (GIEC ; 2021c).

Simultanément, bien qu'elles ne soient traditionnellement pas considérées comme une priorité dans le cadre des inventaires de GES urbains, les villes de mission peuvent comptabiliser les émissions négatives obtenues par l'élargissement ou l'amélioration des puits naturels, comme un moyen de traiter les émissions résiduelles sur leur territoire. Ces types de mesures, comme la plantation d'arbres dans les zones urbaines, sont susceptibles de générer des co-bénéfices positifs pour le climat local et la qualité de l'air. Cependant, d'un point de vue méthodologique, il est difficile de déterminer avec précision les puits et le stockage de carbone qui peuvent être pris en compte ; c'est pourquoi Mission Cities recevra des conseils méthodologiques et un soutien technique supplémentaires. Les solutions fondées sur la nature (c'est-à-dire les arbres et les "infrastructures vertes") absorbent le carbone au fil du temps, et les villes seront autorisées à utiliser le puits naturel que constituent les forêts, les sols, les terres agricoles et les zones humides à l'intérieur de leurs frontières pour tenir compte de toute émission résiduelle inévitable.

Encadré 7. Exemple : Le rôle des puits dans le plan d'action Helsinki 2035 pour la neutralité carbone
Si une ville de mission envisage de comptabiliser les émissions négatives grâce aux puits naturels présents sur le territoire, il est impératif de prendre en compte toutes les modifications du stock de carbone et de la compensation des gains pour améliorer les émissions nettes de carbone. En outre, les puits naturels, tels que les zones urbaines et les zones rurales, et les changements de puits de carbone de l'environnement sont pris en compte de manière cohérente dans le développement durable urbain, qui soutient le développement durable et la stabilité climatique en tant que pilier de l'objectif de développement durable n°13. Le développement d'une nouvelle métrique au sol (surveillant le changement dans les zones urbaines et la construction des puits de carbone supplémentaires ou améliorés) potentiel de puits de carbone de l'ensemble du groupe d'Helsinki et parallèlement à des mesures d'atténuation ambitieuses en vue de la neutralité climatique, la nouvelle ville de Helsinki, 2018. En matière d'adaptation au changement climatique souligne la nécessité d'une adaptation plus systémique, au-delà des secteurs, en se référant spécifiquement à la Convention des maires de l'UE ainsi qu'aux solutions fondées sur la nature (Commission européenne, [Stratégie d'adaptation de l'UE](#), 2021).

3.6 Le rôle de l'économie circulaire

Une Europe plus propre et plus compétitive pense les matériaux et l'énergie au sein des villes comme des flux circulaires et autonomes qui réduisent la pression des établissements et des activités humaines sur les ressources naturelles et favorisent une croissance durable. L'économie circulaire exploite le potentiel de la recherche, de l'innovation et de la numérisation. Elle génère de nouveaux services durables, des emplois innovants et des connaissances et compétences améliorées, ainsi que des produits de haute qualité, fonctionnels et sûrs, qui sont efficaces et abordables, durent plus longtemps et sont conçus pour être réutilisés, réparés et recyclés de haute qualité (DG COMM, 2020). En tant que telle, la circularité est une condition préalable à la neutralité climatique, comme cela a également été souligné dans les deux sections précédentes.

Facteur clé de la décarbonisation et de la protection de la biodiversité, l'économie circulaire constitue l'un des principaux éléments constitutifs du Green Deal européen et un domaine prioritaire du Green City Accord. Pour accélérer le processus, le nouveau plan d'action circulaire de l'UE (PAEC), adopté en mars 2020 (DG COMM, 2020), promeut un ensemble d'initiatives visant à encourager la durabilité tout au long du cycle de vie des produits. Les méthodes de production et les paradigmes de consommation sont interconnectés pour garantir que les déchets sont réduits au minimum et que les ressources utilisées restent dans l'économie de l'UE aussi longtemps que possible (DG COMM, 2020). Les mesures se concentrent sur les secteurs qui utilisent le plus de ressources et où le potentiel de circularité est le plus élevé : électronique et TIC, batteries et véhicules, emballages, plastiques, textiles, construction et bâtiments, aliments, eau et nutriments. Les meubles et les produits intermédiaires à fort impact tels que l'acier, le ciment et les produits chimiques seront également prioritaires. De multiples objectifs sont envisagés, notamment l'amélioration de la durabilité, de la réutilisation, de l'amélioration et de la réparation des produits ; l'augmentation de la teneur en matières recyclées dans les produits, tout en garantissant leur performance et leur sécurité ; la limitation de l'usage unique et la lutte contre l'obsolescence prématurée ; le découragement de la destruction des biens durables invendus et la mobilisation du potentiel de la numérisation des informations sur les produits. Le plan vise à dynamiser le changement transformationnel en capitalisant sur les actions d'économie circulaire mises en œuvre depuis 2015 (DG COMM, 2020) pour que la circularité fonctionne pour les personnes, les régions et les villes.

L'initiative urbaine européenne (Commission européenne, 2021f), l'[initiative "Intelligent Cities Challenge"](#), la [déclaration sur les villes circulaires](#) et l'[initiative sur les villes et régions circulaires](#) fourniront une aide essentielle aux villes pour se séparer d'un modèle économique "take-make-waste" et viser des transitions circulaires et bioéconomiques neutres pour le climat, couvrant des solutions circulaires intégrées sûres aux niveaux territorial et sectoriel. Mais de nombreuses autres ressources peuvent être utiles (voir le Guide de financement des villes circulaires, [Initiatives et ressources des villes circulaires](#)).

Certains d'entre eux se concentrent sur des cadres méthodologiques. Un exemple est le programme Circle Economy - Circle Cities (Circle Economy, n. d.), une plateforme mondiale qui aide les régions, les villes et les entreprises locales à faire la transition vers une économie plus circulaire, grâce au Circle City Scan, une méthode éprouvée comprenant cinq phases (analyse de base de la ville, analyse des flux de matériaux, développement stratégique, planification des actions et accélération des entreprises locales). Un autre exemple est REBus (REBus, n. d.), un guide étape par étape du modèle d'entreprise d'approvisionnement circulaire efficace en ressources. En outre, le [projet H2020 REPAiR](#) a rassemblé des modèles et des méthodes issus des sciences environnementales, géographiques et économiques afin de fournir aux autorités locales et régionales un environnement transdisciplinaire innovant d'aide à la décision en matière de géoconception en open source visant à établir une économie circulaire forte. À partir de l'expérience collective de six laboratoires vivants périurbains (PULL) dans différentes zones métropolitaines, des solutions éco-innovantes basées sur le lieu pour la gestion stratégique des flux de déchets sont conceptualisées pour activer les processus de régénération urbaine dans un environnement collaboratif d'aide à la décision. Un [kit de diffusion](#) et un [manuel](#) sont disponibles pour stimuler la mise en œuvre des résultats du projet.

Des études de cas, des bonnes pratiques et des instruments politiques sont présentés sur différentes plateformes en ligne pour les villes, telles que le [Circle Lab](#), le [Circular Europe Network](#), le [Circular Economy Practitioner Guide](#) et le [Circular Economy Toolkit](#), qui s'appuie sur 100 concepts commerciaux et environnementaux circulaires et 50 enquêtes pour obtenir des informations sur le secteur. En outre, des rapports, des cadres et d'autres publications sont disponibles sur le site Web de la [Fondation Ellen MacArthur - Économie circulaire dans les villes](#), tandis que la [plateforme européenne des parties prenantes de l'économie circulaire](#) offre des possibilités de renforcer la coopération entre les réseaux de parties prenantes et de faciliter l'échange d'expertise, de bonnes pratiques, de connaissances et d'enseignements tirés de l'économie circulaire.

En outre, l'utilisation d'indicateurs communs de performance de circularité, en tandem avec la numérisation et les solutions logicielles intelligentes, est essentielle pour accélérer la transition vers l'économie circulaire. Un certain nombre d'initiatives se sont concentrées sur l'établissement de métriques partageables pour mesurer le flux circulaire, notamment :

- le partenariat de l'agenda urbain pour l'économie circulaire (Ecorys, 2019) qui propose une catégorisation en indicateurs de processus (liés aux activités de la ville pour soutenir la transition circulaire, par exemple, les campagnes de communication), en indicateurs de résultats (liés aux effets transformateurs, par exemple, comme l'augmentation du taux de recyclage) et en indicateurs de contexte (liés aux tendances, par exemple, la quantité annuelle de déchets solides) ;
- le WBCSD - Circular indicators (WBCSD, n.d.) un cadre universel et transparent pour mesurer la circularité et fournir un langage commun à travers les industries et les chaînes de valeur ;

- l'OCDE - Villes et régions circulaires (OCDE, n.d.) qui soutient les villes et les régions dans leur transition circulaire en développant des cadres d'indicateurs, en stimulant le dialogue et le partage d'expériences.

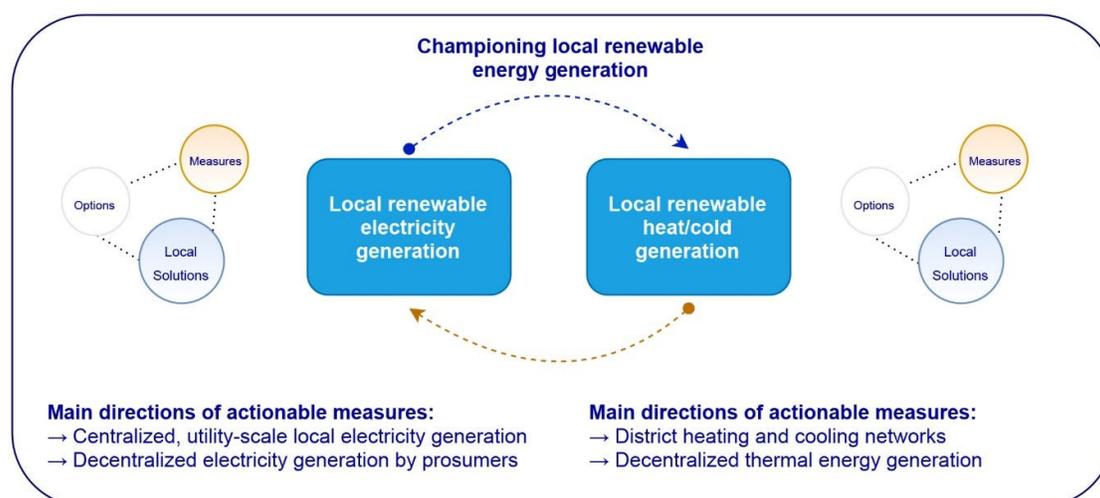
4 Le rôle de la production locale d'énergie et des sources d'énergie renouvelables (côté offre)

4.1 Production locale d'énergie renouvelable

L'utilisation des énergies renouvelables dans les villes est une stratégie essentielle pour atteindre la neutralité climatique. Dans le temps limité qui nous est imparti pour atteindre cet objectif, la priorité absolue est d'élargir l'accès aux énergies renouvelables afin de répondre à la demande énergétique urbaine par la production locale d'énergie et de favoriser la flexibilité du système pour permettre une part beaucoup plus importante d'énergies renouvelables dans le système énergétique général. Cela nécessite des stratégies doubles pour intégrer les demandes énergétiques urbaines dans le contexte plus large des énergies renouvelables (Theellfsen et al., 2020). Les mesures concrètes visant à accroître l'accès aux énergies renouvelables donneront des résultats plus rapides que le temps nécessaire à la modification de la forme urbaine des villes, qui peut prendre effet sur des périodes plus longues.

Les énergies renouvelables ont un rôle essentiel à jouer dans la réalisation du "Deal vert" européen, notamment l'objectif d'atteindre une part de 40 % de la consommation finale brute d'énergie d'ici 2030 (Commission européenne, 2021c). Les villes ont un rôle clé à jouer dans l'intégration des énergies renouvelables et dans la facilitation de l'intégration de l'électricité renouvelable dans le système énergétique urbain. Du côté de l'offre, la production locale d'énergie renouvelable peut impliquer des solutions centralisées et décentralisées pour la production locale d'électricité - ainsi que la production locale de chaleur et/ou de froid (Andreanidou et al., 2018, partie 3). L'identification de sites pour la production locale d'énergie renouvelable à l'échelle des services publics nécessitera en soi un aménagement du territoire urbain et une planification spatiale, en particulier s'ils sont liés à des réseaux de chauffage et/ou de refroidissement urbains, tandis que les friches industrielles peuvent offrir des alternatives dans certains contextes, notamment pour les parcs solaires et éoliens à grande échelle. Il est important de reconnaître que des densités plus élevées, basées sur les densités de chaleur ou de population, augmenteront les options pour les systèmes de distribution centralisée par le biais de réseaux de chauffage et/ou de refroidissement urbains (Persson et al., 2019). Dans un contexte donné, les villes peuvent se faire les championnes de la production locale d'énergie renouvelable qui implique la production locale d'électricité ainsi que la production locale de chaleur et/ou de froid pour la neutralité climatique. La **figure 6** résume les principales orientations des mesures actionnables dans ce domaine pour les possibilités de solutions locales.

Figure 6. Principales orientations des mesures à prendre pour promouvoir les énergies renouvelables.



Source : Travail personnel.

Un certain nombre d'options et de technologies possibles de production d'énergie locale sont examinées dans les sections suivantes. Pour accroître l'acceptation du public et accélérer l'adoption des SER, il est conseillé aux villes de promouvoir la participation des citoyens au développement des projets (voir la section 8.1 pour plus d'informations). Le **tableau 7** donne un aperçu des types d'interventions que les villes peuvent entreprendre, ainsi que des exemples d'actions menées par d'autres villes.

Tableau 7. Actions municipales pour la production d'énergie renouvelable/le chauffage et le refroidissement urbains.

Famille d'action	Exemples d'actions	Description	Liens vers d'autres informations / études de cas
Information / facilitation	Publication des données	Fournir des données pour favoriser l'adoption de systèmes d'énergie renouvelable	Atlas solaire de Berlin Registre solaire de Paris
	Données en temps réel	Suivi/publication de la production d'énergie renouvelable en temps réel	Données de production d'électricité en temps réel sur les systèmes photovoltaïques du conseil municipal (Málaga, ES) et consoles visuelles sur les réductions de CO2
	Campagnes promotionnelles	Campagnes d'information / objectifs pour encourager les citoyens à investir dans les énergies renouvelables (communautaires ou privées)	Alessandria.IT
	Marchés publics conjoints	Coordonner les achats groupés pour les citoyens / le secteur privé (par exemple, les panneaux photovoltaïques) afin de réduire les coûts.	
Propriété de la municipalité	Systèmes de chauffage et de refroidissement urbains	Systèmes de chauffage et de refroidissement urbains	Madrid (ES) Mini centrale hydroélectrique Éoliennes municipales : Eskilstuna, Suède Captures de la pompe à chaleur Katri Vala d'HELSINKI Le système solaire thermique de MALMÖ, pionnier en matière de construction.
	Energies renouvelables dans les bâtiments	Systèmes photovoltaïques, éoliens et solaires thermiques à petite échelle	Comune di Solarino, IT Funchal, PT
	Production d'électricité à partir de sources renouvelables	Grandes installations photovoltaïques, éoliennes et micro-hydrauliques (>500kW)	Construction d'un parc photovoltaïque sur le terrain d'une propriété municipale sur une ancienne décharge à Torrile, IT
	Service public appartenant à une municipalité	Infrastructures/systèmes d'énergie électrique/district appartenant à la municipalité	Wolffhagen, DE

Propriété partagée	PPP/ESCO	Investir avec des partenaires du secteur privé (y compris les sociétés de services énergétiques) pour installer des technologies d'énergie renouvelable.	Coruche, PL
Famille d'action	Exemples d'actions	Description	Liens vers d'autres informations / études de cas
	Propriété de la communauté	Faciliter la propriété communautaire des technologies d'énergie renouvelable	Niimegen, NL
Financement municipal	Incitations / subventions / aides	Incitations financières pour encourager l'adoption des énergies renouvelables	Subvention par mètre carré de surface de capteur solaire thermique à Bonn, DE

Source : Travail personnel

4.2 Électricité

Les villes et leurs régions ont accès à de vastes ressources d'énergie renouvelable pour la production locale d'électricité, notamment l'énergie solaire et éolienne. La production locale d'électricité renouvelable s'articule autour de deux axes principaux de mesures concrètes :

- la production locale centralisée d'électricité renouvelable à l'échelle des services publics
- la production décentralisée d'électricité par des bâtiments privés.

Les panneaux photovoltaïques (PV) peuvent être disposés dans des fermes solaires à grande échelle ou intégrés dans l'infrastructure urbaine, notamment sur les toits des grandes installations, des bâtiments publics, résidentiels et commerciaux et même des services publics et des réseaux d'eau. De même, les éoliennes peuvent être placées dans des parcs éoliens à des endroits appropriés où les conditions de vent sont favorables dans la région et soutenues par des mesures politiques telles que les marchés publics d'éoliennes municipales. Dans les deux cas, les modèles commerciaux peuvent jouer un rôle crucial dans le soutien des possibilités de production locale d'électricité, notamment les coopératives communautaires qui impliquent une appropriation locale des projets énergétiques locaux, en impliquant les citoyens et les autorités locales. Les eaux usées, les déchets biologiques et les résidus destinés à la production de bioénergie peuvent être des sources inexploitées dans les zones urbaines. La digestion anaérobie des déchets biologiques collectés dans la zone urbaine ou la digestion anaérobie des boues d'épuration peuvent constituer des alternatives prometteuses à l'utilisation des ressources de la biomasse rurale pour la production locale d'électricité, qui peuvent être gérées à des niveaux plus limités compte tenu de leur utilisation durable et de la protection des puits de carbone. Parmi les autres sources d'énergie renouvelables, les sources d'énergie géothermique à enthalpie moyenne ou élevée peuvent apporter un soutien supplémentaire à la production locale d'électricité lorsque celle-ci est physiquement disponible. De même, les options de production locale d'électricité basées sur la micro-hydroélectricité, l'énergie houlomotrice et l'énergie marémotrice dépendront du contexte.

Pour les villes qui souhaitent atteindre la neutralité climatique d'ici 2030, il est probable qu'une quantité importante de technologies locales d'énergie renouvelable à émissions de carbone faibles ou nulles sera nécessaire à l'intérieur des limites de la ville. Alors que les facteurs d'émission des réseaux électriques nationaux continuent de diminuer avec l'introduction d'une production d'énergie renouvelable à l'échelle industrielle dans l'UE, il est peu probable que les facteurs d'émission atteignent zéro avant 2030 dans aucun des États membres. Ainsi, pour qu'une ville puisse réaliser un approvisionnement en électricité sans émission de carbone, la production locale d'électricité renouvelable sera essentielle. L'énergie solaire photovoltaïque, l'énergie géothermique, la bioénergie et l'énergie éolienne doivent toutes être envisagées/exploitées pour produire l'énergie nécessaire à la satisfaction des besoins des bâtiments d'une ville.

Les applications d'énergie renouvelable à l'intérieur des limites de la ville peuvent prendre la forme d'une production à l'échelle des bâtiments ou de l'industrie. La directive sur la performance énergétique des bâtiments exige déjà que les bâtiments nouvellement construits soient des bâtiments à énergie quasi nulle (NZEB), c'est-à-dire qu'ils aient une performance énergétique très élevée et qu'ils répondent à leur propre demande d'énergie résiduelle, principalement grâce à des sources d'énergie renouvelables sur place ou à proximité. La mise en place d'un système de production d'électricité à partir de sources renouvelables (principalement des panneaux solaires photovoltaïques) dans le parc immobilier existant continue de montrer une amélioration du rapport coût/bénéfice et des retours sur investissement (IRENA, 2021).

La directive européenne sur les énergies renouvelables a récemment été mise à jour pour porter l'objectif global en matière d'énergies renouvelables à 40 % d'ici 2030 (Commission européenne, 16 juillet 2014). Les scénarios actuels de projection énergétique montrent qu'en 2030, la part d'électricité renouvelable dans l'UE pourrait se situer entre 48 % et 70 %, contre 31 % actuellement - 2020 (Tsiropoulous et al., 2020). Bien que cette projection soit pleine d'espoir, les villes qui souhaitent atteindre des émissions nettes nulles d'ici 2030 devront produire une proportion importante d'énergie renouvelable à l'intérieur de leurs frontières afin de minimiser l'intensité de carbone de l'électricité utilisée à l'intérieur des limites de la ville.

Les **crédits d'énergie renouvelable** (RECs) sont un instrument basé sur le marché qui certifie l'électricité produite à partir d'énergies renouvelables. Les RECs peuvent être vendus sur le marché libre une fois que le fournisseur d'électricité a fourni l'énergie à l'entreprise.

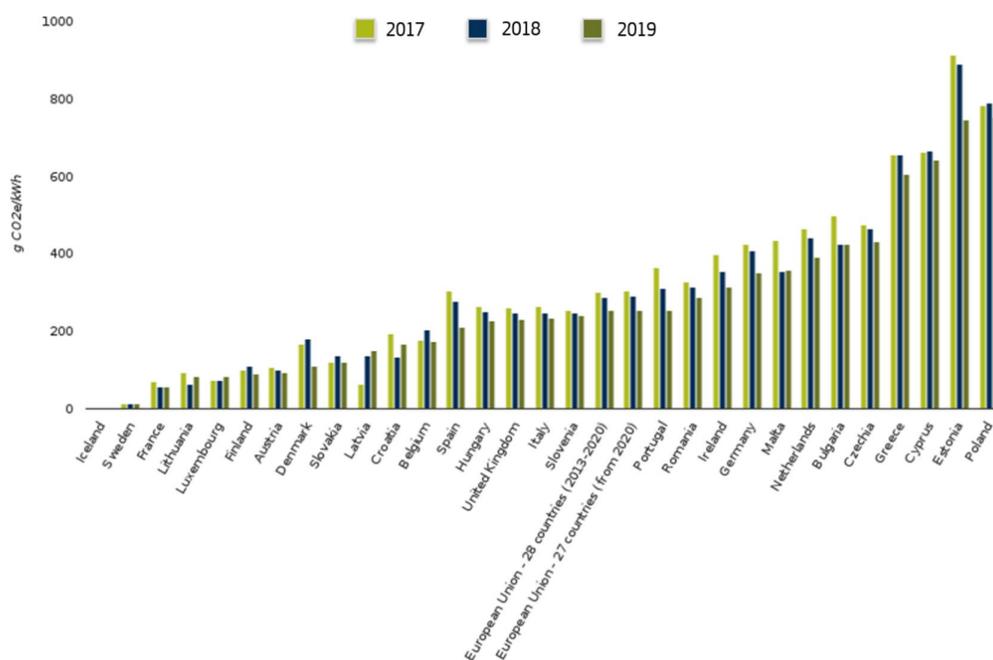
le réseau. Les RECs peuvent être vendus à des entités pour réduire leurs émissions nettes de GES. La "garantie d'origine" est le mécanisme européen de preuve de la source. Pour les villes qui utilisent de l'énergie renouvelable provenant de l'extérieur de leurs frontières pour réduire le facteur d'émission implicite (FE) de l'électricité consommée localement, les RECs devront être utilisés pour démontrer la crédibilité de la source et de la quantité définie. Il convient de noter que les RECs ne sont autorisés que pour traiter les émissions du champ d'application 2 de la consommation d'électricité (c'est-à-dire lorsqu'une ville ne peut pas atteindre un facteur d'émission de zéro pour l'électricité), comme décrit dans le GPC (Fong et al., 2014). Il est pris en compte dans le calcul du facteur d'émission local pour la consommation d'électricité (c'est-à-dire qu'il diminue les émissions indirectes associées à la consommation finale d'électricité) et ne peut pas être utilisé pour compenser les émissions associées à d'autres vecteurs énergétiques.¹⁹

Les villes devraient également envisager (dans la mesure du possible) la propriété municipale de l'infrastructure et des systèmes du réseau électrique local (et/ou du chauffage/refroidissement urbain). De nombreuses villes ont réalisé des bénéfices importants en termes de génération de revenus, de réduction des coûts énergétiques pour les citoyens, de maintien de la monnaie au sein de l'économie locale et de création d'emplois locaux, tout en étant en mesure d'investir dans les technologies d'énergie renouvelable pour décarboniser les réseaux locaux (voir, par exemple, l'Atlas des énergies 100 % renouvelables, 2019).

4.2.1 Comment tenir compte de l'électricité produite localement dans les inventaires de GES des villes de la mission ?

Les émissions provenant de la consommation d'électricité à l'intérieur des limites de la ville sont calculées à l'aide de facteurs d'émission (voir encadré 8 ci-dessous). Un facteur d'émission est le taux d'émission par unité d'activité, de sortie ou d'entrée, par exemple une centrale électrique à combustible fossile particulière peut avoir un facteur d'émission de CO₂ de 0,765 kg/kWh produit (GIEC, 2007).

Figure 7. Niveau national - intensité des émissions de GES de la production d'électricité 20 pour les années 2017, 2018, 2019



Note : Sources des données : Émissions nationales déclarées à la CCNUCC et au mécanisme de surveillance des gaz à effet de serre de l'UE fournies par l'Agence européenne pour l'environnement (AEE) ; Approvisionnement, transformation, consommation - tous produits - données annuelles fournies par l'Office statistique de l'Union européenne (Eurostat) ; COM 562 final et SWD 176 final fournis par la Commission européenne.

Source : Agence européenne pour l'environnement, 2021.

¹⁹ L'une des principales différences entre les certificats d'énergie renouvelable et les crédits carbone est que les propriétaires utilisent les CER pour revendiquer la possession d'une certaine quantité d'électricité à faibles émissions ou sans émissions fournie au réseau, alors

que les propriétaires utilisent les crédits compensatoires pour revendiquer la possession d'une certaine quantité d'émissions de CO₂ évitées et/ou séquestrées. C'est-à-dire que le premier est mesuré en MWh, le second en tonnes métriques de CO₂ évitées et/ou séquestrées (C40, 2019).

²⁰ Note : L'intensité des émissions de gaz à effet de serre (g CO_{2e}/kWh) est calculée comme le rapport entre les émissions d'équivalent CO₂ de la production publique d'électricité (en tant que part des émissions d'équivalent CO₂ de la production publique d'électricité et de chaleur liées à la production d'électricité), et la production brute d'électricité (Agence européenne pour l'environnement, 2021).

Mission Les villes voudront tenir compte de l'effet d'un réseau décarboné global contribuant à la réalisation de leur objectif. Bien que cet effet soit généralement lié à une contribution active limitée de la ville, l'effort majeur de décarbonisation du réseau au niveau européen a un impact significatif sur les émissions attribuables à la consommation dans les villes. Cela se fait en modifiant le facteur d'émission au fil du temps, c'est-à-dire que les facteurs d'émission du réseau doivent être spécifiques à l'année de l'inventaire et spécifiques à la limite géographique de l'inventaire.

Dans la Convention des Maires d'Europe, la pratique actuellement appliquée consiste à maintenir constants les facteurs d'émission nationaux/régionaux, afin de démontrer clairement l'effet de l'augmentation de la production locale d'énergie renouvelable au fil du temps. En même temps, les villes de la Convention calculent un facteur d'émission local pour l'électricité, en corrigeant le facteur d'émission européen/national/régional pour l'année de référence sur la base de la production locale d'électricité et des achats/ventes d'électricité verte certifiée par les acteurs sur le territoire de la ville, en utilisant une formule spécifique²¹. Il est important de noter qu'**aucun facteur d'émission négatif ne peut être appliqué** dans le calcul des émissions liées à l'énergie, même dans le cas où les villes produisent plus d'électricité à émissions nulles qu'elles n'en consomment.

Encadré 8. Les émissions du champ d'application 2 et le rôle des facteurs d'émission

Les émissions du champ d'application 2 font référence aux émissions indirectes associées à l'énergie fournie par le réseau (électricité et/ou chaleur et froid) consommée à l'intérieur des limites géographiques, indépendamment de l'emplacement de l'installation de production d'énergie.

Avec l'électrification croissante de la demande d'énergie (par exemple, l'utilisation de pompes à chaleur électriques pour le chauffage des bâtiments, de pompes à chaleur à grande échelle dans les réseaux de chauffage et/ou de refroidissement urbains et la pénétration croissante des véhicules électriques à batterie) et l'abandon progressif des combustibles fossiles, les émissions du champ d'application 2 devraient devenir prédominantes dans les inventaires de GES. Une approche de la comptabilisation des GES fondée uniquement sur les émissions directes (c'est-à-dire celles du champ d'application 1) pourrait ne pas rendre compte d'une partie importante des émissions qui pourraient être influencées par les villes.

Les émissions du champ d'application 2 sont calculées en multipliant les données d'activité (par exemple, les MWh d'énergie finale) par les facteurs d'émission pertinents pour l'électricité et/ou la chaleur et le froid, exprimés en émissions de GES par unité d'énergie consommée (généralement une tonne d'équivalents $_{CO_2}$ par MWh). Alors que la chaleur et le froid sont livrés sur des distances relativement courtes et peuvent facilement être retracés jusqu'à l'usine de production, ce n'est généralement pas le cas pour l'électricité.

Il existe différentes options pour le choix du facteur d'émission pour l'électricité et pour savoir s'il doit être spécifique à l'année d'inventaire ou non. Les deux options les plus courantes sont les suivantes :

- Utiliser un facteur d'émission européen/national/régional/local reflétant le mix électrique du réseau européen/national/régional/local et le modifier au fil des ans pour suivre l'évolution réelle au niveau européen/national/régional/local (conformément au GPC), et l'appliquer à toute l'électricité fournie par le réseau et consommée dans la ville. Cette approche est plus réaliste et tient compte de la décarbonisation continue du réseau qui contribue aux efforts de réduction des émissions des villes, avec ou sans intervention de l'autorité locale elle-même.
- Calculer un facteur d'émission local (pondéré) pour l'électricité, en corrigeant le facteur d'émission européen/national/régional pour l'année de référence sur la base de la production locale d'électricité et des achats/ventes d'électricité verte certifiée par les acteurs du territoire de la ville (comme dans la Convention des maires de l'UE, voir Kona et al., 2019). Dans ce cas, le facteur d'émission européen/national/régional est supposé constant au fil des années, tandis que les facteurs d'émission locaux évoluent au fil des années. De cette façon, les économies d'émissions reflètent plus précisément les efforts réalisés par l'autorité locale et non les changements dans le mix électrique national.

Les deux approches ont chacune des avantages et des inconvénients, mais s'il est possible de différencier la production locale d'énergie renouvelable qui est utilisée directement dans la zone urbaine et la quantité qui est fournie au réseau, les deux approches peuvent être harmonisées tout en évitant un double comptage des efforts de décarbonisation de l'autorité locale. Cette troisième approche est recommandée pour les villes de mission chaque fois que cela est possible, afin d'encourager et de prendre en compte la production locale d'énergie renouvelable tout en permettant aux villes de bénéficier de l'effet significatif d'un réseau national et européen global de décarbonisation²².

²¹ Voir Andreanidou et al., 2018.

²² L'intensité des émissions de GES de la production d'électricité diminue dans la plupart des États membres de l'UE, surtout ces dernières années. La projection de l'AEE (Agence européenne pour l'environnement, Intensité des émissions de CO₂ dues à la production d'électricité - trajectoire) prévoit de réduire l'intensité des émissions de l'UE à moins de 100 gCO₂e/kWh d'ici 2030 (75,5 - 96,8 gCO₂e/kWh).

Il convient de noter que l'inclusion des émissions du champ d'application 2 dans les comptes de GES au niveau de la ville implique l'attribution à la ville (d'une partie) des émissions associées aux centrales électriques ou aux installations de chauffage urbain et à la fourniture d'énergie au réseau, indépendamment de leur emplacement. Pour cette raison, il est recommandé de ne pas comptabiliser les émissions des installations destinées à la production d'énergie dans le secteur de l'énergie fixe, car cela entraînerait un double comptage. L'approche basée sur les émissions du champ d'application 2 met l'accent sur les secteurs consommant de l'énergie finale sous forme d'électricité ou de chaleur et, par conséquent, sur les mesures d'atténuation visant à améliorer l'efficacité de l'utilisation finale. À l'inverse, si les émissions du champ d'application 2 sont exclues alors que les installations productrices d'énergie sont incluses dans la comptabilisation des GES, l'accent est mis sur la production d'énergie.

La Mission encourage clairement un effort de décarbonisation profonde dans les villes de la Mission, c'est-à-dire que toutes les émissions évitables soient réduites à zéro d'ici 2030. Toutefois, dans le contexte d'émissions résiduelles en 2030, la question peut se poser de savoir dans quelle mesure un excédent dans un secteur donné peut être utilisé pour compenser les émissions dans un secteur non décarboné. Concrètement, si une ville de mission produit plus d'électricité verte qu'elle n'en consomme, peut-elle utiliser cette électricité verte pour compenser les émissions résiduelles dans d'autres secteurs non entièrement décarbonisés (par exemple, si des combustibles fossiles sont encore utilisés dans le secteur des transports) ? La réponse est qu'idéalement, dans une telle situation, tous les efforts devraient être entrepris pour progresser davantage vers la neutralité climatique en utilisant le surplus de production d'électricité renouvelable pour décarboniser davantage les secteurs non décarbonisés (par exemple en utilisant l'électricité renouvelable pour le transport léger sur rail). L'utilisation de l'excédent pour compenser les émissions résiduelles dans un secteur qui n'est pas encore décarbonisé ne donnerait qu'un bilan favorable (sur le papier), tandis que les possibilités d'intégration du système demeureraient. Dans ce contexte, il est important d'assurer la transparence des rapports en fournissant les émissions brutes et nettes. La mission suit donc le principe de faire des progrès suffisants pour décarboniser chaque secteur et d'utiliser l'intégration dans le système urbain chaque fois que cela est possible pour progresser vers la neutralité climatique, puis de se concentrer d'abord sur l'amélioration des puits de carbone locaux pour couvrir toute émission résiduelle pour un zéro net.

4.3 Options en matière de technologies renouvelables

4.3.1 Photovoltaïque

Les systèmes photovoltaïques (PV) sont désormais un moyen rentable de produire de l'électricité dans les zones urbaines et peuvent contribuer de manière significative à la transition énergétique de l'Europe. Les coûts de l'électricité au niveau des modules PV ont chuté à moins de 0,02 EUR/kWh, ce qui en fait l'une des technologies les moins coûteuses pour la production d'électricité (Jaeger- Waldau, 2018). Cependant, la réalisation du potentiel du PV est un défi non seulement au niveau politique, mais aussi en termes de planification du système électrique. Jusqu'à présent, le potentiel de production d'électricité avec des systèmes PV est encore largement inexploité.

Les principales catégories de PV à petite échelle sont :

- 1) Systèmes PV sur les toits : Les toits résidentiels et commerciaux peuvent être utilisés pour produire de l'électricité à l'aide de systèmes PV (Bódis, 2019) ;
- 2) Façades de bâtiments avec PV : les façades PV sur les bâtiments peuvent réduire la charge thermique dans le bâtiment et réduire la puissance nécessaire pour le refroidissement (Defaix et al., 2012 ; El Gammal et al., 2016) ;
- 3) Systèmes photovoltaïques intégrés aux bâtiments : Les matériaux photovoltaïques qui sont utilisés à la place des composants ou matériaux de construction traditionnels tels que les façades ou les tuiles.
- 4) Parkings : La couverture des parkings par des auvents photovoltaïques permet de produire de l'électricité durable pour charger les véhicules électriques et de fournir de l'ombre aux automobiles (Neumann et al., 2012 ; Krishnan et al., 2017).

La production d'électricité à l'aide de systèmes photovoltaïques sur des bâtiments résidentiels et commerciaux peut augmenter l'efficacité globale du système énergétique. En raison de la proximité de l'électricité produite par les systèmes PV avec le point de consommation, les pertes de transmission peuvent être évitées. En outre, la production d'électricité à l'aide de systèmes PV réduit les pertes de transformation de l'énergie primaire en électricité.

Les villes peuvent faciliter/inciter l'accélération des installations photovoltaïques de plusieurs manières :

- 1) Fournir aux citoyens des données localisées sur la radiance solaire, des estimations de la production et des informations sur les coûts/récupérations ;
- 2) Organiser/faciliter des initiatives d'achats groupés pour réduire davantage le coût des installations photovoltaïques ;
- 3) Offrir un financement (à faible taux d'intérêt) ou un financement par évaluation foncière (en utilisant les taxes municipales) pour permettre aux propriétaires de bâtiments d'éliminer les coûts initiaux ;

- 4) Règlements pour les nouvelles constructions ou les rénovations importantes imposant une capacité photovoltaïque ;
- 5) L'outil de performance PV de l'UE fournit une carte au niveau macro de la production potentielle d'énergie à partir du PV dans le monde. Le Google Environmental Insights Explorer peut également fournir des estimations du potentiel solaire des toits.

4.3.2 Solaire thermique

Les technologies solaires thermiques convertissent directement la lumière du soleil en chaleur (généralement de l'eau chaude) à l'aide de capteurs plats ou à tubes sous vide. L'application principale est le chauffage de l'eau chaude sanitaire (ECS) pour les maisons résidentielles et les bâtiments commerciaux/du secteur public ayant une demande de chaleur importante. En outre, la chaleur solaire thermique peut être utilisée pour le refroidissement. Les capteurs solaires thermiques représentent actuellement environ 2 % de la production d'énergie renouvelable de l'UE (Carlsson, 2019). Récemment, le marché du solaire thermique a été confronté à des difficultés, car la compétitivité des coûts des pompes à chaleur et des systèmes solaires photovoltaïques combinés a augmenté.

Les villes devraient envisager l'installation de panneaux solaires thermiques à l'échelle des bâtiments ou des quartiers où la demande en eau chaude est élevée (hôpitaux et piscines, par exemple).

Outre le solaire thermique à l'échelle des bâtiments, les systèmes de chauffage et de refroidissement urbains (DHC) assistés par l'énergie solaire sont de plus en plus courants (voir la section 4.4 ci-dessous).

L'outil de rayonnement solaire de l'UE (https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#MR) fournit une carte macro du rayonnement solaire que les villes peuvent utiliser pour estimer la production potentielle de chaleur à partir du chauffage solaire sur leur site.

4.3.3 Vent

L'énergie éolienne a contribué à une part de 34 % de toute la production d'électricité renouvelable de l'UE (Cour des comptes européenne, 2019) en 2017, soit plus que toute autre source renouvelable. La plupart de cette offre est à " l'échelle industrielle " et n'est pas nécessairement pertinente pour la plupart des villes qui n'auraient pas la capacité ou l'espace pour installer de grands parcs éoliens. Les systèmes éoliens distribués (moins de 100 kW) apparaissent comme une solution pour les villes qui connaissent les vitesses de vent nécessaires (voir l'Atlas éolien européen sur <https://map.neweuropeanwindatlas.eu/> et ci-dessous). Ces turbines plus petites peuvent être utilisées dans un plus grand nombre de lieux/applications. Les éoliennes à l'échelle du bâtiment (ou à petite échelle) (moins de 20 kW) sont également une technologie émergente, notamment grâce aux améliorations apportées à la conception et à l'efficacité des éoliennes à axe vertical (VAWT).

En général, l'environnement bâti empêche la disponibilité de l'énergie éolienne car les diverses structures ont tendance à convertir un écoulement laminaire à grande vitesse (lorsqu'il existe) en un écoulement turbulent à faible vitesse. Ce type d'environnement est particulièrement mal adapté aux éoliennes conventionnelles à axe horizontal (HAWT), mais les progrès réalisés dans le domaine des éoliennes à axe vertical ont créé une réelle opportunité pour l'énergie éolienne dans les villes. Malgré cela, les éoliennes à petite échelle sont plus chères que les éoliennes à grande échelle (par kW installé), de sorte que les coûts/avantages peuvent être difficiles à justifier.

Les villes qui bénéficient d'une vitesse de vent suffisante doivent étudier les possibilités d'installer des turbines VAWT à petite échelle (montées sur un bâtiment) et/ou des "systèmes éoliens distribués". Les petites turbines éoliennes adaptées à l'environnement urbain sont encore beaucoup plus chères que les versions à grande échelle, car elles sont encore en phase de recherche et de développement.

Les parcs éoliens à grande échelle ne seront viables que pour les villes côtières (offshore) ou les villes disposant d'un espace rural important sur leur territoire (onshore).

Le nouvel atlas éolien européen (<https://map.neweuropeanwindatlas.eu>) fournit les vitesses moyennes du vent dans toute l'UE et peut être un outil utile pour aider à évaluer la viabilité de l'énergie éolienne en fonction de l'emplacement des villes.

4.3.4 Mini-Hydroélectricité

L'hydroélectricité est dérivée de l'écoulement de l'eau qui alimente une turbine, et représente 36% de la consommation d'électricité renouvelable de l'UE (Commission européenne, 21 avril 2020). Comme pour

l'énergie éolienne, il est peu probable que les villes aient la possibilité de construire des centrales hydroélectriques à grande échelle, mais les petites centrales au fil de l'eau se sont avérées viables et efficaces dans le contexte urbain.

Les villes doivent analyser tous les cours d'eau situés sur leur territoire et susceptibles de produire de l'électricité de manière sûre et respectueuse de l'environnement.

4.3.5 Chauffage à la biomasse (point d'utilisation)

La combustion de la biomasse à petite échelle pour le chauffage résidentiel et commercial ou pour la production de chaleur industrielle peut permettre de réduire les émissions de gaz à effet de serre par rapport aux combustibles fossiles, en particulier lorsque le combustible de la biomasse provient d'une source durable. La technologie est mature et compétitive par rapport aux combustibles fossiles. En général, la chaleur est fournie de l'une des trois manières suivantes :

- Brûleurs traditionnels (c'est-à-dire foyer ouvert, foyer fermé, chauffage d'appoint au bois de chauffage, etc.) avec de faibles rendements de 10 à 30 % (Scarlat, 2020) ;
- Brûleurs modernes (c'est-à-dire brûlant des bûches de bois, des copeaux de bois ou des granulés) dont l'efficacité peut atteindre 90 % (Scarlat, 2020) ;
- Les chaudières automatisées à petite échelle (c'est-à-dire les chaudières à copeaux ou à granulés de bois) sont utilisées pour le chauffage central et sont équipées d'un échangeur de chaleur à eau et reliées à un circuit d'eau de chauffage et peuvent atteindre des rendements de 80 à 90 % (Scarlat, 2020) ;

Si le déploiement du chauffage à la biomasse au point d'utilisation a ses applications, il a aussi ses inconvénients. Les systèmes à biomasse entraînent généralement des niveaux plus élevés de certains autres polluants (c'est-à-dire les particules et les NOx) et soulèvent également des questions quant à l'ampleur de l'approvisionnement en combustible disponible et durable.

4.4 Chauffage et refroidissement urbains (DHC)

Le potentiel d'utilisation des sources d'énergie renouvelables dans les villes en vue de la décarbonisation des zones urbaines s'étend à l'adaptation de la demande d'énergie thermique urbaine aux possibilités d'énergie renouvelable. Dans ce contexte, les deux principales orientations des mesures à prendre concernent (1) les réseaux de chauffage et de refroidissement urbains et (2) la production décentralisée d'énergie thermique. Les mesures réglementaires qui peuvent être prises par les villes, telles que le zonage et les raccordements obligatoires aux réseaux de chauffage et de refroidissement urbains basés sur les énergies renouvelables dans les zones concernées, et peuvent améliorer l'impact qui peut être atteint par cette mesure. Les réseaux de chauffage et de refroidissement urbains présentent également l'avantage d'intégrer plusieurs sources d'énergie renouvelables et de chaleur résiduelle pour être distribués dans toute la zone urbaine. Outre les centrales thermiques solaires à grande échelle qui peuvent soutenir les réseaux de chauffage urbain solaire, la chaleur résiduelle des centrales de cogénération au biogaz et les pompes à chaleur qui utilisent d'autres sources d'énergie renouvelables, notamment les pompes à chaleur à eau de mer, les pompes à chaleur géothermiques et les pompes à chaleur qui utilisent la chaleur résiduelle des eaux usées, des centres de données ou de l'industrie, sont disponibles pour soutenir les villes dans les stratégies connexes. Les partenariats communautaires et les systèmes de cofinancement peuvent jouer un rôle particulier dans la mise en œuvre de ces solutions. En revanche, surtout dans les zones où les densités de chauffage et/ou de refroidissement sont plus limitées, la production décentralisée d'énergie thermique peut être viable et peut être soutenue par des ordonnances sur l'énergie solaire thermique et d'autres outils politiques.

L'application de systèmes de chauffage et de refroidissement urbains "conventionnels" (alimentés par des combustibles fossiles) peut permettre d'économiser jusqu'à 50 % de la consommation d'énergie primaire²³ et des émissions de gaz à effet de serre par rapport aux chaudières/fourneaux typiques, en particulier dans les environnements urbains à forte densité ou lorsque la demande de chaleur est importante (par exemple, dans les hôpitaux et les piscines). Actuellement, bon nombre de ces systèmes sont encore alimentés par la combustion de combustibles fossiles, mais la prévalence de la biomasse est en augmentation. Les sources d'énergie renouvelables pour alimenter le chauffage et le refroidissement urbains (c'est-à-dire l'énergie géothermique, l'énergie solaire thermique et le chauffage/refroidissement excessif/gratuit) peuvent également être intégrées/réaménagées pour réduire davantage les émissions de GES. La production combinée de chaleur et d'électricité (PCCE) à l'aide de chaudières électriques, de pompes à chaleur et de stockage thermique offre également un potentiel important pour l'utilisation efficace de l'énergie. Les nouveaux systèmes de chauffage urbain de quatrième génération peuvent être réalisables même lorsque la densité thermique se situe entre 30 et 100 TJ par km² et peuvent offrir la possibilité de partager la chaleur résiduelle entre les utilisateurs du réseau (Möller et al., 2016).

Environ 12 % de la demande de chaleur/d'eau chaude de l'UE est actuellement satisfaite par le chauffage urbain (Paardekooper et al., 2018) et on estime que, grâce à l'expansion du système dans les zones urbaines, il pourrait fournir environ 50 % de la demande de chaleur de l'UE d'ici 2050, 30 % d'économies au niveau de l'utilisation finale pourraient être réalisées, tandis que les coûts de chauffage pourraient être réduits de

15 % (Connolly et al., 2014).

La directive sur les énergies renouvelables, qui est modifiée par un nouvel objectif climatique à l'horizon 2030, souligne également l'importance de veiller à ce que le chauffage et le refroidissement urbains soient un facteur d'approvisionnement en énergie renouvelable dans les bâtiments grâce à des systèmes intelligents de chauffage et de refroidissement urbains modernes et basés sur les énergies renouvelables. Cet accent qui concerne directement les villes souligne l'opportunité d'exploiter un plus large éventail de sources de chaleur et de froid renouvelables dans le contexte local, de manière efficace et flexible, afin d'accroître le déploiement des énergies renouvelables et d'approfondir le processus d'intégration des systèmes énergétiques. Parmi les possibilités locales, les villes peuvent orienter le développement des réseaux de chauffage et de refroidissement urbains vers des systèmes modernes, efficaces et basés sur les énergies renouvelables.

²³ [L'énergie de quartier dans les villes : libérer le potentiel de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables | PNUÉ - Programme des Nations Unies pour l'environnement.](#)

de chauffage et de refroidissement tout en utilisant également les potentiels rentables de chaleur et de froid résiduels locaux. De même, les mesures intersectorielles visant à accroître l'efficacité énergétique dans le respect des objectifs climatiques couvrent l'intégration progressive des énergies renouvelables et des rejets de chaleur ou de froid dans les réseaux de chauffage et de refroidissement urbains.

Les villes devraient élaborer (si elles ne l'ont pas déjà fait) des cartes thermiques pour déterminer comment et où développer des systèmes et des réseaux de chauffage et de refroidissement urbains. L'[Atlas thermique paneuropéen²⁴](#) constitue une excellente ressource pour la demande de chaleur au niveau macro (pour certains États membres). La propriété municipale ou les partenariats public-privé doivent également être étudiés afin de maximiser les possibilités de génération de revenus pour la municipalité et de renforcer l'économie locale.

Diverses options technologiques potentielles d'approvisionnement en chauffage/refroidissement (énumérées ci-dessous) doivent être prises en compte dans le contexte de l'efficacité énergétique et des émissions de GES pour une ville qui envisage d'installer/expansion/mise à niveau d'un système de chauffage ou de refroidissement urbain. La **figure 8** illustre les améliorations relatives de l'efficacité énergétique au fur et à mesure que les technologies renouvelables/efficaces sont intégrées.

4.4.1 Options technologiques en matière de chauffage et de refroidissement à distance

Voici une liste non exhaustive des principales technologies et applications que les villes doivent prendre en compte lors de l'élaboration de leurs stratégies de chauffage/refroidissement urbain :

- **Chaudières de chauffage urbain** - chaudières classiques à combustible fossile, à biocarburant ou électriques utilisées explicitement pour produire de la chaleur. Dans un objectif de neutralité climatique, il est probable que les villes devront utiliser des sources de biocarburants (ou de l'électricité lorsque l'approvisionnement en électricité est faible ou nul en carbone).
- **Refroidisseurs urbains** - refroidisseurs électriques ou à absorption utilisés explicitement pour produire du froid. Le refroidissement urbain ne sera pas pertinent/rentable pour une grande partie des villes de l'UE où les températures estivales moyennes ne justifient pas la demande. Une carte des densités de la demande de refroidissement est disponible auprès de [Peta4 - Heat Roadmap Europe](#).
- **Le solaire thermique à grande échelle** - collecte la chaleur pour l'utiliser en combinaison avec d'autres sources de production de chaleur dans un système DHC et peut également être intégré dans les systèmes de chauffage urbain existants. Ces installations peuvent être bien adaptées aux systèmes ESCO avec un rapport coût/bénéfice favorable. Les villes qui envisagent d'installer des systèmes solaires thermiques doivent évaluer les niveaux de radiançe annuels et la disponibilité des terrains (à proximité du système de chauffage urbain/réseau pour les systèmes existants). Une carte des zones bien adaptées au chauffage solaire urbain est disponible auprès de [Peta4 - Heat Roadmap Europe](#).
- **L'énergie géothermique** (à ne pas confondre avec les pompes à chaleur géothermiques) utilise l'eau chaude/vapeur générée dans les profondeurs de la croûte terrestre. Une carte du potentiel d'énergie géothermique est disponible auprès de [Peta4 - Heat Roadmap Europe](#).
- **Le stockage de l'énergie thermique (TES)** - peut faciliter l'intégration des sources d'énergie renouvelables (car l'approvisionnement en énergie renouvelable ne coïncide pas toujours avec la demande de chauffage/refroidissement). Diverses technologies peuvent être utilisées pour stocker l'énergie renouvelable pendant les périodes de forte demande.
- La production **combinée de chaleur et d'électricité (PCCE)**, qui génère simultanément de l'énergie thermique et de l'énergie électrique et/ou mécanique à partir d'un seul combustible, représente environ 11 % de la production brute d'électricité dans l'UE. La PCCE entraîne une réduction de la consommation de carburant d'au moins 10 % par rapport à l'électricité conventionnelle dérivée de combustibles fossiles et à la production séparée de chaleur et peut être alimentée par des turbines à gaz, des moteurs alternatifs, des moteurs Stirling ou des piles à combustible (Andreanidou et al., 2018). Les villes devraient envisager la cogénération pour les sites/districts qui ont des charges thermiques et électriques régulières (c'est-à-dire les industries, les hôpitaux, les installations de natation/loisirs, les universités, les immeubles multifamiliaux, etc.)
- **Chaleur résiduelle** - le recyclage de l'énergie résiduelle augmente l'efficacité énergétique d'une ville (dans le cadre d'une économie circulaire). Pour de nombreuses villes, le chauffage urbain est la seule technologie permettant l'utilisation de la chaleur résiduelle à faible exergie (contenu

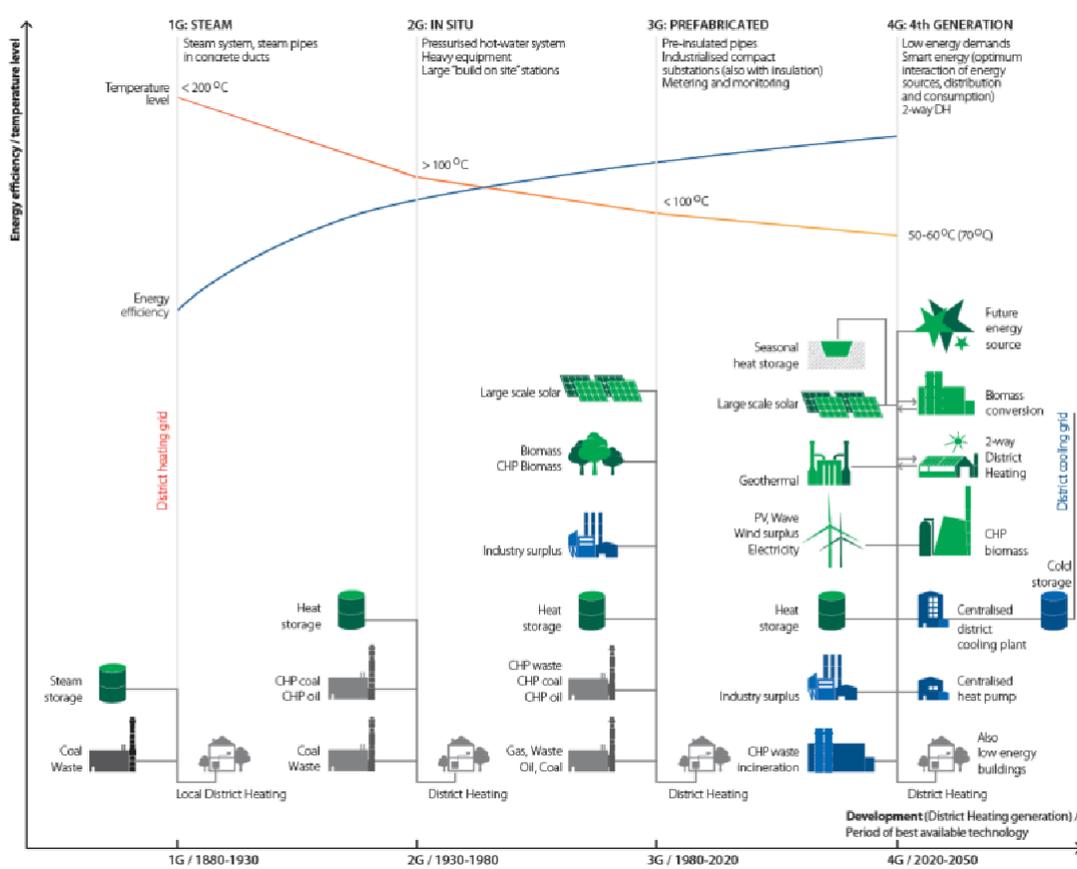
énergétique) dans une ville. Une carte de la chaleur excédentaire est disponible auprès de [Peta4 - Heat Roadmap Europe](#).

- **Pompes à chaleur à grande échelle** - utilisation de pompes à chaleur en conjonction avec l'air, l'eau, le sol ou la chaleur perdue. Les pompes à chaleur fonctionnent bien en association avec des sources de chaleur perdue ou avec la PCCE/les énergies renouvelables comme sources d'électricité pour alimenter le cycle.

²⁴ [Peta4 - Feuille de route pour la chaleur en Europe](#).

— **Transformation des déchets en énergie** : utilisation de l'énergie contenue dans les déchets combustibles non recyclables. Lorsqu'une ville produit suffisamment de déchets (peut-être en partenariat avec les autorités voisines), la valorisation énergétique des déchets peut devenir viable. Les systèmes sont généralement développés dans le cadre d'un PPP ou d'un accord ESCO.

Figure 8. Générations de chauffage urbain par offre, efficacité et niveau de température.

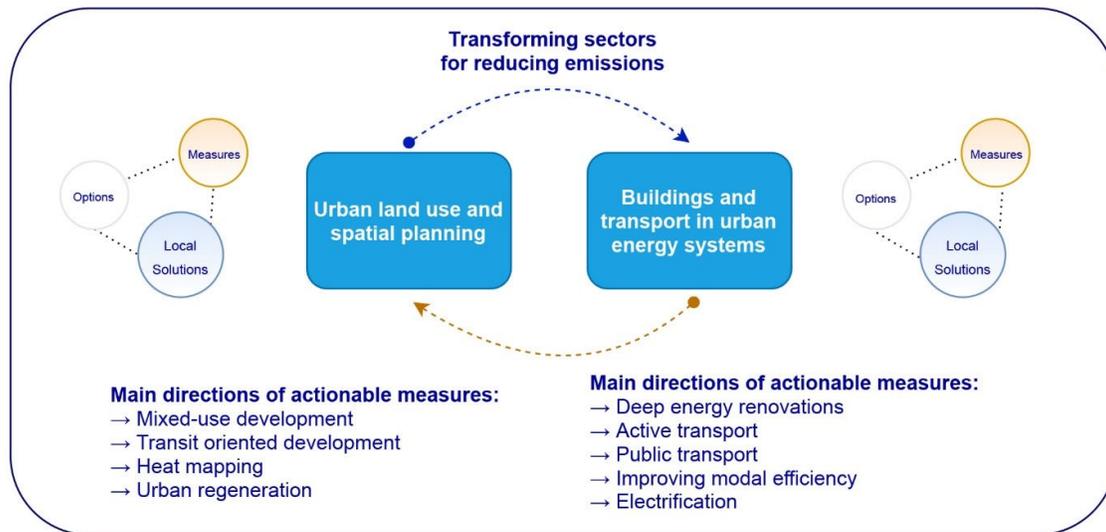


Source : Lund et al., 2014.

5 Transformer les secteurs pour réduire les émissions

Les villes sont des lieux où les stratégies de réduction des émissions qui transformeront de multiples secteurs, notamment les bâtiments et les transports, coexistent et se croisent à proximité immédiate. Ce caractère unique offre de nombreuses possibilités de saisir les synergies entre les stratégies de décarbonisation, non pas de manière isolée, mais en relation, en tenant également compte de leurs liens avec l'utilisation des sols urbains et la planification spatiale. Les villes constateront qu'une vision globale axée sur ces liens peut avoir un effet multiplicateur sur la réduction des émissions du côté de la demande. La **figure 9** donne un aperçu des orientations connexes des mesures applicables aux villes en matière d'aménagement du territoire urbain et de planification spatiale, ainsi que des mesures applicables aux bâtiments et aux transports dans le système énergétique urbain. Les solutions locales seront également liées aux mesures visant à promouvoir les énergies renouvelables et l'intégration des systèmes.

Figure 9. Principales orientations des mesures actionnables pour les secteurs en transformation



Source : Produit propre.

5.1 Utilisation des sols et aménagement du territoire

La manière dont les zones urbaines continuent d'être conçues et construites peut définir les opportunités pour les systèmes énergétiques urbains. Il existe de multiples interactions entre l'utilisation des sols, les bâtiments, les transports et la production locale d'énergie dans le système urbain, qui exigent une approche systémique pour atteindre la neutralité climatique dans les villes. L'aménagement du territoire et la planification spatiale ont un rôle de coordination à jouer, permettant d'intégrer les nombreuses questions et opportunités en jeu et garantissant leur mise en œuvre effective (c'est-à-dire l'identification des zones pour l'installation de SER, la mise à jour des instruments de planification et l'entrée en vigueur des règlements et des codes, les décisions relatives aux nouveaux développements et à la régénération). Bien que ces questions de planification stratégique s'inscrivent dans le long terme et que, de manière réaliste, elles n'auront qu'un impact minime entre le lancement de la mission et 2030, elles n'en sont pas moins essentielles pour faire progresser la durabilité des villes et réduire les émissions de GES.

Certaines approches pertinentes visant à améliorer l'accessibilité, la connectivité, à contenir la croissance, à réduire la consommation d'énergie et à fournir des infrastructures urbaines propres et efficaces, sont présentées ci-dessous :

- 1) Une stratégie importante pour contenir la croissance dans l'étendue urbaine est le **développement à usage mixte**, en particulier dans les zones à forte densité urbaine. Le développement à usage mixte favorise une forme urbaine compacte et praticable à pied, améliore l'accessibilité et réduit la demande d'énergie pour les transports grâce au regroupement des logements, des emplois et des services. La planification spatiale pour une forme urbaine plus compacte peut également améliorer les opportunités pour les transports publics et les réseaux de chauffage/refroidissement urbain tout en soutenant la protection des puits de carbone entourant la ville (Andreanidou et al., 2018). Pour que l'utilisation des sols urbains et la planification spatiale soient les plus efficaces pour soutenir la neutralité climatique dans les villes, il est important que ces opportunités soient liées à des stratégies plus larges pour le système énergétique urbain.
- 2) Les stratégies de **développement orientées vers le transport en commun** développent des aménagements compacts à usage mixte autour des stations de transport en commun, créant ainsi des quartiers très accessibles, avec une attention particulière pour les cyclistes et les piétons. L'intégration de l'aménagement du territoire et de la planification des transports peut induire une réduction de l'utilisation de la voiture privée et des trajets motorisés simples au profit de modes de transport publics et écologiques durables. Lorsque les options de transport public sont liées à des solutions électrifiées utilisant des énergies renouvelables, cela permettra de progresser rapidement dans la réduction des émissions liées au transport. La limitation des infrastructures de véhicules et la diminution du nombre de véhicules privés, même s'ils sont électrifiés et alimentés par des énergies renouvelables, peuvent également réduire la demande sur le système énergétique urbain. Les

infrastructures urbaines vertes et bleues peuvent être utilisées pour soutenir les voies piétonnes et cyclables. Dans l'ensemble, les décisions relatives à l'utilisation des sols urbains et à l'aménagement de l'espace détermineront en grande partie les changements de mode de vie et de comportement en offrant des possibilités de promouvoir les modes de transport actifs et les préférences pour les transports publics.

- 3) Dans le cadre de la planification énergétique urbaine, la *cartographie thermique* des zones urbaines permet d'identifier les emplacements des densités de chaleur et de déterminer les stratégies pour les réseaux de chauffage/refroidissement urbain. Cela peut également aider

identifier les possibilités d'énergies renouvelables et les options d'utilisation des sources de chaleur résiduelle, notamment la chaleur résiduelle des eaux usées, des centres de données ou de l'industrie. L'Atlas thermique paneuropéen cartographie les densités de chaleur pour 50 000 districts en Europe (Möller et al. , 2019 ; version 5.1, 2021) et il existe d'autres études de cartographie thermique connexes qui peuvent être utilisées pour guider l'intégration de la planification spatiale et énergétique afin de soutenir la neutralité climatique.

Grâce à la *régénération urbaine*, les zones abandonnées et sous-développées peuvent être rénovées et réaffectées pour leur redonner une vie durable. La régénération urbaine peut produire de nouveaux environnements vivables, capables d'inclure et d'intégrer de nombreuses mesures liées à l'énergie et au climat, en alignant le développement sur des objectifs actualisés et en s'efforçant de maintenir la pression pour la construction de nouvelles habitations à un niveau aussi bas que possible : par exemple, des éco-quartiers adoptant des stratégies de développement orientées vers les transports en commun, comprenant des zones favorables aux piétons et aux cyclistes, une utilisation mixte, des bâtiments à faible consommation d'énergie et la production d'énergie renouvelable. La régénération urbaine apporte donc des avantages supplémentaires liés à d'autres stratégies de l'UE : réduction de la pression sur les sites vierges existants autour des villes, contribuant ainsi à lutter contre l'imperméabilisation des sols, réduction des risques de catastrophe. Lorsque les friches industrielles sont régénérées, la décontamination des sols constitue un avantage supplémentaire.

Pour tous ces aspects, il est possible de réunir de multiples compétences, départements et services dans des structures de gouvernance participatives et intégrées. De cette façon, les villes peuvent faciliter les interactions de l'urbanisme dans le soutien à la neutralité climatique et être habilitées à coordonner leur parcours vers la neutralité climatique.

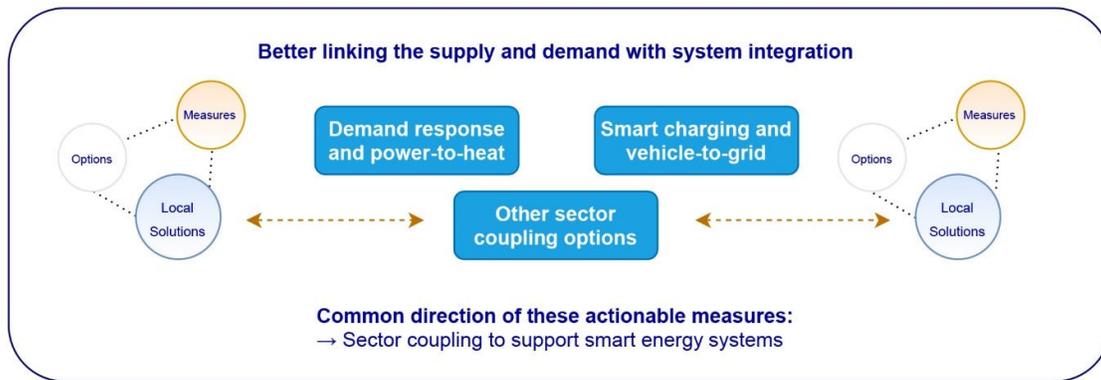
5.2 Bâtiments et transports dans les systèmes énergétiques urbains

L'*électrification* du système énergétique urbain est l'une des principales orientations des mesures réalisables qui recourent efficacement les bâtiments et les transports, en tenant également compte de ses interactions avec les transports publics ainsi que les réseaux de chauffage et de refroidissement urbains, comme les systèmes de métro léger et les pompes à chaleur à grande échelle. Avec la réduction rapide des prix des technologies qui utilisent des sources d'énergie renouvelables variables, en particulier l'énergie solaire (IRENA, 2021), le secteur de l'électricité a un avantage significatif pour la décarbonisation et sera le plus rapide à atteindre le niveau net zéro dans les scénarios connexes. L'électrification de la demande d'énergie dans les bâtiments (voir la section 3.1.6 ci-dessus) et les transports (voir la section 3.2.4 ci-dessus) peut bénéficier de ces progrès rapides, tandis qu'une approche des systèmes énergétiques intelligents intégrant les secteurs de l'électricité, du chauffage, du refroidissement et des transports est essentielle pour permettre un avenir fondé sur les énergies renouvelables (Lund et al., 2017). Les villes qui relèvent le défi d'être des pionnières en matière de neutralité climatique peuvent montrer des moyens d'accroître les interactions entre les bâtiments et les transports dans des *systèmes énergétiques intelligents* qui impliquent des réseaux électriques intelligents, des réseaux thermiques intelligents ainsi que des réseaux de gaz intelligents (Mathiesen et al. , 2015). L'augmentation des interactions entre les bâtiments et les transports dans les systèmes énergétiques intelligents ira au-delà d'une vision de l'un ou l'autre secteur et permettra aux villes d'envisager des options pour augmenter le couplage des secteurs pour la neutralité climatique.

6 Mieux relier l'offre et la demande grâce à l'intégration des systèmes

L'un des domaines présentant le plus grand potentiel d'innovation est celui des solutions qui permettront de mieux relier l'offre et la demande d'énergie, de manière à ce que la demande d'énergie en milieu urbain suive de plus près l'offre d'énergie, qui continue à comporter une part croissante de sources d'énergie renouvelables variables. Ces solutions sont également applicables à l'électricité fournie par le réseau, où les options de flexibilité du système permettront d'atteindre des parts beaucoup plus élevées d'énergies renouvelables dans le système énergétique européen au sens large. La **stratégie de l'UE pour l'intégration des systèmes énergétiques** met l'accent sur l'intégration des systèmes énergétiques par le biais d'un processus qui implique "la planification et l'exploitation coordonnées du système énergétique dans son ensemble, à travers de multiples vecteurs énergétiques, infrastructures et secteurs de consommation" (Commission européenne, 2020c). Les zones urbaines sont celles où la demande d'énergie est en grande partie co-localisée entre les secteurs et les infrastructures, ce qui ouvre un espace très prometteur pour soutenir l'intégration des systèmes énergétiques.

Figure 10. Principales orientations des mesures actionnables pour l'intégration des systèmes



Source : Produit propre.

Il existe **trois mesures principales** que les villes peuvent mettre en œuvre pour soutenir l'intégration des systèmes énergétiques :

- 1) La **réponse à la demande** implique des options pour déplacer la demande d'énergie à temps afin de réduire la demande de pointe, d'améliorer l'équilibrage de la charge et, plus récemment, de réduire la limitation de la production d'énergie renouvelable variable dans le système énergétique. Les impacts réalisés pour chacun de ces objectifs dépendent de l'échelle et du nombre de participants qui sont regroupés dans des programmes connexes. Le Power-to-heat est l'une des options de réponse à la demande et couple les secteurs de l'électricité et de la chaleur lorsque cela est nécessaire pour permettre une plus grande part de pénétration des énergies renouvelables comme moyen d'atteindre cet objectif. Les petites capacités peuvent offrir une capacité limitée de déplacement du moment d'utilisation, tandis que les possibilités de réponse à la demande à grande échelle qui utilisent l'infrastructure urbaine peuvent être particulièrement pertinentes pour les villes (Gjorgievski et al., 2021). Il s'agit notamment de l'utilisation des réseaux de chauffage et/ou de refroidissement urbains dans les systèmes énergétiques intelligents, ainsi que du décalage de l'heure d'utilisation de certains équipements électriques dans les stations d'épuration des eaux usées. En particulier, l'utilisation des réseaux de chauffage et de refroidissement urbains en tant que stockage d'énergie thermique par le biais de pompes à chaleur à grande échelle peut favoriser le décalage temporel basé sur la réponse à la demande avec la production de chaleur pour une meilleure adéquation entre l'offre et la demande. La directive modifiée sur les énergies renouvelables souligne le rôle du stockage de l'énergie thermique intégré aux réseaux de chauffage et de refroidissement urbains comme une source importante de flexibilité pour l'électricité renouvelable et une exploitation rentable (Commission européenne, 2021c). Le potentiel du chauffage et du refroidissement urbains pour fournir des services de flexibilité sur les marchés de l'électricité grâce au couplage sectoriel est une direction de mesures exploitables qui peuvent être envisagées dans les villes.
- 2) En tant qu'option du côté de la demande, la **recharge intelligente** cherche à résoudre le problème de la recharge incontrôlée des véhicules électriques et des transports publics électriques qui peut nécessiter des investissements plus importants pour étendre les capacités du réseau électrique dans le système énergétique (Heilmann & Wozabal, 2021). Au-delà des économies de coûts, la recharge intelligente et la connexion au réseau électrique ont également un rôle important à jouer dans le soutien d'un système d'énergie renouvelable avec lequel le secteur des transports interagira (Gonzalez Venegas et al., 2021). Un flux d'énergie bidirectionnel rendu possible par la recharge intelligente et le véhicule-to-grid permet aux véhicules électriques et aux transports publics électriques de servir de stockage d'énergie pour les systèmes d'énergie renouvelable. Selon une estimation, l'infrastructure de charge intelligente peut réduire les impacts des véhicules électriques sur la demande de pointe d'environ 60 % (AIE, 2021). La recharge lente et intelligente de la mobilité électrique sera importante dans les stratégies de systèmes énergétiques. En ce qui concerne le transfert de véhicule à réseau, les véhicules électriques devraient fournir jusqu'à 20 % de la flexibilité requise quotidiennement dans les systèmes d'énergie renouvelable (Commission européenne, 2020c), avec une concentration importante d'actifs de mobilité électrique dans les zones urbaines. Globalement, avec les 30 millions de véhicules électriques attendus dans l'UE

d'ici 2030, permettre à ces actifs de stockage distribués d'absorber l'électricité renouvelable en période d'abondance et de la réinjecter dans le réseau en période de pénurie offre des opportunités considérables (Commission européenne, 2021c). Le développement d'une infrastructure de recharge bidirectionnelle accessible au public peut être un moyen de concrétiser le rôle de l'électromobilité dans la fourniture de cette flexibilité.

- 3) Il existe d'autres options de **couplage sectoriel**, au-delà de la réponse à la demande, avec des possibilités de production de chaleur, de recharge intelligente et de connexion des véhicules au réseau. L'une de ces options est la production d'hydrogène propre à partir d'électricité renouvelable, qui peut être réutilisée pour produire de l'électricité renouvelable dans des endroits spécifiques.

au moment de la demande d'énergie ou injecté dans les réseaux de gaz intelligents. En tant que vecteur de stockage de l'énergie renouvelable, l'hydrogène renouvelable, qui utilise principalement l'énergie éolienne et solaire par l'intermédiaire d'électrolyseurs, a un fort potentiel, même si de nouveaux marchés pilotes et une recherche et une innovation soutenues sont importants. La stratégie de l'hydrogène pour une Europe climatiquement neutre prévoit des objectifs d'au moins 6 GW d'ici à 2024 et 40 GW d'ici à 2030 pour les électrolyseurs d'hydrogène renouvelable, avec la possibilité de créer des groupes locaux d'hydrogène dans les îles, les écosystèmes régionaux ou les secteurs où l'électrification peut être plus difficile (Commission européenne, 2020b). Autre option, au-delà de son utilisation pour la production locale d'électricité, le biogaz peut être valorisé sous forme de biométhane pour soutenir les réseaux de gaz intelligents lorsque cela peut représenter une opportunité ou un besoin local. Les villes peuvent combiner les besoins et les opportunités de manière polyvalente pour soutenir la transition vers la neutralité climatique.

L'orientation commune de ces mesures est le couplage sectoriel à l'appui des systèmes énergétiques intelligents, comme le montre la **figure 10**. Principales orientations des mesures à mettre en œuvre pour l'intégration des systèmes. Ces mesures sont des catalyseurs transversaux de la transition urbaine vers la neutralité climatique. Le couplage sectoriel permet d'obtenir un bon rapport coût-efficacité dans les systèmes énergétiques à forte pénétration de sources renouvelables variables (Pfeifer et al., 2021) et constitue l'un des moyens de capturer des synergies pour accélérer l'atténuation du changement climatique dans les zones urbaines, les villes travaillant sur les multiples possibilités qui s'offrent à elles, notamment l'utilisation des sols urbains et l'aménagement de l'espace (Kılıç, 2021). Comme l'indique en outre la [stratégie de l'UE pour l'intégration des systèmes énergétiques](#), un code de réseau sur la flexibilité du côté de la demande soutiendra la libération du potentiel des véhicules électriques et des pompes à chaleur pour contribuer à la flexibilité du système. Grâce à l'intégration des systèmes, les villes soutiendront les systèmes énergétiques intelligents pour la neutralité climatique.

7 Le rôle des solutions intelligentes et numériques

7.1 Introduction

Les solutions numériques peuvent être utilisées pour résoudre les problèmes environnementaux et climatiques (par exemple, la pollution, les embouteillages) et réduire les émissions de GES. Avec l'introduction de capteurs bon marché, de l'Internet des objets (IoT), de l'intelligence artificielle (IA), du système de positionnement global (GPS) haute résolution et du Big Data, les éléments fonctionnels clés des villes devraient changer et avoir un impact sur tous les aspects de notre vie (Vandecasteele et al., 2019).

Les solutions de la ville intelligente et le partage des données peuvent être utilisés, par exemple, pour contrôler la réduction des émissions dans la mobilité, fournir des réseaux énergétiques intelligents, améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments, contrôler la pollution de l'air, la gestion de l'eau et des déchets. Les décideurs peuvent tirer une valeur ajoutée particulière de la combinaison de données provenant de différents secteurs, afin de comprendre et de modéliser les interdépendances dans un environnement urbain complexe, par exemple l'impact de la gestion du trafic sur la pollution atmosphérique et sonore dans une rue ou un quartier particulier. L'intégration des données, via des plateformes de données locales interopérables, est un puissant moteur de la transformation systémique d'une ville (Pellegrin et al., 2021, p. 30).

Le processus de numérisation des villes intelligentes comporte trois couches (Woetzel et al., 15 juin 2018), à savoir :

- l'infrastructure (réseaux et capteurs) ;
- les applications intelligentes et l'analyse des données ;
- les activités fondées sur les données (prise de décision et changements de comportement).

Pour avoir un impact et assurer une durabilité à long terme, les innovations des villes intelligentes doivent être évolutives et, idéalement, intersectorielles (State of Green, 2020). En outre, les partenariats public-privé (PPP) et la mise en réseau avec d'autres villes peuvent être essentiels pour augmenter les chances de réussite. La communauté Living-in.EU a été créée pour répondre à cette demande, afin que les villes et les communautés unissent leurs forces pour accélérer la transformation numérique, notamment en stimulant la demande du marché pour des solutions interopérables.

7.2 Les avantages de la numérisation pour les villes à faibles émissions de carbone

Des connaissances utiles sur l'état de l'environnement et sur la façon dont l'économie, la société et l'environnement interagissent, peuvent être fournies par des données, des algorithmes et des aperçus. Si elles sont utilisées efficacement, les technologies numériques peuvent contribuer à réduire les émissions globales jusqu'à 15 % (Ekholm & Rockström, 2019). On pense également que l'intelligence artificielle et les jumeaux numériques locaux peuvent être des outils puissants pour les villes et les communautés afin de prendre des décisions bien informées (Commission européenne, 2021d), de soutenir une planification urbaine intégrée durable et de faciliter l'engagement des citoyens (Commission européenne, Planification intégrée, politique et réglementation). Les jumeaux numériques peuvent notamment

permettent de relever des défis complexes de manière holistique, grâce à leur capacité à combiner des données provenant de plusieurs domaines, à visualiser leur corrélation et à fournir des simulations et des scénarios de simulation. La valeur ajoutée de l'intelligence artificielle et des jumeaux numériques locaux est par exemple illustrée par le projet "DigiTranScope" et divers jumeaux numériques locaux qui ont été créés en Europe, tels que le tableau de bord de la ville d'Amsterdam, l'atlas énergétique et climatique d'Helsinki, le jumeau numérique de Rotterdam et le jumeau numérique DUET de Flandre (Commission européenne, 2021d). Les plateformes de données et l'utilisation de normes ouvertes et de spécifications techniques pour partager les données entre les secteurs seront également importantes pour la (mise à l'échelle de la) transformation numérique.

D'autres avantages de la numérisation sont mentionnés dans le rapport 2021 de l'Agence internationale de l'énergie (AIE, 2021), dont voici quelques exemples :

- Améliorer le fonctionnement et l'efficacité des systèmes énergétiques et traiter les questions d'équité et de fiabilité, grâce à la synthèse de nouveaux flux d'informations ;
- Créer des économies d'échelle, minimiser le besoin de nouvelles infrastructures et créer de nouvelles opportunités (notamment dans les villes à forte densité de population) ;
- Créer de nouvelles opportunités commerciales et de nouveaux flux de revenus, permettre des mécanismes de financement innovants et améliorer la perception des risques.

Bien que la création de nouvelles opportunités commerciales soit avantageuse, la transformation systémique sera essentielle (nécessitant une innovation durable et intégrée). Lors de l'élaboration et de la mise en œuvre d'une stratégie ou d'un plan pour des villes intelligentes et à faible émission de carbone, il est essentiel que les autorités locales tiennent compte des **cobénéfices** potentiels découlant du processus de numérisation pour toutes les parties prenantes locales appartenant au spectre de la quadruple hélice, notamment les administrations locales, les instituts de recherche, l'industrie, les citoyens, les entreprises et les autres acteurs locaux (Borsboom et al., 2019). Transmettre la grande variété de retombées positives attendues, tout en soulignant les liens avec les besoins et les attentes des parties prenantes, augmente les chances de soutien des mesures de numérisation verte, et d'adoption des nouvelles technologies et des nouveaux services.

7.2.1 Améliorer la prise de décision fondée sur des preuves

Dans le contexte de la double transition, les solutions basées sur les TIC permettent de collecter et de produire de grandes quantités de données qui peuvent être utilisées par les administrations locales pour la planification, la mise en œuvre et l'évaluation des activités municipales, rendant ainsi la prise de décision au niveau local plus informée, moins longue et plus efficace.

En effet, la prestation de la plupart des services urbains (par exemple, les transports) est plus efficace lorsque les gouvernements locaux ont une meilleure compréhension des préférences des citoyens, car une prestation de services publics adaptée augmente les chances d'une utilisation généralisée par les citoyens, ce qui entraîne des économies d'échelle.

Par exemple, l'utilisation de données en temps réel et de technologies numériques aide les administrations municipales à élaborer des plans d'occupation des sols plus précis (par exemple, en fonction des risques liés au climat ou aux risques naturels) ou à faire correspondre de manière optimale l'infrastructure du réseau de distribution d'énergie au potentiel local d'énergie renouvelable (par exemple, grâce à la cartographie SIG), ce qui permet une gestion plus efficace des services municipaux dans leur ensemble (AIE, 2021).

Plus généralement, la numérisation peut également améliorer les capacités organisationnelles et administratives, renforcer les performances opérationnelles et aider à surmonter des problèmes tels que la bureaucratisation excessive et les approches en silo de l'élaboration des politiques, qui nuisent à l'adoption de solutions intégrées et intersectorielles essentielles pour atteindre la neutralité climatique.

7.2.2 Faire progresser la R&I et l'économie numérique

Le déploiement à grande échelle d'infrastructures TIC/IoT et l'utilisation d'appareils compatibles avec les TIC et d'applications intelligentes dans les contextes urbains peuvent être l'occasion pour les opérateurs historiques qui ont déjà une expérience pertinente en matière de produits et services numériques d'augmenter leurs volumes de transactions (souvent des entreprises). De même, c'est une opportunité pour les entrepreneurs individuels locaux, les PME et les start-ups d'entrer et de consolider leur présence sur un nouveau marché (Kummitha, 2019). Toutefois, afin de soutenir le développement d'un marché ouvert et équitable où les petites entreprises peuvent se développer et prospérer, les municipalités (locales) doivent prendre des mesures complémentaires pour assurer l'interopérabilité, et ainsi se tenir à l'écart des

mécanismes de verrouillage des technologies et des fournisseurs qui profitent exclusivement aux multinationales (Commission européenne, 2021e).

Alors que les villes visent à se numériser pour atteindre la neutralité carbone, elles peuvent tirer parti des opportunités d'innovation verte dans des secteurs critiques (par exemple, l'électrification, l'hydrogène, la bioénergie) en encourageant les investissements dans la R&D pour le développement de nouveaux produits et technologies (et potentiellement perturbateurs). Les villes peuvent ainsi contribuer non seulement à la création

de nouvelles opportunités commerciales, mais aussi au développement d'une base de connaissances plus solide dans la région (universités, organismes de recherche) et à la consolidation des liens entre le monde universitaire et l'industrie dans l'écosystème local, surtout s'ils adoptent une approche intégrée et ouverte de l'innovation.

Une fois les technologies innovantes déployées dans les villes intelligentes, les données générées pourraient être mises à disposition sous la forme d'ensembles de données ouverts, ce qui représente une opportunité entrepreneuriale supplémentaire pouvant être exploitée *notamment* par les entreprises et les chercheurs pour le développement de nouveaux produits et services. La Commission européenne soutiendra le partage des données au sein des villes et entre elles, notamment par la création d'espaces de données au titre du programme "Europe numérique", dans le cadre de la stratégie européenne en matière de données. L'espace de données sur les communautés intelligentes sera un espace de données intersectoriel destiné à faciliter la réutilisation des données au sein des villes et entre elles, en mettant l'accent sur les cas d'utilisation répondant aux objectifs de l'accord vert européen.

Encadré 9. Bonne pratique : les données ouvertes

7.2.3. Des données pour l'engagement des citoyens

Depuis 2011, l'agglomération d'Helsinki offre un accès gratuit aux vastes quantités de données collectées par les services municipaux. La plateforme ouverte de données de Helsinki, *avoinnointo*, présente 600 jeux de données, dont des données géographiques, des données de transport, des données de santé, des données de culture et des données de services. Les données sont disponibles sur la plateforme ouverte de données de Helsinki, *avoinnointo*, dans un format ouvert et accessible. Les données sont utilisées par les citoyens, les entreprises et les chercheurs pour développer environ 280 applications.

Le secteur de l'énergie est un domaine clé pour l'innovation et le développement des villes intelligentes. La Région de l'aire métropolitaine de Helsinki a lancé une initiative pour améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments résidentiels. Les données de consommation d'énergie sont partagées avec les citoyens pour leur permettre de mieux comprendre leur consommation et d'adopter des comportements plus responsables. Cette initiative a permis de réduire la consommation d'énergie et de réduire les émissions de GES. Les données de consommation d'énergie sont également utilisées pour améliorer la planification et la gestion des réseaux de distribution d'énergie. Cette initiative a permis de réduire la consommation d'énergie et de réduire les émissions de GES. Les données de consommation d'énergie sont également utilisées pour améliorer la planification et la gestion des réseaux de distribution d'énergie.

De même, une gestion efficace de la mobilité et du trafic rendue possible par des données en temps réel peut réduire les embouteillages, faciliter et raccourcir les trajets domicile-travail et, avec le déploiement de solutions multimodales intelligentes accessibles (par exemple, la mobilité en tant que service), améliorer considérablement la vie quotidienne des citoyens.

Là encore, la réduction des émissions de GES contribue à l'amélioration de la qualité globale de l'air dans les zones urbaines, un indicateur qui peut être perçu concrètement par les résidents et donc lié positivement aux initiatives et pratiques vertes intelligentes, surtout si l'accès à ces données et leur interaction sont encouragés (voir par exemple l'initiative pilote *Snifferbike* dans l'encadré 10).

Plus généralement, les nouveaux services basés sur les TIC et l'IoT sont plus susceptibles d'être adaptés aux besoins des citoyens et de pouvoir s'adapter avec souplesse aux changements de tendances grâce au suivi des données en temps réel.

En outre, l'utilisation d'infrastructures urbaines interconnectées et de technologies numériques est connue pour générer des effets de réseau directs et indirects au bénéfice des citoyens, à condition d'atteindre une masse critique suffisante d'utilisateurs.

Enfin, la société civile dans son ensemble peut bénéficier des politiques d'ouverture des données, car les citoyens ont un meilleur accès aux informations sur les questions qui les concernent ou les intéressent, le secteur public devient plus transparent et responsable, et les organisations civiques et les groupes de défense peuvent utiliser les données ouvertes pour mieux informer leur travail et optimiser leurs efforts de sensibilisation (Partanen et al., 2013).

Les outils numériques tels que les jumeaux numériques locaux sont un outil puissant pour l'engagement des citoyens, en présentant les données et les preuves de manière convaincante, et pour les simulations et les visualisations, qui peuvent aider à engager les citoyens à façonner leur ville. Par exemple, FinEst Digital Twin, une collaboration sur les villes intelligentes entre la Finlande et l'Estonie, développe un outil de simulation qui permettra aux citoyens de façonner le développement d'espaces verts urbains à l'aide d'une technologie de jeu. (Finest Twins, modèle dynamique d'information verte de Tallinn-Helsinki).

Encadré 10. Bonne pratique : surveillance de la qualité de l'air

La province d'Utrecht (FIWARE, 01 octobre 2020), en collaboration avec d'autres parties prenantes, a lancé l'initiative pilote "Snifferbike", dans le cadre de laquelle un certain nombre de citoyens volontaires équipent leur vélo de capteurs pour surveiller la qualité de l'air. Le capteur de *Snifferbike* mesure non seulement trois types de particules et d'autres indicateurs de la qualité de l'air, mais suit également les cyclistes de manière anonyme afin de déterminer leurs habitudes et les endroits où l'infrastructure cyclable pourrait être améliorée en fonction des schémas de circulation.

Sur la base des données collectées, une application mobile destinée aux citoyens permet aux cyclistes de suivre la qualité de l'air et de choisir des itinéraires plus sains. Un tableau de bord de gestion fournit également des données sur l'état actuel de l'environnement qui peuvent être utilisées par les décideurs politiques traitant des questions d'environnement et de mobilité, ainsi que par les agences de recherche locales.

Le projet pilote a finalement été étendu et, en août 2020, tous les capteurs de *Snifferbike* avaient collecté près de 35 millions de points de données et les participants avaient parcouru près de 500 000 kilomètres et passé 35 000 heures sur leur vélo.

7.3 Mesures visant à permettre et à encourager la numérisation pour la transition verte

Les mesures visant à permettre et à encourager la numérisation couvrent trois dimensions : technologique, politique et financière. Cette section aborde chacune de ces dimensions de manière plus détaillée.

7.3.1 Mise en place d'une infrastructure (de données) intelligente et de solutions intégrées

Les jumeaux numériques d'une ville sont considérés comme la prochaine étape de la gestion des villes intelligentes, car ils permettent aux décideurs de visualiser et de simuler l'impact de leurs décisions dans un environnement de test, tout en facilitant la participation des citoyens aux décisions relatives à la planification urbaine qui ont un impact sur leur vie. De nombreuses villes disposent effectivement de données sur leur environnement bâti par le biais de leur cadastre ou de leurs systèmes d'information géospatiale, tandis que les informations sur les objets du monde réel dans les villes (par exemple, les bâtiments, les routes, les ponts, etc.) et, en particulier, les données en temps réel (collectées par l'IoT et les capteurs) sont généralement distribuées, stockées et gérées par différentes organisations et différents acteurs. En raison de la nature distribuée et hétérogène des informations, la création d'un **jumeau numérique** d'une ville est un défi à la fois technique et organisationnel, mais pourrait constituer un moyen puissant de briser les silos administratifs et de relever des défis urbains complexes (Commission européenne, 2021d). Pour relier et exploiter ces données distribuées et hétérogènes, la Commission soutiendra la création d'un espace de données pour les communautés intelligentes ; un environnement sécurisé, où les villes intelligentes et les parties prenantes concernées peuvent partager des données dans le cadre d'un ensemble de conditions convenues conjointement (Commission européenne, 2021d, p.19). La première série de projets pilotes visant à valider l'espace de données sera axée sur des sujets tels que l'adaptation au climat et les événements météorologiques extrêmes. En outre, les infrastructures de données spatiales pour les villes intelligentes peuvent jouer un rôle important dans l'établissement de l'interopérabilité entre les systèmes et les plateformes (Kolbe & Donaubauer, 2021). Les infrastructures de données intelligentes (IDS) pour les villes intelligentes et durables ont été introduites pour permettre l'intégration dans ce contexte (Moshrefzade & Kolbe, 2016).

Un exemple de jumeau numérique est l'Atlas de l'énergie climatique d'Helsinki, un modèle 3D de la ville, reflétant les bâtiments et les utilisations de l'énergie, sur la base duquel quatre modèles ont été construits pour prévoir la consommation d'énergie et la demande future ainsi que le potentiel d'énergie renouvelable (solaire, géothermique) et pour planifier la rénovation du parc immobilier de la ville afin d'améliorer l'efficacité énergétique (Dumitrascu, 2021). Un autre bon exemple est RUDI, l'interface de données urbaines de Rennes (Urban Innovative Actions, RUDI - Rennes Urban Data Interface, sans date).

Une autre initiative d'infrastructure de données est Gaia-X25, un projet visant à créer une infrastructure de données fédérée et sécurisée. L'architecture de Gaia-X est basée sur le principe de la décentralisation. La structure organisationnelle de Gaia-X repose sur trois piliers : l'Association Gaia-X, les Hubs nationaux Gaia-X, et la Communauté Gaia-X. Les membres du Hub Gaia-X Allemagne, par exemple, sont organisés en groupes de travail, dont un groupe de travail Smart City/Smart Region. Le groupe de travail Smart City/Smart Region vise à "améliorer l'infrastructure en fournissant des plates-formes de données pour les villes, les municipalités et les districts afin de garantir un échange de données sécurisé, conforme à la loi et

contrôlé par des règles, un traitement complet des données ainsi que l'utilisation partagée de données provenant de différentes sources".

Plateforme de données urbaines

L'une des principales infrastructures habilitantes est une plateforme de données locales (également appelée plateforme de données urbaines ou plateforme numérique urbaine), **le cœur battant de la transformation numérique urbaine.**

²⁵ Pour plus d'informations, consultez le site web de Gaia-X : <https://www.data-infrastructure.eu>.

Les plateformes de données urbaines sont au cœur de la transformation numérique des villes et des communautés. C'est la pièce maîtresse des services nouveaux et innovants ; d'un simple planificateur d'itinéraire à une solution jumelle numérique complexe. Les plateformes de données urbaines sont les cœurs battants de la transformation numérique urbaine car elles connectent, analysent et visualisent toutes les données du tissu urbain. À partir de là, les données peuvent être partagées avec les services de la ville ou des fournisseurs tiers, offrant ainsi aux citoyens une expérience mobile sans faille.

Les villes et les communautés tirent le plus grand profit des plateformes de données urbaines lorsque celles-ci sont *ouvertes*. Suivant la "définition DIN" de l'Institut allemand de normalisation (en allemand "Deutsches Institut für Normung" ou "DIN"), une plateforme urbaine ouverte est une "plateforme urbaine qui utilise des normes et des interfaces ouvertes pour garantir la compatibilité et l'interopérabilité avec d'autres systèmes et d'autres plateformes urbaines." (Beuth, 2017). Les plateformes de données urbaines ouvertes permettent aux villes et aux communautés de : (i) de personnaliser la plateforme en fonction de leurs besoins, (ii) d'éviter le verrouillage des fournisseurs et l'endettement technologique, (iii) de partager des données avec des tiers, (iv) de connecter les services et les données plus facilement, et (v) de fournir de meilleurs services numériques à leurs citoyens à moindre coût (Living-in.EU, Urban Data Platform & Sheombar, 2020).

Encadré 11. Autres bonnes pratiques : Initiatives d'interopérabilité

7.3.2 Mesures d'ordre politique

FIWARE²⁶, approuvé par la Commission européenne, est un exemple d'intégration de données urbaines. Les villes peuvent accéder aux données de plateformes européennes de données urbaines pour développer des solutions intelligentes basées sur des standards internationaux. À titre d'exemple, la ville de Galaxa a été choisie pour étudier l'interopérabilité, l'interopérabilité et l'interopérabilité des données de base pour le développement des villes intelligentes (Forum européen des villes intelligentes, 2021). Une autre ville est celle de la ville de Tokyo (Kobashi, 2020 et 2021). Un autre projet est celui de la ville de Madrid (FIWARE, 2021) qui a permis de développer des solutions intelligentes basées sur des standards internationaux. Les villes intelligentes peuvent bénéficier de la gestion intelligente de l'irrigation, par le déploiement de dispositifs IoT tiers compatibles. Le projet, en France, a permis de développer des programmes d'irrigation sur la base des données des capteurs (par exemple, humidité du sol, capteurs de température, station météo) et de réduire les coûts de financement et de financement pour l'essai, le déploiement et la mise à l'échelle des solutions de CO2 de projets de villes intelligentes (2021). Les villes intelligentes doivent (1) comprendre la valeur du projet, (2) la relier aux options de financement et de financement, et (3) déterminer la méthode de livraison appropriée (Deloitte, 2018).

Plusieurs options de financement sont énumérées à la section 8. Il existe de nombreuses initiatives urbaines qui ont débouché sur des solutions numériques innovantes réussies, telles que :

le partenariat d'innovation européen sur les villes et communautés intelligentes (EPIC) et, grâce à l'utilisation de normes ouvertes et d'interfaces de programmation d'applications, à éviter le verrouillage des fournisseurs. À l'heure actuelle, l'OASC propose trois types de MIM, à savoir la gestion des informations contextuelles, les modèles de données communs et les outils de marché (gestion des transactions de l'écosystème) et travaille actuellement sur la gestion des données personnelles et l'intelligence artificielle équitable (Open & Agile Smart Cities vzw, Minimal Interoperability Mechanisms - MIMs, sans date). Les MIM Plus, développés et maintenus par le mouvement Living-in.EU, combinent les MIM et d'autres éléments fondamentaux (Living-in.EU, 2021).

- le partenariat pour la transition numérique de l'agenda urbain de l'UE (DTP UA),
- le système d'information des villes intelligentes (SCIS),
- les projets Horizon 2020 tels que les projets Lighthouse et les projets pilotes IoT à grande échelle,
- Actions innovatrices urbaines,
- le programme URBACT,
- l'Institut européen d'innovation et de technologie (IET) et ses communautés,
- le défi des 100 villes intelligentes et la déclaration de coopération sur la transformation numérique et la croissance des villes intelligentes, signée par les maires de toutes les villes participantes,
- le plan d'action pour l'administration en ligne 2016-2020, et
- la déclaration ministérielle de Tallinn sur l'administration en ligne (2017) (Living-in.EU, Déclaration).

Le **programme Digital Europe** soutiendra la création et la validation d'un schéma de gouvernance et d'une architecture de référence pour un **espace de données pour les communautés intelligentes**, pour l'échange sécurisé de données publiques et privées au niveau de l'UE. L'identification d'ensembles de données prioritaires communs liés à l'environnement et aux défis liés au climat augmentera le potentiel de partage de solutions de données entre les collectivités au-delà des frontières et des secteurs et les aidera à atteindre les objectifs du Green Deal européen. L'action contribuera à la définition de l'infrastructure technique pour le partage de données entre les domaines pertinents (en particulier, le trafic, l'électricité, la pollution, les événements météorologiques extrêmes, l'eau, les eaux usées, la gestion des déchets, l'infrastructure urbaine, etc.), afin de créer une innovation inter-domaines et d'avancer vers la transition verte dans chaque contexte local. L'espace de données sera testé par des pilotes dédiés, ainsi que par les installations de test et d'expérimentation de l'IA pour les communautés intelligentes. En outre, la Commission fournira et mettra à la disposition des villes et des communautés intéressées des modules techniques interopérables, afin de les aider à créer leurs jeux de données numériques (locaux).

Encadré 12. Exemple de financement par effet de levier pour des projets de villes intelligentes :

7.5 Utilisation des données et financement des solutions Smart City

Sharing Cities est un grand projet international de villes intelligentes qui s'attaque à certains des défis Les données peuvent être traitées à leur tour, les villes intelligentes frontalières, où que les villes ont générées et peuvent être énergisées pour améliorer les bâtiments à faible émission de carbone, aide que l'exploitation des données et la mise en œuvre de données pour une coproduction de données fondamentales pour les villes intelligentes par le biais de l'investissement de l'industrie et des universités en matière de confiance et de collaboration en matière de données, de garantir plus de transparence et de confiance dans les données et de promouvoir l'évolution et d'évolutivité. Son approche centrée sur l'utilisateur et sur la ville contribue à façonner le marché des villes intelligentes. Le projet Toutefois, les données peuvent également constituer une faiblesse dans les villes qui sont moins à même de les exploiter, et une menace compte tenu des préoccupations relatives à la protection de la vie privée que suscite la masse de données générées par les villes intelligentes (OCDE, 2020). En outre, comme le souligne l'Université de Birmingham, "les données globales suggèrent que nous ne manquons pas de technologies, ni de données capturées par les technologies, mais que le plus grand défi réside dans la gouvernance, le financement et les structures de propriété complexes qui rendent difficile la bonne utilisation des données" (Birmingham Policy Commission on Future Urban Living, 2014).

En 2020, la Commission européenne a proposé la loi sur la gouvernance des données, également appelée DGA (Commission européenne, 2020e), dans le cadre de la stratégie européenne pour les données. La DGA aborde, entre autres, la situation consistant à autoriser l'utilisation des données sur la base de motifs altruistes. La loi sur les données fait suite à cette proposition et vise à proposer des mesures pour garantir l'équité dans la répartition de la valeur des données entre les acteurs de l'économie des données.

Encadré 13. Projet de trottoir de Toronto

Quayside est un quartier du front de mer de Toronto, au Canada, où d'anciennes installations portuaires et des utilisations industrielles doivent être réaménagées. L'agence gouvernementale Waterfront Toronto prévoit un site de 4,9 hectares pour un nouveau développement résidentiel qui sera construit entre les quartiers East Bayfront et Port Lands. Sidewalk Labs d'Alphabet, en coopération avec la ville de Toronto, a proposé un projet de ville intelligente "**Sidewalk Toronto**" pour le quartier de Quayside. Le projet serait composé de bâtiments respectueux du climat, de l'utilisation d'un système pneumatique automatisé d'élimination des déchets, de logements abordables et de vastes espaces publics et utiliserait une gestion des eaux pluviales basée sur la nature (Vandecasteele et al., 2019). Cependant, le projet a été critiqué dès le début par les citoyens qui s'inquiétaient de la manière dont Alphabet allait collecter, protéger, posséder et utiliser leurs données. Block Sidewalk, un groupe de citoyens, a particulièrement critiqué le manque de transparence dans la mise en œuvre de ces idées de villes intelligentes et le fait que les citoyens n'étaient pas suffisamment informés de la manière dont leurs données étaient traitées (Appleton, 2020). En mai 2020, il a été annoncé que Sidewalk Labs ne poursuivrait pas le projet Quayside à Toronto

(IoT M2M Council, Sidewalk Labs pulls out of Toronto Quayside project).

Une réflexion minutieuse et transparente est nécessaire pour aborder les questions de contrôle public et de propriété des données collectées par les (nouvelles) technologies, en particulier dans les cas où les services sont externalisés à des tiers. Les technologies en elles-mêmes sont neutres - c'est la façon dont elles sont gérées qui déterminera l'impact réel sur la vie urbaine (Vandecasteele et al., 2019).

7.6 Exemple de réalisation - Achat d'innovation (TIC)

En développant une stratégie d'achat d'innovation tournée vers l'avenir qui utilise les achats publics avant commercialisation (APC) et les marchés publics de solutions innovantes (MPI) de manière complémentaire, les acheteurs du secteur public peuvent stimuler l'innovation du côté de la demande. Cela permet au secteur public de moderniser plus rapidement les services publics, tout en offrant aux entreprises européennes la possibilité de devenir des leaders sur de nouveaux marchés. Cependant, le PCP et le PPI sont encore sous-utilisés en Europe par rapport à d'autres parties du monde.²⁷ La Commission européenne a également publié un guide pratique des marchés publics dans le domaine de l'innovation (Commission européenne, 2021f). Ce guide contient des conseils techniques et des exemples, notamment en ce qui concerne la gestion des droits de propriété intellectuelle (DPI).

Horizon Europe renforce le cofinancement pour les acheteurs publics à travers l'Europe qui relèvent des défis communs en mettant en œuvre conjointement des PCP ou des PPI. Plus précisément, Horizon Europe offre des possibilités de financement pour les PCP et PPI dans plusieurs domaines : santé, sécurité, énergie, changement climatique, TIC, IA, infrastructures satellitaires et de recherche, etc. Cela inclut un appel PCP ouvert pour soutenir les acheteurs publics dans tous les domaines d'activité du secteur public pour développer de nouvelles solutions numériques vertes. Les possibilités de financement suivantes sont offertes aux consortiums d'acheteurs : (i) pour préparer et entreprendre ensemble des achats PCP ou PPI, et (ii) pour coopérer à l'identification des opportunités et à la préparation de futurs PCP / PPI. Les taux de financement sont de 100% et 50% pour les actions PCP respectivement PPI, respectivement. Pour les actions PCP, des groupes d'acheteurs mettent en œuvre ensemble un marché conjoint PCP. Pour les actions PPI, les acheteurs peuvent choisir de mettre en œuvre un marché conjoint PPI ou plusieurs marchés PPI distincts mais coordonnés.

²⁸

Le **programme Digital Europe** soutient également l'acquisition de solutions numériques de pointe. Les synergies avec les Fonds structurels (ESIF) peuvent également être utilisées pour cofinancer les achats d'innovation. Le programme pour l'Europe numérique fournit un financement stratégique soutenant des projets dans cinq domaines de capacité clés : le supercalculateur, l'intelligence artificielle, la cybersécurité, les compétences numériques avancées et la garantie d'une large utilisation des technologies numériques dans l'économie et la société, notamment par l'intermédiaire des **pôles d'innovation numérique**.²⁹

²⁷ Pour plus d'informations, consultez : <https://digital-strategy.ec.europa.eu/fr/policies/innovation-procurement>

²⁸ Pour plus d'informations, consultez le site web dédié : [Horizon Europe funding for PCP and PPI | Shaping Europe's digital future \(europa.eu\)](https://europea.eu/fr/horizon-europe/funding-for-pcp-and-ppi).

²⁹ Pour plus d'informations, consultez le site web dédié : [Programme numérique | Façonner l'avenir numérique de l'Europe \(europa.eu\)](https://europea.eu/fr/programme-numerique).

Encadré 14. Bonnes pratiques : exemple d'un processus d'achats publics avant commercialisation "AI4Cities".

AI4Cities applique un processus d'achat pré-commercial, qui consiste en une phase de conception de la solution, une phase de prototypage et une phase de test du prototype, où les start-ups, les PME et les grandes entreprises sont encouragées à fournir des solutions innovantes basées sur l'IA pour relever les principaux défis de la neutralité climatique ([AI4Cities. What is the Pre-Commercial Procurement \(PCP\) tool ?](#) s.d.). AI4cities - Accelerating Carbon Neutrality est un projet de trois ans, financé dans le cadre du programme Horizon 2020, qui réunit des villes européennes de premier plan à la recherche de solutions d'intelligence artificielle (IA) pour accélérer la neutralité carbone. Les villes participantes sont Amsterdam, Helsinki, Copenhague, Île-de-France, Stavanger et Tallinn. Le projet se concentrera sur les priorités spécifiques de chaque ville.

Pour plus d'exemples, une liste de projets financés par l'UE mettant en œuvre des achats pré-commerciaux (PCP) ou des marchés publics de solutions innovantes (PPI) est fournie [en ligne](#).

7.7 Les défis à relever par les villes

La collaboration entre les villes et les communautés sera essentielle, même si elles disposent de données et de technologies numériques, pour accroître l'impact et avoir plus de contrôle sur les solutions de ville intelligente qu'elles choisissent finalement. Afin de rester flexibles dans leur choix de fournisseurs de technologies et de créer une valeur ajoutée à partir de leurs données pour le bien commun, des études récentes (Brandt et al., 2020) suggèrent que les villes devraient mettre en œuvre des plateformes de données urbaines interopérables utilisant un ensemble commun de normes ouvertes (Commission européenne, 2021d). Il sera essentiel de comprendre les impacts plus larges des technologies spécifiques, y compris l'interaction, les interdépendances et les rétroactions entre les différentes technologies. L'intégration complète des différentes technologies essentielles au fonctionnement d'une ville (par exemple, l'eau, l'alimentation, la distribution d'énergie, la logistique, la mobilité, l'assainissement et la gestion des déchets), sera indispensable pour des systèmes urbains efficaces. Par conséquent, les composants et solutions utilisés devront pouvoir fonctionner ensemble grâce à un ensemble de normes interopérables (Vandecasteele et al., 2019).

Certaines villes travaillent sur la (meilleure) façon de traiter et d'utiliser les Big Data de plus en plus disponibles, souvent dans le cadre de partenariats public-privé avec de grandes entreprises informatiques. Si l'intégration des technologies est essentielle, elle doit se faire de manière à bénéficier au plus grand nombre, indépendamment de leurs affinités et de leurs capacités en termes de technologie et de statut socio-économique (c'est-à-dire l'âge, le sexe, l'éducation et le revenu), l'utilisation des données étant transparente pour les citoyens (Vandecasteele et al., 2019).

Autres défis à prendre en compte par les villes :

- Politiques de protection des données et plates-formes TIC protégées concernant l'utilisation, le partage, la gestion et l'exploitation des données par les secteurs public et privé. Notamment la propriété des données, une législation appropriée et cohérente, le partage des données et les normes, et la cybersécurité (Vandecasteele et al., 2019). (Voir également l'**encadré 15** pour une illustration de bonne pratique).
- Engagement des parties prenantes et alignement des intérêts et des activités. Les approches d'innovation ouverte peuvent aider à relever ce défi (voir section 7.8).
- Une capacité opérationnelle et financière limitée. La collaboration avec d'autres villes (par exemple, investissement conjoint, développement et maintenance de l'infrastructure de données) peut aider à relever ce défi.
- Personnel et compétences limités pour mettre en œuvre les projets de ville intelligente.
- La préparation à l'avenir en termes de changements technologiques, économiques et législatifs (Romualdo-Suzuki & Finkelstein, 2020).

Les risques de pollution associés à la numérisation ne doivent pas être négligés, même si les avantages environnementaux des solutions numériques peuvent largement compenser leurs incidences négatives sur l'environnement. Malheureusement, les charges et les impacts environnementaux associés à la numérisation sont encore peu étudiés et des recherches supplémentaires sont nécessaires. Quoi qu'il en soit, cela ne doit pas décourager les efforts visant à réduire la consommation d'énergie, les émissions de GES et l'utilisation des ressources par une meilleure circularité, car ces mesures réduiront implicitement aussi l'empreinte environnementale de la numérisation (Commission européenne, 2021d).

Pour mesurer et suivre les progrès vers la neutralité climatique, il est important d'évaluer l'impact de

l'utilisation des TIC et des technologies numériques dans les villes. Par exemple, l'initiative United for Smart Sustainable Cities (U4SSC) a développé une méthodologie pour collecter des données ou des informations à partir d'indicateurs clés de performance (ICP) pour les villes durables intelligentes (Smiciklas, 2017).

Encadré 15. Bonnes pratiques : protection des données

CITIXL, une initiative privée/publique cofinancée par la ville d'Amsterdam, a développé une **boîte à outils de détection de foule responsable** en six étapes (RST) pour aider d'autres innovateurs municipaux dans la mise en œuvre de solutions de surveillance de foule éthiques, ouvertes et efficaces. De la conception du projet à son évaluation, le RST fournit des conseils et un aperçu sur la façon de relever les principaux défis dans le déploiement de la technologie de détection, tels que : l'équilibre entre le caractère invasif et l'utilité publique de la technologie tout en respectant les dispositions légales de protection des données ; la collecte, le traitement et la visualisation des données de façon responsable ; l'engagement des citoyens à la fois dans la planification du projet et dans la mesure de son impact éthique ([CITIXL, Responsible Sensing Toolkit](#), sans date).

7.8 Laboratoires vivants dans les villes intelligentes

Pour tirer parti des avantages de la numérisation et relever les défis qu'elle entraîne, les villes expérimentent de plus en plus diverses **approches d'innovation ouverte** (Chesbrough, 2003) pour mettre en œuvre des solutions de ville intelligente. Les cadres d'innovation ouverte permettent de développer et de tester des technologies et des solutions pour la ville intelligente, tout en tenant compte du contexte local, comme l'infrastructure physique et numérique, la disponibilité des ressources et la capacité d'innovation de l'administration publique, des parties prenantes locales et des habitants de la ville. De cette façon, les villes peuvent constituer des écosystèmes d'innovation ouverte où la R&I, la technologie et les données peuvent être partagées et cocrées par et pour toutes les parties prenantes afin de rendre les zones urbaines plus vertes et plus intelligentes, et de soutenir la transition vers la neutralité climatique. Les approches d'innovation ouverte sont bien adaptées à la mise en œuvre de projets de villes intelligentes pour la neutralité climatique car elles permettent (1) des approches multidisciplinaires et expérimentales et des solutions intégrées qui sont nécessaires pour relever les défis urbains complexes et interconnectés, et (2) l'engagement des citoyens et des approches multi-acteurs qui sont nécessaires pour assurer l'impact et l'adoption de nouvelles technologies intelligentes et vertes.

Les **laboratoires vivants** (ENoLL, What are Living Labs, pas de date) sont une approche spécifique d'innovation ouverte qui est particulièrement pratique et polyvalente pour les transitions urbaines. Les laboratoires vivants permettent aux villes intelligentes de "favoriser l'innovation des utilisateurs et d'adapter les innovations aux besoins de leurs citoyens en stimulant le développement collaboratif des innovations avec de multiples parties prenantes" (Baccarne et al., 2014). Les lignes qui suivent décrivent comment les living labs peuvent soutenir et promouvoir des approches multidisciplinaires et des solutions intégrées, et assurer l'engagement des citoyens et une approche multipartite, avec un accent particulier sur l'impact sur la neutralité climatique.

7.8.1 Tester des solutions intégrées de ville intelligente dans des situations réelles

La clé de l'approche des laboratoires vivants est l'idée de tester les innovations dans des conditions réelles. Avant d'être mises en service, les nouvelles technologies et applications doivent être testées dans des conditions (proches) de la vie réelle, dans des environnements agiles et en interagissant avec une multitude de dispositifs, de systèmes et d'infrastructures. Les villes peuvent donc mettre en place des laboratoires vivants en fournissant le contexte physique pour le développement de nouvelles technologies et solutions neutres pour le climat. Il peut s'agir de bâtiments individuels, de quartiers entiers ou de services publics intégrés à grande échelle (voir les exemples dans l'**encadré 16**).

En mettant en place des laboratoires vivants, les villes peuvent donc apporter un soutien essentiel aux entreprises dans le développement, l'évaluation et la commercialisation de produits et de services, car les essais en situation réelle les aident à identifier et à surmonter les obstacles juridiques, réglementaires, techniques et opérationnels. Ils peuvent également permettre aux autorités municipales d'observer et de traiter les multiples implications environnementales, sociales, politiques et réglementaires des projets de villes intelligentes.

Les laboratoires vivants favorisent en outre une approche itérative de l'innovation. Les commentaires recueillis lors de l'utilisation et de l'évaluation des produits et services peuvent accélérer le cycle de développement et le délai de mise sur le marché. Les autorités municipales peuvent tester de nouveaux concepts et identifier des solutions qui peuvent être mises à l'échelle et, ce faisant, attirer le soutien et l'attention de différentes parties prenantes (Borsboom et al., 2019).

7.8.2 Approche multipartite et engagement des citoyens

La complexité des projets de villes intelligentes nécessite l'engagement de nombreuses parties prenantes différentes et l'alignement d'intérêts divergents (Borsboom et al., 2019). Les laboratoires vivants promeuvent une **approche à quadruple hélice** (Arnkil et al., 2010) afin d'impliquer et de collaborer avec un éventail de parties prenantes, notamment les citoyens, les entreprises, la recherche, le monde universitaire, l'industrie, les entreprises locales et d'autres acteurs locaux. Elle applique des méthodes de co-conception et de co-création afin d'impliquer et d'aligner les différentes parties qui contribuent aux nouvelles technologies et applications et sont affectées par celles-ci. Si les approches de laboratoire vivant ne dépendent pas des technologies intelligentes, les nouvelles capacités des villes intelligentes en matière de TIC et d'infrastructures permettent et facilitent les activités de laboratoire vivant en fournissant des plateformes numériques, des technologies et des données pour la participation et l'engagement de plusieurs parties prenantes.

En particulier, ces capacités ont donné lieu à un accent accru sur le centrage sur le citoyen/utilisateur, qui est au cœur des laboratoires vivants. L'idée est que les villes peuvent impliquer les utilisateurs/citoyens dans la conceptualisation et la conception précoces des technologies et solutions de la ville intelligente. D'une part, les solutions qui sont mises en œuvre dans un cadre réel et validées par les utilisateurs ont plus de chances d'être adoptées sans heurts et rapidement. L'engagement des citoyens/utilisateurs permet de favoriser l'adoption, la confiance et l'acceptation des technologies vertes et numériques, contribuant ainsi à la neutralité climatique. D'autre part, les solutions sont créées et adaptées aux divers besoins des citoyens, aux contextes locaux et aux circonstances spécifiques, ce qui améliore leur efficacité et garantit qu'elles fonctionnent pour les gens.

Ainsi, les nouveaux outils et méthodes numériques peuvent être utilisés pour tirer parti de l'**intelligence collective** en permettant de nouvelles façons de comprendre les besoins, les préoccupations et les attentes des citoyens, et de créer de la valeur par la collaboration. Les technologies numériques peuvent contribuer à l'engagement des citoyens, par exemple en visualisant les données d'une manière qui communique clairement l'impact des actions, ou pour la planification et la prise de décision participatives (pour une étude de cas, voir Dembski, et al., 2020). Cependant, il faut également veiller à ce que l'utilisation de ces outils numériques pour l'engagement des citoyens n'exclue pas les groupes plus âgés ou vulnérables qui ont tendance à être moins familiarisés avec les technologies numériques.

Ensemble, l'approche multipartite et l'engagement des citoyens permettent aux villes de sensibiliser et de recueillir le soutien des différentes parties prenantes pour les transitions numérique et écologique. En outre, "les pilotes de villes intelligentes peuvent favoriser le changement à un niveau plus latent, en inspirant et en stimulant le débat sur les défis urbains contemporains et les solutions" (Baccarne et al., 2014).

Encadré 16. Bonnes pratiques : Les laboratoires vivants dans les villes intelligentes

HUB de mobilité. Depuis 2018, Bergen met en œuvre des hubs de mobilité qui combinent des stations d'autopartage sur la voie publique reliées aux transports publics, des pistes cyclables, des parkings à vélos, des informations sur les transports en temps réel et des aménagements pour les piétons (Nordic Smart City Network, Smart mobility, n.d.). Pour échanger les meilleures pratiques en matière de solutions de mobilité partagée avec d'autres villes européennes, Bergen participe au projet Interreg Nord "SHARE-Nord", financé par l'UE, qui met en œuvre des laboratoires vivants pour intégrer les technologies modernes à des activités visant à soutenir les changements de comportement en matière de mobilité (SHARE-Nord, n.d.). Grâce à ces efforts, de 2016 à 2017, les émissions de CO₂ dues au trafic routier à Bergen ont été réduites de près de 12 % (SHARE-Nord, 2019).

IoT Living Lab et City Innovation Exchange Lab (CITIXL). Initié en 2015 à Amsterdam, l'IoT Living Lab promeut l'interactivité IoT dans les espaces publics pour encourager les citoyens et les villes à tester et à prototyper des innovations. Le projet original a reçu le soutien de l'Open Data Incubator, un projet financé par le programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 (Van der Veen, 2016). Une suite à cette initiative est CITIXL, un partenariat public-privé qui met en œuvre une expérimentation inclusive, en testant avec le public dans des Living Labs, et en partageant leur expertise et leur expérience à l'échelle mondiale (CITIXL, About, n.d.).

Projet LEAD. Le projet (2020-2023) vise à développer des jumeaux numériques de réseaux logistiques urbains pour soutenir l'expérimentation et la prise de décision avec des opérations logistiques à la demande dans un cadre urbain public-privé. Des Living Labs ont été mis en place dans six villes (Budapest, Lyon, Madrid, Oslo, Porto, La Haye) pour améliorer l'exploitation à faibles émissions et l'efficacité de la livraison de colis, réduire les coûts et les externalités grâce aux prévisions et aux prédictions, et soutenir la prise de décision avancée tout au long du cycle de vie logistique, tout en favorisant la participation des parties prenantes. Le projet a reçu un financement du programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union européenne et fait partie de l'initiative CIVITAS (Lead Project, About n.d.).

Antwerp Circular South. De 2018 à 2021, la ville et ses habitants ont testé ensemble des solutions technologiques avancées, par le biais d'activités en ligne et hors ligne, pour réduire collectivement la consommation de ressources, en utilisant le "nudging comportemental" (voir également la section 8.3 ci-dessous). Les activités en ligne comprenaient un tableau de bord personnel qui affiche en temps réel le flux de données provenant de compteurs intelligents d'énergie, d'eau et de poubelles, contribuant ainsi à une meilleure prise de conscience de la consommation. Le système basé sur la chaîne de blocs a utilisé un système spécial de récompense et d'échange en ligne pour encourager le comportement circulaire. Une coopérative énergétique locale a permis d'expérimenter l'échange d'énergie intelligente en fonction de la disponibilité des énergies renouvelables. Ce projet a été cofinancé par le Fonds européen de développement régional dans le cadre de l'initiative Urban Innovative Actions (Urban Innovative Actions, Anvers,

n.d.).

8 Les citoyens, moteurs essentiels de la transition

Quelle que soit l'étape de transition à laquelle elles se trouvent, les villes et leurs citoyens ont le pouvoir de transformer les agendas locaux, nationaux et internationaux pour soutenir et permettre des transitions durables. Ainsi, en plus des investissements dans les infrastructures matérielles, les villes doivent mobiliser des capacités avancées en matière d'élaboration de politiques et de gouvernance afin d'inclure de manière adéquate les communautés locales. Les approches inspirées des sciences sociales soulignent l'importance de ce point. L'inclusion des citoyens dans l'élaboration des politiques et la gouvernance est essentielle pour permettre une vie urbaine durable et une transition accélérée. Par exemple, la co-création de stratégies visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre est essentielle à leur réussite, car les citoyens peuvent souvent apporter de nouvelles perspectives et solutions.

Les sections ci-dessous décrivent les principales structures et stratégies de gouvernance et de politique qui placent les citoyens au centre pour obtenir des résultats socialement solides, durables et efficaces en matière de neutralité climatique. Il s'agit notamment de l'engagement des citoyens et de la cocréation, de l'innovation sociale et des pratiques de planification fondées sur le comportement qui lient les approches de gouvernance de bas en haut, de bas en haut et de haut en bas.

8.1 L'engagement des citoyens dans les transitions : Co-créer la ville

8.1.1 Pourquoi l'engagement des citoyens dans la co-création de la ville est une condition de réussite

Cette section fournit des informations sur les raisons et les moyens d'impliquer les citoyens dans la conception et la mise en œuvre de projets de neutralité climatique dans les villes. Dans de nombreuses villes du monde et depuis un certain temps, les citoyens sont invités à prendre part à la planification de la ville. Lorsque les transitions sont impératives, il est difficile de concevoir les citoyens comme de simples réceptacles de stratégies et de conceptions descendantes. La pandémie du COVID-19 montre que le dialogue est nécessaire et que les citoyens disposent de ressources (connaissances, idées, réseaux, etc.) qu'il faudra activer si l'on veut atteindre sérieusement les objectifs fixés pour la neutralité climatique. Les nouvelles technologies peuvent améliorer considérablement la participation des citoyens, mais il est nécessaire de mieux comprendre et de systématiser les pratiques actuelles et émergentes.

L'engagement significatif des citoyens dans la conception et la mise en œuvre de projets et de politiques visant à atteindre la neutralité climatique est important en termes de durabilité et de réussite. La transition énergétique vers des ressources énergétiques à faible teneur en carbone nécessite un changement à la fois technique et social. Les systèmes énergétiques sont souvent caractérisés comme des systèmes *socio-techniques* dans la mesure où ils impliquent non seulement des infrastructures techniques (réseaux, machines et dispositifs), mais aussi les personnes qui conçoivent et fabriquent les technologies, développent et gèrent les routines, et utilisent et consomment l'énergie (Miller et al., 2013). Les recherches montrent que la dimension sociale est tout aussi importante que celle de la technologie, soulignant la nécessité de réponses institutionnelles orientées vers des formats participatifs (Rogers et al., 2008 ; Goedkoop et al., 2016). Une transition socio-technologique ne peut se produire qu'avec le soutien et la participation des citoyens (Vainio et al., 2019).

Qu'il s'agisse de projets menés par les citoyens au niveau local ou d'initiatives d'engagement citoyen lancées par les autorités publiques, la participation citoyenne offre régulièrement des voies qui ne sont pas envisagées ou suivies par d'autres acteurs - ainsi, l'engagement citoyen offre un niveau d'innovation et de pensée critique qui pourrait autrement ne pas être intégré dans les politiques. Par exemple, les citoyens peuvent faire pression sur les approches couramment utilisées au sein des villes pour traiter des questions complexes, tout en élargissant le réservoir de connaissances et de ressources disponibles (Nascimento et Pólvora, 2016). Ils peuvent également contribuer à améliorer les traits démocratiques de solutions spécifiques, avec de bonnes possibilités de mise en réseau ou d'effets d'amplification via l'utilisation ou la création de nouvelles technologies^[1]. Ces évolutions sont inscrites dans les objectifs du nouvel agenda urbain qui appelle à une urbanisation et une planification des établissements durables plus inclusives, responsables et participatives.

Encadré 17 : La participation des citoyens existe dans les villes, qu'elle soit orchestrée ou ascendante. Les processus doivent être exploités et multipliés.

Des styles de gouvernance urbaine plus inclusifs sont déjà en cours d'adoption, mais ils nécessiteront à l'avenir des transformations plus importantes dans la gestion des villes. L'inclusion d'un ensemble plus diversifié d'acteurs dans les processus délibératifs urbains est une tendance clé des structures de gouvernance ascendantes qui s'étendent aujourd'hui dans le monde entier pour s'attaquer à divers problèmes, de l'amélioration de la diversité culturelle à la production hors réseau de nourriture et d'énergie. Dans ce processus de transformation, les citoyens peuvent de plus en plus influencer la gouvernance des questions locales, des assemblées de quartier à l'utilisation de plateformes participatives en ligne. Decidim.org est un exemple d'infrastructure en ligne à source ouverte qui a été adoptée par plus de 40 municipalités en Espagne et en France. Grâce à Decidim, des milliers de personnes ont la possibilité de s'organiser démocratiquement à plusieurs niveaux en faisant des propositions, en favorisant les discussions sur les décisions et en surveillant la mise en œuvre des décisions. Par exemple, à Barcelone, depuis son lancement en 2016, plus de 28 500 personnes ont rejoint la plateforme, avec environ 12 500 propositions soumises, dont 9000 ont été transformées en politiques publiques. Investir dans la ville - Le budget participatif (BP) est une approche collaborative de l'allocation des ressources distribuées et de l'investissement, via des structures coproduites dans l'environnement politique, social et économique de chaque ville. Depuis 1989, date de sa première adoption à Porto Alegre (Brésil), le BP s'est étendu à plus de 7000 municipalités dans le monde (Dias 2018). Une mise en œuvre plus large des programmes de BP visant à responsabiliser les citoyens à davantage de niveaux de gouvernance peut être considérée comme une opportunité de fournir également aux citoyens historiquement exclus un accès aux lieux de décision importants (Wampler 2007). Des organisations telles que l'ONU¹⁹⁹ et la Banque mondiale²⁰⁰ ont signalé le BP comme une bonne pratique dans les dépenses publiques, ainsi que dans les interactions entre le gouvernement et la société civile.

Source : Alberti et al. , 2019.

8.1.2 L'engagement des citoyens : quelques notions de base

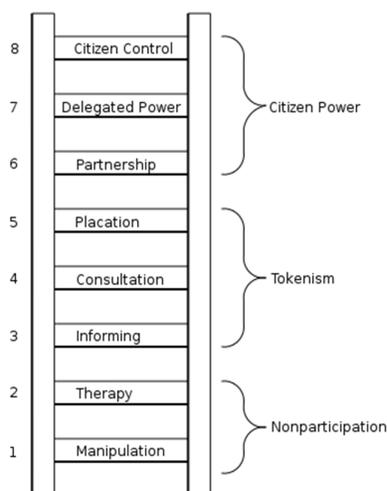
Il existe plusieurs définitions de l'engagement (ou de la participation) des citoyens, mais dans le contexte de la Mission, l'engagement des citoyens ne devrait pas se limiter à l'exploration des opinions et des intérêts, ou à l'obtention de connaissances et de valeurs, mais à la discussion ouverte des sujets de "préoccupation" et de controverse (Chilvers et Kearns, 2015). En outre, cette définition reconnaît qu'il n'existe pas un public unique avec des points de vue cohérents et statiques qui peuvent être "sondés", mais que de tels points de vue ne peuvent émerger que par la co-création et la délibération. En outre, l'engagement doit viser à mobiliser les connaissances, l'imagination, les affections et les valeurs des citoyens pour améliorer la qualité de l'élaboration des politiques.

En 1969, S. Arnstein a publié une échelle de l'engagement citoyen - voir **figure 11** - qui, à ce jour, reste un moyen valable de cartographier l'engagement citoyen dans une perspective d'autonomisation des citoyens. Son travail était axé sur les processus de planification urbaine et l'échelle reflète différents degrés d'engagement et de "citoyenneté" (M. Michael). Aux fins de la mission, il est considéré comme essentiel de se concentrer sur les méthodologies compatibles avec la compréhension du fait que nous nous trouvons essentiellement dans les étapes supérieures de l'échelle, en d'autres termes, les processus qui cherchent à engager les citoyens dans la co-création de propositions et/ou leur hiérarchisation afin d'aborder les questions collectives qui les concernent.

Ces orientations partent du principe que l'engagement des citoyens vise à influencer véritablement la conception du processus auquel il contribue, et donc que l'idée de processus délibératif est également essentielle.

Il existe différents types d'engagement citoyen organisé, qui correspondent à des objectifs et des attentes différents, mais le stade auquel les citoyens sont engagés dans le processus politique et le suivi politique de leurs formulations, recommandations et propositions sont particulièrement importants. La délibération et la co-création sont souvent utilisées pour décrire des processus dans lesquels les citoyens contribuent activement à l'élaboration des processus dans lesquels ils sont engagés - voir la **figure 11**, il s'agit en gros des modalités d'engagement des citoyens qui se situent sur les échelles 6 à 8. Un processus délibératif consiste à "déterminer ce sur quoi un groupe de personnes peut se mettre d'accord, plutôt que ce que les individus pourraient aimer ou vouloir. Ce processus produit un ensemble de recommandations bien informées qui peuvent constituer la base des futures décisions politiques, plutôt que de générer une liste d'opinions spontanées. (...) [Il s'agit donc] de peser différents facteurs, d'exercer un bon jugement et de proposer une solution." Cela implique un engagement politique à prendre au sérieux les "opinions des citoyens et à répondre de manière constructive" à leurs propositions et recommandations.

Figure 11. Échelle de la participation publique.



Source : Arnstein, 1969

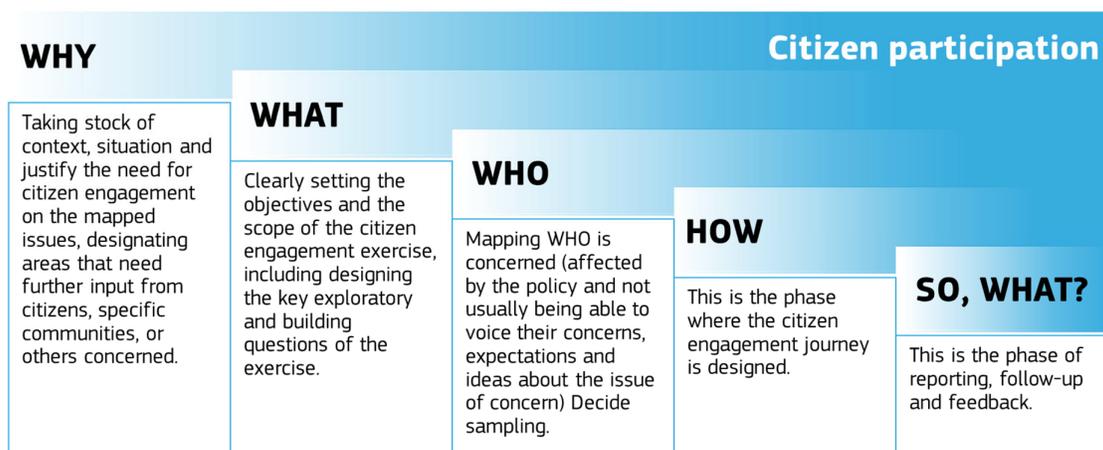
La co-création est à la fois "état d'esprit, méthode et outil". Nous nous intéressons ici à la co-création à la fois comme état d'esprit, c'est-à-dire comme l'ensemble des principes qui garantissent une relation respectueuse et égale avec les participants, et comme méthode dans la mesure où elle fournit un ensemble d'outils et de techniques à utiliser principalement pendant les phases d'exploration de la conception de la politique.

Dans tous les cas, grâce à ces processus, les citoyens peuvent être invités à co-cadrer les problèmes, à les situer dans les contextes qu'ils connaissent et à co-créer des solutions possibles. En d'autres termes, les citoyens peuvent être engagés dans la co-création et la délibération des transitions de leurs villes.

8.1.3 Planification de l'engagement des citoyens

Cette image résume la planification de l'engagement des citoyens. Il s'agit d'un processus par étapes qui comprend un grand nombre de dépendances entre les phases. La durée de ces processus est variable, mais il est conseillé d'allouer au moins 12 semaines du début jusqu'au rapport. Tout commence par la compréhension du contexte.

Figure 12. Un cycle entrelacé de planification de l'engagement citoyen.



Source : Travail personnel.

8.1.3.1 Pourquoi ?

Il s'agit d'une première phase du processus³⁰, c'est-à-dire d'un travail préliminaire qui doit être effectué afin de faire le point sur la situation. La question générale est de savoir pourquoi l'engagement des citoyens est fait et comment il sera utilisé. Elle est axée sur l'étude du contexte et de la situation. Dans le cas de la transition énergétique, il est nécessaire d'explorer les domaines qui nécessitent une intervention, également en fonction de l'opinion publique telle qu'elle est exprimée par les médias locaux, les organisations locales, etc. Il est important de faire le point sur les activités d'engagement citoyen en cours ou récentes, qui peuvent aider à définir les questions sur lesquelles les citoyens doivent s'engager. Existe-t-il des initiatives ascendantes ? Comment peuvent-elles contribuer à étendre le processus d'engagement ?

8.1.3.2 Quoi ?

La portée et les objectifs de l'engagement citoyen découlent de la phase " Pourquoi ? ", c'est-à-dire de l'étude préliminaire de la situation. Une fois que l'on sait pourquoi l'engagement des citoyens est nécessaire, il faut décider quel doit être l'objectif de l'engagement afin d'informer la phase de conception. Quelle sera la question directrice ? Sur quoi les citoyens seront-ils invités à s'engager ? S'agit-il de co-concevoir des actions, d'établir des priorités, de décider du financement, etc.

8.1.3.3 Qui ?

C'est la phase où il faut décider s'il est plus approprié d'identifier et de cibler des communautés spécifiques, ou d'utiliser un échantillon aléatoire représentatif de la population de la ville, ou les deux. Il existe au moins trois types d'échantillonnage différents (Teddlie et Yu, 2007) : l'échantillonnage représentatif, l'échantillonnage par opportunité³¹ et l'échantillonnage raisonné³². Lors du choix de la méthode d'échantillonnage, le temps est un facteur important pour permettre une randomisation correcte et assurer la représentativité. Une agence de recrutement professionnelle peut mettre 3 à 4 semaines pour recruter 50 citoyens de manière aléatoire. L'"échantillonnage représentatif" fondé uniquement sur des critères démographiques n'est pas pertinent dans les études qualitatives et les contextes de co-création, où le critère pertinent est la diversité. L'échantillonnage d'opportunité peut également être décrit comme un appel à manifestation d'intérêt adressé à des communautés particulières (par exemple, des étudiants universitaires) pour participer.

Les deux phases précédentes sont cruciales pour la mise en place d'une stratégie d'échantillonnage raisonné, car ce type de travail constitue l'épine dorsale de l'identification des communautés concernées par la politique/action envisagée pour faire avancer l'agenda de la neutralité climatique. Le nombre de participants doit être déterminé. Il est recommandé que pas moins de 50 citoyens soient impliqués dans chaque pays.

8.1.3.4 Comment ?

Cette phase consiste à concevoir le parcours d'engagement. Dans cette étape, la structure des événements d'engagement est préparée. L'événement répond aux objectifs du processus et aux questions posées. L'organisation pratique de l'événement vise l'idéation et le développement de l'appropriation des sujets de préoccupation, mais elle doit aussi permettre d'explorer les compromis et de formuler des propositions et des recommandations de groupe (collectives) sur ces sujets. Les informations doivent être fournies à l'avance aux participants sous la forme de kits d'information, selon une logique de "divulgateur progressive de l'information" (complexité des différentes couches répondant aux divers besoins et à l'éducation).

8.1.3.5 Alors, quoi ?

Le retour d'information et le suivi sont essentiels pour garantir la confiance dans le processus. Les participants ont besoin de savoir ce qu'il advient de leurs propositions, recommandations, cadrages, etc. Par conséquent, les rapports doivent être adaptés au processus institutionnel (planification/conception/etc.) auquel les citoyens sont invités à participer. En ce qui concerne le retour d'information, un rapport de synthèse doit être envoyé aux participants et mis à la disposition du public afin que les participants puissent vérifier si le rapport correspond à ce qui a été discuté, créé ou délibéré pendant l'événement.

³⁰ Ce travail n'est pas totalement décrit par exemple par ce que l'EPA décrit comme une "évaluation de la situation", qui a pour "objectif de comprendre les besoins et les conditions de votre projet et de votre communauté de parties prenantes afin de concevoir un processus efficace de participation du public". Ce n'est pas le moins important, car le terme "partie prenante" ne décrit pas le sens du terme "citoyen" que nous couvrons ici.

- ³¹ L'«échantillonnage d'opportunité» est un échantillonnage basé sur la facilité de recrutement (par exemple, les étudiants à l'université, leurs amis et leur famille ; les réseaux, tels que les amis du musée ; les communautés de fabricants, etc.)
- ³² L'«échantillonnage raisonné» est un échantillonnage basé sur un critère important pour la question concernée (par exemple, pour le «cancer», inclure les communautés de patients ; pour les océans, inclure les communautés des zones côtières, etc.)

Encadré 18. Méthodologies d'engagement des citoyens

Le **dialogue distribué** consiste en une série de conversations se déroulant dans différents espaces. Les événements de dialogue sont organisés par les parties intéressées (plutôt que planifiés de manière centralisée), se déroulent dans différentes zones géographiques et par le biais d'une série de médias différents, y compris des forums en ligne. Le commanditaire du dialogue distribué est chargé de sélectionner la question politique et de fournir aux groupes des questions claires, des informations de base et une boîte à outils de planification et de facilitation. Ce sont les éléments les plus importants sur lesquels l'organisme commanditaire peut s'appuyer pour assurer la réussite de la délibération/co-création. Le dialogue distribué envisage de surmonter l'isolement des différents groupes, de créer un canal clair entre eux et de recueillir les résultats des différentes conversations afin de les réinjecter dans le processus décisionnel.

Les **ateliers du futur et les visites de prospective** consistent à planifier et à former une vision de l'avenir en aidant à identifier les objectifs et les problèmes. L'objectif de la méthode des ateliers du futur est de formuler des solutions concrètes et des propositions d'action avec un groupe de participants sur la base de leurs propres expériences. Ils fonctionnent généralement mieux pour des questions ou des défis locaux/proches ou dans le cadre de la planification d'une action locale concernant un développement particulier.

Le **World Café** est une méthode qui utilise le cadre informel d'un café. Les participants explorent une question en la discutant en petits groupes de table au cours de différents tours de table et, idéalement, ont plusieurs conversations qui s'appuient les unes sur les autres afin d'examiner la question en profondeur. La discussion se déroule en plusieurs tours de 20 à 30 minutes. Chaque tour commence par une question spécifique liée à l'objectif général de l'événement. Les participants discutent des questions à leur table, avant de passer à une nouvelle table/groupe pour chaque nouveau tour. Chaque table a un participant comme hôte de table, qui reste et résume la conversation précédente aux participants nouvellement arrivés. À la fin du processus, les idées principales sont résumées en séance plénière et les possibilités de suivi sont discutées.

La technique du **"fishbowl"** consiste à aménager une salle de manière à ce que les orateurs invités à entamer la conversation soient assis au centre de la pièce "dans le fishbowl" avec un animateur, les autres participants étant assis en cercle autour d'eux pour écouter leur conversation. Certaines chaises peuvent rester vides. Des experts peuvent être inclus parmi ces participants. Le reste du groupe commence la session assis sur les autres chaises disposées en cercles concentriques à l'extérieur du bocal. L'animateur ouvre la discussion en posant une question aux personnes présentes dans le bocal. Une fois la conversation lancée, n'importe quel membre de l'auditoire peut venir rejoindre le bocal, soit en prenant une chaise vide, soit en remplaçant une personne déjà assise dans le cercle. La discussion se poursuit ensuite, les participants entrant et sortant fréquemment du bocal. Lorsque le temps est écoulé, le bocal est fermé et l'animateur résume la discussion.

Cette illustration méthodologique n'inclut pas, par exemple, les méthodes de prototypage qui peuvent être très pertinentes dans certains domaines d'action. Pour plus de méthodologies, voir par exemple Guimarães Pereira & Völker (2020).

8.2 L'innovation sociale au service de transitions équitables³³

La réalisation de la transition climatiquement neutre, socio-économique et culturelle est une tâche énorme pour nos sociétés. Outre les difficultés techniques, la transition peut (si elle n'est pas contrôlée) contribuer à la disparité croissante entre l'économie et la société, générant des impacts négatifs sur les deux, et mettant potentiellement en péril la transition elle-même. L'innovation sociale est donc considérée comme de plus en plus importante pour aborder les **dimensions sociales** de la transition vers la neutralité climatique.

Pour réduire ses effets et ses risques, les acteurs académiques et institutionnels reconnaissent la nécessité de nouveaux types d'organisation socio-économique au sein des communautés et d'initiatives au niveau local. La dynamique communautaire et la localité possèdent des qualités qui favorisent la génération de solutions innovantes aux problèmes sociaux qui, autrement, ne pourraient être conçues ou élaborées de haut en bas. Les villes fonctionnent à l'échelle optimale pour devenir un terrain d'essai pour l'expérimentation en situation réelle des technologies et des dispositions sociales nécessaires à une transition réussie et inclusive. L'innovation sociale, qui peut généralement être considérée comme tout changement de pratique sociale visant à satisfaire les besoins humains, jouera un rôle clé à cet égard.

L'innovation sociale dépend du contexte et émerge dans des endroits où le marché, les institutions et les politiques ne peuvent garantir des conditions adéquates pour satisfaire les besoins humains de manière

inclusive pour tous. Les forces ascendantes utilisent la dynamique locale, les actifs, les réseaux et/ou le soutien descendant pour créer un nouvel ensemble de produits, de services et de modèles organisationnels qui répondent à ces besoins et modifient en collaboration les relations sociales et les conditions matérielles.

³³ Caramizaru et Uihlein, 2020 ; Della Valle et al., 2021 ; Ostrom, 2015 ; Koukoufikis, 2021 ; Mikkonen, et al., 2020.

La valeur des diverses formes d'innovation sociale est recherchée dans les processus de création de sens, d'autonomisation et de capacité d'adaptation accrue aux changements systémiques. En étant plus proches du contexte local, les solutions d'innovation sociale ascendantes peuvent faire face à l'imprévisibilité et proposer des innovations, une meilleure adéquation et un meilleur contrôle de la prise de décision, ainsi qu'une meilleure acceptation des initiatives de transition.

La notion d'innovation a une double signification. D'une part, l'innovation signifie un changement dans la façon dont les choses sont faites, comme un ensemble de règles, de pratiques, de technologies et de structures nouvellement inventées ou nouvelles par rapport aux pratiques utilisées jusqu'à présent et au contexte local. D'autre part, l'innovation signale un changement dans les institutions et les structures sociales, afin d'éventuellement corriger les origines structurelles des problèmes.

8.2.1 Le rôle de l'innovation sociale

Dans le contexte de la neutralité climatique, l'innovation sociale doit être perçue à la fois comme un processus et comme une stratégie capable de favoriser la décarbonisation et le développement de la société en associant l'innovation technologique à l'innovation dans les pratiques et les relations sociales. De même, l'engagement civique et la participation des citoyens sont un objectif et un résultat des innovations sociales pour la transition vers la neutralité climatique.

Comme l'indiquent des recherches récentes, l'innovation sociale favorise le changement de comportement aux niveaux individuel et collectif, car les initiatives augmentent l'acceptation et l'adoption de nouvelles technologies et pratiques, tout en tentant de s'attaquer à la montée visible mais non inévitable de la pauvreté et de l'exclusion.

En outre, l'accélération est également obtenue grâce à la libération des forces créatives locales qui agissent et utilisent des actifs (par exemple, des bâtiments abandonnés) qui, autrement, resteraient inutilisés. Cela favorise l'innovation ascendante, crée un nouveau paysage relationnel local et agit comme un catalyseur pour aborder les questions d'équité.

L'innovation sociale nécessite plusieurs étapes, où l'impact est lentement généré, transformé et transmis du niveau local au niveau du système. Par exemple :

- Accroître le capital social et la cohésion, renforcer le sentiment d'appartenance à la "localité" et à la "société".
- Les processus interactifs d'éducation et d'apprentissage (séminaires, ateliers, bouche à oreille, etc.) génèrent des possibilités de coordination et de synergie.
- L'émergence d'acteurs et de réseaux engagés, la création de compétences pour atteindre les impacts souhaités.
- Au cours de l'interaction des citoyens, de nouvelles relations sociales sont générées, conduisant à un modèle de citoyenneté plus collectif, démocratique et durable.
- Les innovations sociales locales se diffusent et prolifèrent en portant le potentiel de transition au niveau des systèmes.

Compte tenu de ce qui précède, les villes devraient (et le font déjà) inclure la planification des actions d'innovation sociale dans leur boîte à outils politique intersectorielle pour la transition climatique. Des équipes spécialisées peuvent recenser les activités locales et les domaines d'action pertinents, organiser les services municipaux, allouer des fonds et créer des programmes pour soutenir l'écosystème local d'innovation sociale.

8.2.2 Participation et appropriation par la communauté

Les projets communautaires manquent souvent de ressources et de capacités pour s'attaquer pleinement aux problèmes sociaux persistants que sont les inégalités, la pauvreté, l'exclusion et le dénuement. Les modèles commerciaux alternatifs tels que les coopératives et les entreprises sociales se sont avérés viables. Cependant, il n'est pas facile d'entrer sur les marchés et de concurrencer les grands acteurs traditionnels qui disposent de financements abondants et qui sont souvent des monopoles de facto. Les villes disposent de plusieurs options pour aider les projets locaux à atteindre leurs objectifs :

- Créer ou maintenir les cadres dans lesquels les initiatives communautaires fonctionnent.
- Fournir des instruments économiques, techniques et juridiques calibrés pour répondre aux besoins de la communauté et aider à la maturité des projets.

- Créer un paysage diversifié de politiques et d'actions sociales
- Faciliter un dialogue permanent entre les initiatives locales, les organes administratifs et gouvernementaux et les acteurs non étatiques à tous les niveaux.
- Accepter et faciliter un changement des relations sociales et des dynamiques de gouvernance
- Développer des capacités avancées de communication et de collaboration dans un contexte multipartite.

- Promouvoir le partage et la répartition du pouvoir au-delà des individus et des institutions qui détiennent traditionnellement le pouvoir.

Ce qui précède indique que le processus d'autonomisation des communautés locales devrait devenir un élément central et indispensable de l'innovation sociale. L'autonomisation ne concerne pas seulement l'accès aux services et aux biens, mais aussi le renforcement de la capacité à s'autogérer et à s'approprier les moyens de parvenir au bien-être pendant la transition.

Un exemple est la façon dont l'autonomisation se fait par le biais de projets d'innovation sociale dans le domaine de l'énergie. Une ville pourrait facilement mettre en place et organiser des communautés d'énergie en libre accès qui pourraient :

- Renforcer les communautés locales et les citoyens par
 - Participation active à la transition énergétique et à d'autres modes de neutralité climatique
 - Propriété directe de SER et gestion d'autres projets énergétiques
 - Réduction des coûts, voire bénéfiques, grâce au potentiel des SER locales
 - Renforcer la participation au marché de l'énergie et la protection contre la spéculation
 - Contribuer à la démocratie énergétique
- Renforcer les groupes sociaux vulnérables par
 - Lutte contre la pauvreté énergétique par la participation directe (ou indirecte) aux communautés énergétiques
 - Participation à des projets d'efficacité énergétique

8.3 Coopérer pour la transition énergétique urbaine : aperçu de l'économie comportementale

Dans le cadre du défi de la transition urbaine durable, les décideurs politiques ont de plus en plus essayé d'identifier les moyens les plus efficaces de réguler les comportements nuisibles à l'environnement. Considérant le changement climatique comme un problème causé par les défaillances du marché, les décideurs politiques ont tenté d'en atténuer les effets négatifs en recourant à des interventions économiques traditionnelles, qui comprennent généralement les mesures suivantes

- les mandats ou les interdictions (qui modifient la disponibilité des options),
- des mesures fiscales (incitations et dissuasions monétaires),
- des mesures non réglementaires (telles que la divulgation obligatoire d'informations).

Cependant, ces interventions se sont jusqu'à présent révélées inefficaces, en partie parce qu'elles ne tiennent pas compte de la manière dont les individus visés par la politique se comportent réellement dans leur vie quotidienne. Plus précisément, on a supposé que les individus prenaient toujours des décisions rationnelles et égoïstes et qu'ils ne changeraient de comportement que s'ils disposaient de plus d'informations, d'incitations financières ou de moins d'options, mais ce modèle ne reflète pas la manière dont les personnes réelles prennent leurs décisions.

L'économie comportementale fournit un cadre permettant de modéliser le comportement de personnes réelles, ce qui est non seulement plus réaliste mais aussi plus précis sur le plan empirique. Ainsi, les décideurs politiques disposent désormais d'un cadre scientifique qui pourrait mieux soutenir la conception et l'évaluation de mesures visant à atteindre leurs objectifs politiques.

Il existe deux voies principales pour promouvoir les comportements coopératifs avec des interventions basées sur le comportement :

1) Nudges

Les acteurs urbains peuvent agir comme des "architectes du choix" et encourager les actions durables en influençant la **structure de décision** :

- **modifier l'effort nécessaire pour choisir une option** ou les conséquences associées à une option. Par exemple, l'établissement d'un paramètre par défaut plus efficace sur le plan énergétique peut réduire efficacement les émissions des bâtiments, car les citoyens pourraient s'en tenir à la température par défaut, à moins d'être incités à faire autrement. Les options par

défaut sont des instruments efficaces qui modifient les comportements dans le sens de la politique souhaitée, tout en laissant aux individus la possibilité de se retirer et de modifier le statu quo. Cette approche doit toujours être précédée d'une évaluation minutieuse de la bonne option par défaut à sélectionner, car les options par défaut peuvent ne pas fonctionner correctement si le groupe cible a des préférences trop hétérogènes.

- **réduire l'effort associé au choix.** Par exemple, pour réduire l'effort financier perçu qui empêche les individus d'adopter des mesures d'efficacité énergétique, les architectes de choix peuvent modifier les facteurs qui affectent les coûts financiers perçus en permettant aux individus de payer pour ceux qui utilisent les économies d'énergie générées.
- **en reliant le choix d'une option à des conséquences sociales.** Par exemple, les individus sont plus susceptibles de choisir des véhicules électriques lorsque ce choix est lié à une augmentation du statut, et que la présentation de soi est rendue possible.
- **fournir aux citoyens une aide pour suivre leurs intentions.** Par exemple, le fait de fournir des rappels en diffusant des informations sur la date et l'heure de la visite de l'audit énergétique est susceptible d'augmenter le taux de participation à l'audit final. Fournir aux individus une aide à la planification ou les inciter à établir un plan peut s'avérer efficace pour les aider à passer à des appareils plus économes en énergie ou à des produits utilisant des énergies renouvelables. Enfin, la promotion de "comptes dédiés" offrant des objectifs d'économie concrets et nécessitant un léger engagement pourrait être efficace pour maintenir les comportements bénéfiques.

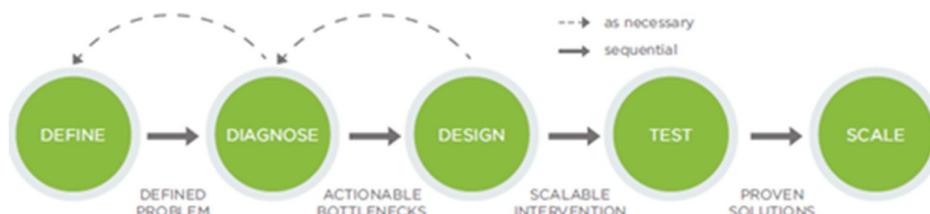
2) Booste le site

Les programmes d'information sont un type d'intervention traditionnelle qui permet de sensibiliser davantage les individus aux problèmes. Contrairement aux nudges, les boosts sont des interventions qui ciblent les compétences plutôt que les comportements, dans le but de donner aux individus les moyens de prendre des décisions complexes de manière autonome, comme la décision d'investir dans l'efficacité énergétique, d'adopter un véhicule électrique, etc.

Les stimulations visent des compétences spécifiques à un domaine (par exemple, la compréhension des informations sur l'énergie) et générales (par exemple, les connaissances statistiques), ainsi que le contexte connexe (par exemple, la représentation des informations). Par exemple, une formation sur l'efficacité énergétique qui fournit quelques concepts financiers de base peut renforcer les compétences nécessaires pour effectuer des calculs, facilitant ainsi la décision d'investir dans l'efficacité énergétique. En outre, pour être traitées, les informations doivent toujours être présentées de manière simple, par exemple au moyen de représentations graphiques.

Un processus bien défini pour garantir que le potentiel des citoyens est libéré aide les villes à relever le défi de la neutralité climatique, à suivre les progrès et à évaluer les avantages. Une feuille de route qui s'appuie sur les meilleures preuves/données peut libérer ce potentiel et indiquer si une intervention doit être améliorée ou si elle peut être mise à l'échelle ou reproduite dans d'autres endroits. À cette fin, la **figure 13** ci-dessous fournit une feuille de route pour inspirer les villes à aborder la nature du problème, à identifier les solutions et à évaluer leurs effets.

Figure 13. Le processus de conception comportementale.



Source : Barrows et al., 2018, p. 28.

Définir le problème : pourquoi se produit-il ? L'économie comportementale peut-elle expliquer certains facteurs comportementaux ? (Problème : les gens n'utilisent pas les transports publics. Y a-t-il suffisamment de bus ? Si oui, nous pouvons peut-être dire que les gens ne sont pas assez motivés, il s'agit donc d'un problème comportemental, sinon, le problème est structurel).

Diagnostiquer les causes du problème (comportementales ou autres ?).

Concevoir des interventions qui s'attaquent à ces facteurs de problème (s'il s'agit d'un comportement, nous pouvons alors concevoir une intervention fondée sur le comportement - comme un coup de pouce ou une impulsion - sinon, pensez à d'autres solutions).

Tester l'intervention conçue pour voir si elle est efficace pour résoudre le problème et utiliser un essai de contrôle aléatoire.

Adaptez l'intervention si elle s'avère efficace, sinon réitérez le processus.

8.4 Comment faire en sorte que la transition profite à chaque citoyen ?

À mesure que les villes élaborent et mettent en œuvre leurs plans et politiques de neutralité climatique, elles doivent veiller à ce que ces avantages soient équitablement répartis dans la société et à ce que les effets négatifs potentiels soient reconnus et atténués dès le début.

Par exemple, les zones plus éloignées et moins accessibles, insulaires ou montagneuses pourraient être désavantagées lors du développement de la mobilité à faibles émissions. Les quartiers déconnectés du chauffage urbain pourraient ne pas bénéficier de la même manière des améliorations de l'efficacité énergétique du réseau.

En outre, les inégalités existantes (Agence européenne pour l'environnement, 2018) peuvent être involontairement exacerbées par les politiques climatiques. Si elles ne sont pas correctement prises en compte, les actions peuvent affecter de manière disproportionnée les ménages vulnérables, les micro-entreprises et les usagers des transports qui consacrent une plus grande partie de leurs revenus à l'énergie et aux transports ou qui n'ont pas accès à des transitions alternatives et abordables générées par les politiques climatiques. Dans certains contextes locaux, les politiques d'efficacité énergétique ont déterminé des "rénovations" (rénovations entraînant des expulsions et le déplacement de locataires à faibles revenus), lorsque les coûts de rénovation sont répercutés sur les locataires par le biais d'une augmentation du loyer, ce qui entraîne souvent des pertes de bien-être et une gentrification. Ils sont également confrontés à des charges énergétiques disproportionnées, consacrant une part plus importante de leurs revenus aux factures d'énergie. De nombreuses communautés marginalisées sont exclues des initiatives en matière d'énergie propre et sont coupées des systèmes de transport efficaces et abordables, tout en étant sous-représentées dans la main-d'œuvre spécialisée dans l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables. Il est également prouvé que les modèles de consommation, les émissions et l'impact des politiques de neutralité climatique sont spécifiques à chaque sexe. Dans de nombreuses communautés, les femmes sont responsables des soins à domicile et sont souvent plus dépendantes de l'énergie domestique. Elles possèdent moins de voitures et sont donc plus dépendantes des transports publics. En outre, elles représentent 85 % des familles monoparentales, qui présentent un risque particulièrement élevé de pauvreté des enfants. En raison de leur revenu moyen inférieur, les femmes sont plus exposées à la pauvreté énergétique que les hommes et ont moins de chances d'investir dans des options à faible émission de carbone telles que l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables. C'est pour cette raison qu'il existe un soutien croissant pour passer de politiques aveugles à des politiques transformatrices de genre dans le cadre du Green Deal européen (Heidegger et al., 2021).

Au niveau européen et national, un Fonds social pour le climat a été créé pour faire face aux impacts sociaux et distributifs des mesures de neutralité climatique sur les personnes les plus vulnérables. En outre, le Fonds de transition juste a été créé comme un outil clé pour soutenir les territoires les plus touchés par la transition vers la neutralité climatique en leur fournissant un soutien adapté.

Au niveau local, les villes doivent prendre en compte l'impact potentiellement néfaste des politiques nationales ainsi que l'impact de leurs politiques locales. Par exemple, l'accès à l'énergie et la pauvreté, l'égalité des sexes et l'égalité des chances pour tous, ainsi que les questions d'accessibilité pour les personnes handicapées doivent être pris en compte et promus tout au long de la préparation et de la mise en œuvre de chaque plan d'action climatique afin de s'assurer que personne n'est laissé pour compte.

8.4.1 Que peuvent faire les villes pour assurer une transition équitable ?

Plusieurs aspects peuvent être pris en considération pour des politiques climatiques locales qui bénéficient à chaque citoyen. Les villes doivent savoir comment identifier leurs groupes vulnérables, les localiser pour répondre à leurs besoins, et les impliquer dans le processus de planification. En outre, les villes devraient prévoir de surveiller les actions climatiques socialement justes afin de s'assurer que les actions et les politiques n'aggravent pas ou ne créent pas de nouvelles inégalités ou d'effets involontaires. Au contraire, les villes doivent surveiller les politiques et les interventions en matière de climat urbain et s'assurer qu'elles profitent en fin de compte à tous les citoyens et en particulier aux groupes les plus vulnérables.

— **Cartographie de la vulnérabilité sociale dans les villes.** Des informations à plus petite échelle sur la vulnérabilité sociale doivent être utilisées pour soutenir la prise de décision en ciblant mieux les ressources et les actions, et en abordant l'augmentation potentielle de leur vulnérabilité, également en relation avec la mise en œuvre des politiques climatiques. L'une des principales approches est la cartographie de divers indicateurs pour les unités spatiales utilisées dans les rapports statistiques (par exemple, le pourcentage de ménages menacés de pauvreté ayant des arriérés sur leurs factures de services publics). Par exemple, dans le contexte de la vulnérabilité au changement climatique, la région métropolitaine d'Helsinki a utilisé un ensemble de 23 indicateurs fondés sur la recherche scientifique et discutés avec les parties prenantes locales pour valider

- leur applicabilité dans un lieu donné (Breil et al., 2018).
- ***Liens avec les outils existants, les systèmes de financement, les initiatives mondiales.*** Les gouvernements locaux pourraient envisager des mécanismes de financement innovants pour les actions socialement justes, tels que les systèmes de taxation locale et le financement par la foule. Les villes devraient bénéficier de synergies en participant à de multiples initiatives portant sur le climat et l'équité sociale, comme le partage de méthodologies, la collecte de données et les meilleures pratiques. Par exemple, dans le cadre de la Convention des maires pour le climat et l'énergie, l'équité sociale, la pauvreté énergétique et la vulnérabilité de l'environnement ont été abordées.

- les personnes sont abordées dans des catégories définies³⁴ Des tentatives récentes ont été faites pour localiser les Objectifs de développement durable (ODD), en proposant des exemples d'indicateurs locaux que les villes peuvent utiliser pour lutter contre les inégalités, comme l'objectif 10 et l'objectif 11/13 (Siragusa, 2020).
- **Élargir la participation de la société aux processus de prise de décision.** Les processus de planification inclusifs, la co-création et l'engagement des communautés dès le début peuvent améliorer les résultats immédiats de l'équité climatique et renforcer la stabilité à long terme des programmes en transmettant des informations climatiques pertinentes et culturellement accessibles aux groupes socialement et écologiquement vulnérables, dans le respect des connaissances et des valeurs culturelles existantes (voir également la section 7).
 - **Garantir des protections sociales et adapter les programmes d'éducation.** Les stratégies à long terme doivent prévoir des protections sociales locales (par exemple, pour les pertes d'emploi dans les secteurs dépendant des combustibles fossiles) et une modification de la formation professionnelle et des programmes scolaires locaux afin de garantir l'équité sociale pour les communautés touchées. Les autorités locales, les employeurs, les syndicats et les institutions de recherche et de formation doivent coopérer pour intégrer efficacement les mesures pour une transition juste dans le développement économique durable local (voir les exemples du "Pacte pour les compétences" de l'Agenda européen pour les compétences, ancré dans le pilier européen des droits sociaux (Commission européenne, Pacte pour les compétences, n.d.)).
 - **Intégrer l'équité dans l'évaluation et le suivi des politiques et des programmes.** L'inclusion de critères de justice dans les politiques, les programmes, les systèmes d'infrastructure et la conception urbaine en matière de climat urbain, facilitera le processus de prise de décision afin de s'assurer qu'ils profitent finalement à tous les citoyens. Par exemple, l'inclusion de procédures telles que l'évaluation environnementale stratégique (Commission européenne, Strategic Environmental Assessment - SEA) pour les plans climatiques, souvent menée au niveau local, peut mettre en évidence qui sera gagnant ou perdant à la suite de ces décisions et plans, et peut aider à évaluer et à surveiller les impacts sociaux et l'effet positif des politiques climatiques pour chaque citoyen.
 - **Intégrer les considérations de justice dans la gouvernance énergétique.** Une architecture de choix favorable et le renforcement des compétences de base (telles que l'éducation financière et énergétique) sont des canaux clés pour l'inclusion équitable des citoyens exposés à des risques plus élevés liés à l'accès à l'énergie dans la transition énergétique (Della Valle et Sareen, 2020). Les autorités locales sont bien placées pour identifier les consommateurs vulnérables et les conseiller, les former et les aider dans les solutions possibles pour surmonter la pauvreté énergétique et améliorer les conditions de vie dans le bâtiment, par exemple en finançant des investissements dans l'efficacité énergétique. Les guichets uniques locaux peuvent contribuer à la formation et à l'autonomisation des citoyens vulnérables afin qu'ils participent à la transition énergétique et qu'ils ne soient pas laissés pour compte et lourdement affectés. Les revenus collectés par les systèmes de tarification du carbone pourraient être partiellement utilisés pour permettre aux guichets uniques locaux de prendre des mesures efficaces sur le terrain afin d'atténuer l'impact de la hausse des prix de l'énergie.

8.4.2 Anticiper les co-bénéfices et les compromis : qualité de l'air, chaleur urbaine et résilience climatique

S'il est important d'identifier et de gérer les éventuelles incidences négatives des politiques envisagées, la plupart des mesures visant à atténuer le changement climatique apportent également d'importants co-bénéfices en termes de pollution, notamment la pollution atmosphérique et son impact sur la santé des êtres humains et des écosystèmes.

Selon l'Agence européenne pour l'environnement (AEE), une part pertinente de la population urbaine de l'UE est toujours exposée à des niveaux de pollution supérieurs aux normes de qualité de l'air. Par exemple, en 2018, 15 % de la population urbaine de l'UE vivait dans des villes dépassant les normes relatives aux particules (PM), tandis que 35 % souffrait d'une exposition excessive à l'ozone. Malheureusement, une telle exposition se traduit par un impact direct sur la santé humaine, l'AEE estimant un nombre de décès prématurés liés à l'exposition aux PM_{2,5} égal à 379 000 en 2018 dans l'UE27+UK (Agence européenne pour l'environnement, 2020).

Les villes jouent un rôle important dans le contrôle de la qualité de l'air sur leur territoire : des travaux récents du Centre commun de recherche de l'UE ont fourni des estimations sur la part des concentrations

de polluants attribuables à des sources situées à l'intérieur de la zone de la ville pour un nombre pertinent de villes européennes, tant pour le NO₂ (Degrauwe et al. , 2019) que pour les PM_{2,5} (Thunis et al. , 2017). Dans les deux cas, le rôle des émissions locales apparaît très clairement. Pour le NO₂, la contribution locale est la plus élevée, jusqu'à 75% pour les 30 villes considérées dans l'Atlas NO₂. Pour les PM_{2,5}, les valeurs sont un peu plus faibles, 30% des 150 villes considérées dans l'Atlas PM_{2,5} contribuant à au moins 40% de leur pollution atmosphérique, et environ 50% à plus de 30%.

³⁴ Les femmes et les jeunes filles, les enfants, les jeunes, les personnes âgées, les groupes marginalisés, les personnes handicapées, les personnes atteintes de maladies chroniques, les ménages à faibles revenus, les chômeurs, les personnes vivant dans des logements insalubres, les migrants et les personnes déplacées (www.covenantofmayors.eu).

Grâce également à l'expérience des villes participant à l'initiative de la Convention des maires, il est désormais clairement établi que des politiques urbaines correctement conçues sont une occasion de rationaliser les actions des villes pour atteindre conjointement les objectifs en matière de climat et de qualité de l'air (Monforti et al., 2018 ; Peduzzi et al., 2020).

En particulier, les économies d'énergie dans tous les secteurs, y compris les transports, et le remplacement des combustibles fossiles par la plupart des sources renouvelables sont bénéfiques pour les deux parties. Dans le même temps, il convient de minimiser les compromis : par exemple, le remplacement du charbon/pétrole par la biomasse/biogaz dans le secteur du bâtiment peut en principe être une mesure judicieuse pour assurer la neutralité climatique des villes. Toutefois, un tel changement doit être conforme aux meilleures pratiques technologiques afin d'éviter une augmentation excessive des émissions de polluants atmosphériques.

En outre, il est prouvé que les points chauds pour les polluants urbains sont également des points chauds pour la chaleur urbaine (Ulpiani, 2021). L'un des principaux avantages de la neutralité climatique au niveau des villes est la réduction conjointe des îlots de chaleur urbains (ICU) et des îlots de pollution urbains (IPU), à savoir des zones localisées où la température et les niveaux de pollution sont nettement plus élevés que dans les zones rurales environnantes, en grande partie à cause des activités humaines et du remplacement des caractéristiques naturelles par des matériaux fabriqués par l'homme. La chaleur et la pollution urbaines sont généralement amplifiées dans les mêmes conditions de température élevée, de faible humidité relative, de faible vitesse du vent et d'absence de nuages. À ce titre, la plupart des stratégies d'atténuation de l'ICU présentent des avantages connexes en termes de qualité de l'air. Toutefois, des compromis et des effets secondaires potentiels peuvent survenir et doivent être soigneusement évalués (Ulpiani, 2021) :

- L'augmentation de la végétation urbaine est un allié majeur dans la poursuite de la neutralité climatique des villes. Toutefois, il convient de choisir des espèces à faible émission de COVB (où COVB signifie composés organiques volatils biogènes) afin de préserver la qualité de l'air et d'éviter la formation d'ozone troposphérique. Par ailleurs, il est prouvé que les températures élevées peuvent avoir un impact sur une grande variété de fonctions des arbres, notamment lorsque le stress de la sécheresse accompagne les vagues de chaleur. Il peut en résulter une altération du refroidissement local. Toutefois, certaines espèces présentent une tolérance remarquable au stress thermique (Teskey et al., 2015). Compte tenu de l'escalade attendue des extrêmes climatiques, il convient de demander conseil à des experts avant toute mise en œuvre de mesures de verdissement. Par exemple, le projet LIFE VEG-GAP vise spécifiquement à soutenir la conception de plans de qualité de l'air en milieu urbain qui prennent en compte le rôle des écosystèmes de la végétation urbaine, comme l'extension des zones vertes, le type et l'état des plantes.
- La limitation de la taille des villes et de la dynamique d'étalement est une étape clé pour atteindre la neutralité climatique dans la plupart des cas. Toutefois, des effets négatifs peuvent être observés en termes de qualité de l'air dans les centres urbains fortement centralisés des villes de vallée et de montagne, où le mélange vertical accru de l'air au-dessus du paysage urbain est bénéfique pour la dispersion des polluants. Les villes côtières peuvent également bénéficier de l'étalement urbain si la brise marine est un mode de transport important des polluants secondaires. Ces mécanismes de transport doivent être connus avant la mise en place de tout développement urbain majeur.
- Les matériaux hautement réfléchissants (toits et revêtements frais) réduisent les émissions de précurseurs de l'ozone et de particules en fonction de la température et limitent les émissions de GES en réduisant les besoins de refroidissement des bâtiments. Ils modifient également la réflectance aux UV, ce qui, dans certains cas, peut entraîner une augmentation du taux de production d'ozone à l'échelle locale. Les avantages des matériaux réfléchissants sont généralement bien plus importants que les inconvénients potentiels liés aux UV, mais une sélection minutieuse des matériaux et des lieux d'installation est essentielle pour exploiter pleinement leur potentiel.

La formation de poches localisées de chaleur et de pollution résulte d'une variété de phénomènes spécifiques au site. La connaissance du territoire local est essentielle pour concevoir des mesures d'atténuation appropriées qui s'attaquent à la racine du problème et préparent le terrain pour des villes résistantes au climat, durables et prospères.

S'orienter vers des politiques climatiques ambitieuses et investir sur un domaine urbain plus sain permet également de faire des économies. Il est prouvé que les avantages monétaires pour la santé découlant d'une meilleure qualité de l'air pourraient compenser les coûts d'atténuation en Europe (Schucht et al., 2015). Les projections à l'horizon 2050 en termes d'impacts de morbidité et de mortalité de la pollution par les PM_{2,5} et l'ozone révèlent que les dommages monétisés dépendent largement de la manière dont les différentes voies de la politique climatique s'entremêlent avec les impacts géophysiques du changement

climatique. Toutefois, la mise en œuvre de politiques climatiques ambitieuses permettrait de réduire efficacement les effets sur la santé des PM_{2,5} et de l'ozone, avec des cobénéfices importants en termes de réduction des effets sur la santé (diminution de 68 % des années de vie perdues en raison de l'exposition aux PM_{2,5} et diminution de 85 % des décès prématurés dus à l'ozone en 2050 par rapport à un scénario sans politique climatique) et de réduction des coûts de la pollution atmosphérique (77 %). Collectivement, ces effets compenseraient au moins 85 % du coût supplémentaire de la politique climatique en Europe. Les avantages seraient encore plus évidents lors d'événements extrêmes, comme les vagues de chaleur, lorsque le soulagement des patients, des hôpitaux et des cliniciens devient une priorité. Pour un système de santé déjà éprouvé par la pandémie de COVID19, le passage à la neutralité climatique irait de pair avec une stabilisation, un renforcement et un rétablissement plus rapides.

En raison de leur densité de population et de leurs infrastructures développées, les villes contribuent non seulement à la hausse des températures mondiales, mais sont également très vulnérables aux effets du changement climatique. Les impacts les plus prononcés dans les villes européennes sont susceptibles d'être liés à des phénomènes météorologiques extrêmes, tels que les vagues de chaleur (exacerbées par l'effet d'îlot de chaleur urbain décrit ci-dessus), les fortes précipitations, les inondations et les ondes de tempête, et les sécheresses, mais aussi d'autres risques, notamment les incendies de forêt et les maladies à transmission vectorielle (Agence européenne pour l'environnement, 2020b).

Il est donc nécessaire que la résilience climatique aille de pair avec la transition vers la neutralité climatique. Les villes intelligentes sur le plan climatique ne sont pas seulement des villes "respectueuses du climat", mais aussi des villes protégées des effets négatifs du changement climatique (Golubchikov, 2012). L'adaptation des villes européennes en vue de réduire ces effets représente un défi important en soi, comme le fait par exemple [la mission de l'UE sur l'adaptation au changement climatique](#).

L'amélioration de l'adaptation et de la résilience des zones urbaines est un aspect essentiel de l'atténuation des effets négatifs actuels et futurs du changement climatique. D'une part, il existe des changements externes, rapides ou lents, qui exposent les villes à de nouvelles situations ou perturbations. D'autre part, il y a les capacités internes des systèmes urbains à résister à ces changements, à minimiser les impacts négatifs et à maximiser les bénéfices. La résilience urbaine à l'égard du climat peut alors être comprise comme le produit de politiques réussies, grâce auxquelles les capacités d'adaptation des villes (en tant que systèmes humains et techniques) sont en mesure de résister aux défis climatiques sans perte ou avec des pertes minimales pour leur fonctionnalité et leur bien-être (Golubchikov, 2012).

Lors de l'élaboration de leurs stratégies d'atténuation du changement climatique, les villes sont donc encouragées à évaluer les spécificités urbaines, et à rechercher et identifier les complémentarités entre les stratégies d'atténuation et d'adaptation afin de favoriser les synergies, d'éviter les éventuels compromis et effets de contagion et d'optimiser l'utilisation des ressources disponibles (Andreanidou et al., 2018).

La priorité devrait être donnée aux mesures "gagnant-gagnant" ou "à avantages multiples", c'est-à-dire celles qui donnent le résultat souhaité en termes de réduction des émissions de GES mais qui contribuent aussi de manière significative à minimiser les risques climatiques ou à renforcer la résilience, comme les solutions fondées sur la nature ou les toits verts qui aident à réduire les émissions et à rafraîchir les bâtiments. Un récent rapport de l'Agence européenne pour l'environnement (2021b) sur l'adaptation urbaine en Europe présente trois études de cas à Rotterdam, Saragosse et Dresde, montrant comment l'initiative de la "vague de rénovation", tout en encourageant la rénovation des bâtiments existants dans un but principal de décarbonisation, peut contribuer à protéger les bâtiments contre les vagues de chaleur et les inondations futures. Le fait de se concentrer sur les options présentant des avantages multiples peut également faciliter le financement des actions connexes en mettant en commun les ressources et en mettant l'accent sur les avantages partagés qui compensent les investissements (voir [l'outil d'aide à l'adaptation urbaine](#) pour plus d'informations).

Tous les investissements liés à la neutralité climatique doivent être à l'épreuve du climat, c'est-à-dire résistants au changement climatique, comme le soulignent par exemple les orientations techniques récemment publiées sur la résistance au changement climatique des projets d'infrastructure pour la période 2021-2027 (Commission européenne, 2021i). [Ces orientations](#) aident à intégrer les considérations climatiques dans les futurs investissements et le développement de projets d'infrastructure, qu'il s'agisse de bâtiments, d'infrastructures de réseau ou d'une série de systèmes et d'actifs bâtis. Ainsi, les investisseurs européens institutionnels et privés pourront prendre des décisions éclairées sur des projets jugés compatibles avec l'Accord de Paris et les objectifs climatiques de l'UE.

Dans l'ensemble, plus tôt les villes entameront des réflexions approfondies sur la façon dont la neutralité climatique pourrait être poursuivie par le biais d'approches holistiques, plus tôt les synergies stratégiques possibles et les pièges évitables seront identifiés et plus tôt les avantages d'actions bien ajustées seront étendus aux citoyens.

Encadré 19 : La pensée critique façonne la feuille de route des villes climatiquement neutres

La neutralité climatique repose sur des principes généraux qui sont au cœur d'une transition holistique et véritablement résiliente au changement climatique et qui constituent l'épine dorsale de toute stratégie réussie. Ces principes peuvent être résumés comme suit :

– Le contexte climatique est important : une solution qui fonctionne pour un climat donné peut être inefficace, voire contre-productive, pour un autre. La connaissance de la dynamique climatique à l'échelle macro, méso et micro est une condition préalable au choix des mesures les plus appropriées.

– Solutions passives VS actives : la stratégie la plus durable et la plus résiliente au changement climatique est celle qui ne nécessite aucune consommation d'énergie. Par conséquent, les solutions passives doivent être privilégiées par rapport aux solutions actives de substitution dès lors qu'elles n'entraînent pas de compromis importants.

- La pensée holistique repose sur des combinaisons : combinaisons de secteurs (par exemple, transports verts, planification urbaine, rénovation énergétique des bâtiments), combinaisons de technologies (par exemple, bioénergie et captage et stockage du carbone), combinaisons de facteurs d'atténuation de la chaleur (par exemple, protections solaires, verdure, matériaux réfléchissants, éléments d'eau), combinaisons de méthodes et de catalyseurs (par exemple, numérisation, circularité). Les combinaisons sont des stratégies "mixtes" : en tant que telles, elles ont tendance à être plus saines, plus résistantes au climat et plus efficaces en cas d'événements extrêmes, tout en étant multidimensionnelles et polyvalentes.
- Mieux vaut prévenir que guérir : les effets négatifs potentiels sont encore plus importants que les avantages. Ce principe de base est essentiel pour permettre la mise en place de stratégies durables et économes. Les impacts négatifs découlent de considérations générales ainsi que de spécificités locales. Des méthodes analytiques complètes (par exemple, l'analyse SWOT) doivent être déployées pour identifier au préalable les forces et les faiblesses internes, ainsi que les opportunités et les menaces externes de toute action/mesure planifiée.
- La mise en place d'un cadre organisationnel global est essentielle et constitue le principal investissement initial. Cela nécessite
 - i) identifier ou mettre en place une unité politique spécialisée chargée de superviser et de mettre en œuvre les politiques et les stratégies au niveau de la ville, ii) faciliter et coordonner les liens entre les services, et iii) établir la coopération nécessaire avec les autorités compétentes aux niveaux national et régional. Si cette étape n'est pas franchie, la neutralité climatique ne sera pas atteinte.

- On en revient toujours à la santé : accélérer la neutralité climatique est un moyen puissant de sauver des vies et de protéger les citoyens des effets néfastes d'un climat et d'un métabolisme urbain en mutation. Les co-bénéfices dans le secteur de la santé sont des caractéristiques recherchées de toute stratégie, tandis que les compromis sont des critères d'exclusion.

9 Et qui va payer pour tout cela ?

L'objectif de neutralité climatique exige l'accélération, le renforcement et la mise en œuvre de plans d'action pour le climat, ce qui nécessite une mobilisation financière massive et rapide, intégrée à l'architecture institutionnelle d'une ville et prenant en compte les financements nationaux et européens, les financements, les mélanges et les investissements privés (investisseurs à grande échelle et crowdfunding).

Le tableau suivant fournit une liste d'instruments de financement, ainsi que des exemples d'application.

Tableau 8. Produits financiers et leur utilisation pour l'action climatique.

Produit financier	Concept	Utilisez
Subventions, aides et assistance technique	Ces instruments sont considérés comme des produits financiers car ils sont couramment utilisés dans la préparation des projets, les études de faisabilité, ainsi que pour encourager les investissements précoces dans les segments de marché émergents, tels que les tarifs de rachat pour les énergies renouvelables. Sans ces instruments, il est très peu probable que des prêts ou des produits financiers plus sophistiqués puissent avoir de l'attrait et se développer.	Les subventions aux audits visant à identifier l'efficacité énergétique dans la rénovation des logements, les subventions pour l'achat de véhicules électriques (y compris les voitures, les scooters et les vélos) et les tarifs de rachat des énergies renouvelables sont quelques-unes des utilisations des subventions, des aides et de l'assistance technique.

Prêts	Il s'agit de l'un des instruments financiers les plus courants. Il est largement connu et accepté, et sa simplicité suscite beaucoup d'intérêt.	Les prêts sont largement disponibles pour financer les améliorations de l'efficacité énergétique dans les bâtiments, l'industrie et les petites et moyennes entreprises. La combinaison avec le rehaussement de crédit améliore sa pénétration.
Produit financier	Concept	Utilisez
Outils de rehaussement de crédit	Les garanties et les prêts en monnaie locale sont des outils courants de rehaussement du crédit, et sont généralement offerts par une institution financière, réduisant ainsi le risque qu'un investissement ne soit pas remboursé dans son intégralité.	Les banques commerciales ont reçu des garanties de crédit partielles, renforçant le crédit d'un prêteur, tel qu'un ménage, pour l'obtention d'un prêt pour la rénovation d'une maison. Les garanties financières améliorent l'accès au financement et réduisent le coût du capital dans les niches où la perception du risque est un facteur déterminant pour le financement et le passage à l'échelle. ¹ De plus, le fait d'offrir un financement dans une monnaie locale augmente la demande de prêts, ce qui réduit le risque de change.
Fonds de capital-investissement	Ces fonds jouent un rôle actif en détenant une participation partielle ou totale dans une entreprise fournissant un service. Les fonds PE sont actifs dans l'environnement entrepreneurial et sont très réactifs aux changements de politique et de marché.	Les fonds de capital-investissement s'intéressent de plus en plus aux financements PACE (Property Assessed Clean Energy) dans le secteur résidentiel, mais ils sont également sensibles aux investissements dans les bâtiments résidentiels, commerciaux et industriels qui respectent les normes internationales en matière d'écologie.

¹ Saheb et Ossenbrink, 2015.

Source : Travail personnel.

Cette mobilisation financière est essentielle pour réduire les déficits d'investissement existants dans le financement des infrastructures et des services urbains en engageant le secteur privé dans cette transformation fondamentale. Dans ce contexte, il est essentiel de comprendre la planification des investissements pour garantir la bonne combinaison d'investisseurs, d'instruments et de mécanismes financiers avec la réglementation et les capacités institutionnelles d'une ville. À cette fin, les villes auront accès à des ressources et à des conseils utiles pour accélérer ce processus par le biais de la plateforme de la mission (voir la section 1.2 pour plus de détails). Ainsi, la première étape est d'avoir la vision, le leadership et l'engagement politique vers la neutralité climatique.

9.1 Comprendre la planification et la préparation à l'investissement

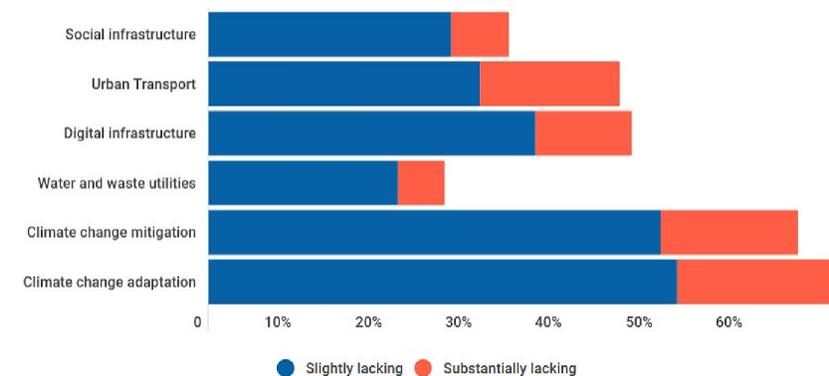
La plupart des villes apprennent à faire face à une demande croissante de services et d'infrastructures pour améliorer la qualité de vie. Cette demande exige une utilisation intelligente des maigres ressources d'une ville afin de mobiliser des financements selon une approche de financement mixte (voir la section 9.3 ci-dessous), en combinant des financements à long terme provenant d'institutions financières (IF) éligibles, telles que la Banque européenne d'investissement, avec des subventions de l'UE, en attirant des prêts ou des prises de participation des autorités publiques et des financiers privés (voir, par exemple, [les mécanismes de financement mixte de l'UE](#)). Les décisions qui sont prises aujourd'hui créent une voie de développement qui peut s'avérer plus coûteuse si elles ne sont pas correctement évaluées. Il s'agit par exemple d'investissements dans des parkings en centre-ville qui, par la suite, ne sont pas utilisés en raison des restrictions de circulation (Szarata et al., 2014), ou du report de l'introduction de codes de construction à zéro émission qui créent des emplois verts, mais provoquent également un effet de verrouillage à long terme

en termes de consommation d'énergie et d'émissions de GES. Ainsi, l'amélioration des capacités financières et de gestion au niveau des villes doit inclure une compréhension des multiples avantages d'une adoption précoce de la neutralité climatique, notamment : un financement plus abordable, l'accès à une base d'investisseurs large et diversifiée, un environnement florissant pour l'entrepreneuriat et une meilleure rentabilité (du point de vue du citoyen).

La transition vers la neutralité climatique n'est pas un processus facile. Il nécessite d'apprendre, d'expérimenter, de réaffecter des fonds et de veiller à ce que personne ne soit laissé pour compte. Afin de mieux comprendre son état de préparation pour se lancer dans ce processus, une ville doit évaluer ses capacités institutionnelles, techniques, financières et réglementaires existantes. Selon une enquête mise en œuvre par la Banque européenne d'investissement, les municipalités d'Europe considèrent que les dispositifs d'investissement sont inadaptés pour relever les défis futurs, avec des obstacles majeurs pour aller de l'avant tels que le manque de fonds, les lourdeurs réglementaires et la rareté des compétences techniques pour exécuter les projets (Banque européenne d'investissement, 2021a). Dans ce contexte, pour de nombreuses villes, l'ambition de neutralité climatique nécessitera également de renforcer les capacités existantes et d'acquérir de nouvelles compétences pour mobiliser les ressources à la hauteur de ce défi.

Figure 14. Défis d'investissement (2017 - 2019).

Municipalities were aware they were underinvesting in certain areas, like climate change, in the years before the pandemic (2017-2019)



Source : McGoldrick, 2021.

Le défi de la transition vers la neutralité climatique urbaine consiste également à comprendre la nature des lacunes en matière d'infrastructures urbaines et de fourniture de services. La BEI a également constaté que, même avant la pandémie, les municipalités étaient légèrement ou fortement sous-investies dans les domaines liés à l'adaptation au changement climatique et à son atténuation (voir également Agence européenne pour l'environnement, 2020b). Cela signifie que si les autorités locales sont conscientes ou ont un ensemble de projets et de priorités, ceux-ci ne se concrétisent pas en raison de la complexité de l'accès limité au financement, d'un environnement réglementaire dissuasif pour l'investissement et de capacités techniques limitées. Ainsi, la préparation à l'investissement est un cadre permettant de comprendre les conditions sous-jacentes qui peuvent limiter la fourniture d'infrastructures et de services dans votre ville.

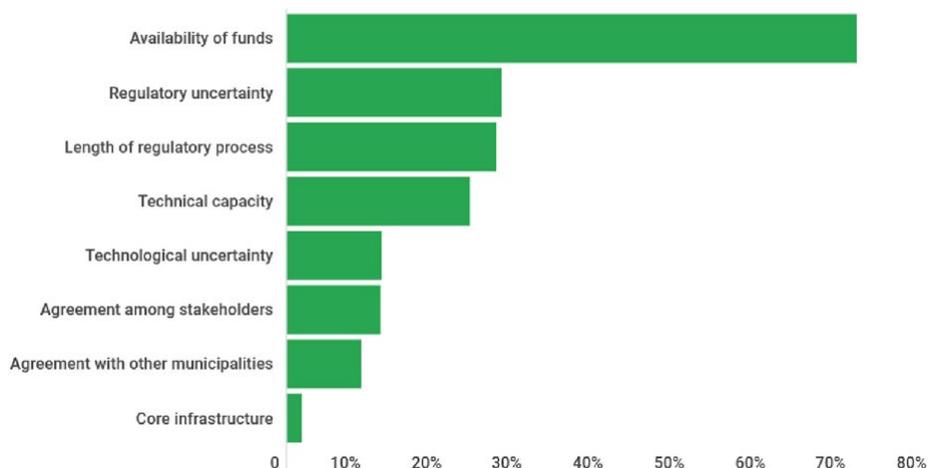
La préparation à l'investissement englobe la compréhension des contraintes financières, techniques, réglementaires et institutionnelles qui entravent l'investissement dans les domaines prioritaires. En termes pratiques, la préparation à l'investissement répond aux questions suivantes :

- Que voulons-nous atteindre ?
- La ville a-t-elle l'argent pour le payer ?
- Y a-t-il une entreprise intéressée à fournir ce service ?
- Y a-t-il suffisamment de concurrents dans ce segment ?
- Ai-je les capacités d'attirer, de superviser et de faire respecter les contrats avec le secteur privé ?
- Ai-je besoin de l'aval du gouvernement national ?
- Qui peut m'aider à obtenir un financement ?
- Dois-je le signaler à quelqu'un ?

Ces questions peuvent être regroupées en cinq catégories³⁵ qui aident une ville à comprendre son niveau de préparation à l'investissement et à orienter les efforts en tenant compte des points forts et des domaines d'opportunité.

Figure 15. Obstacles à l'investissement.

Lack of funds are a major problem, along with non-financial concerns



Source : McGoldrick, 2021.

Tableau 9. Questions directrices pour évaluer l'état de préparation à l'investissement.

Catégorie	Questions d'orientation
Proposition de valeur	Comment un service ou une infrastructure peut-il bénéficier aux citoyens ? Comment contribue-t-il à la neutralité climatique, et qui peut le mettre en œuvre ? Comment ce service ou cette infrastructure contribue-t-il à la neutralité climatique ?
Capacité financière et modèle d'entreprise	Comment un service ou une infrastructure peut être exploité et par qui ? Crée-t-il une source de revenus ou nécessite-t-il des transferts financiers ? La ville dispose-t-elle des ressources nécessaires pour payer ce service ? Comment le secteur privé peut-il financer et payer ce service ?

³⁵ Adapté d'Innovate UK, 2020.

Catégorie	Questions d'orientation
Structure du marché	Existe-t-il une demande pour ce service ? Comment le service est-il actuellement fourni ? Qui sont les concurrents ? Les citoyens sont-ils prêts à payer ? Existe-t-il une réglementation qui entrave la transition vers la neutralité climatique ?
Obstacles et lacunes	La technologie qui sous-tend une solution est-elle éprouvée ? Est-il nécessaire de réaliser des études de faisabilité pour aller de l'avant ? Des opérateurs du secteur privé sont-ils intéressés par cette activité ? Comment le comportement des citoyens influe-t-il sur une mise en œuvre efficace ?
Gestion et gouvernance	En tant que ville, ai-je les capacités de gérer ce service ? Qui, dans la ville, a son mot à dire dans le processus de décision ? Le prix des biens et des ressources en nature de la ville est-il fixé en fonction de ce service ? Quelle est la réglementation relative à l'utilisation des fonds publics dans le cadre d'un engagement avec le secteur privé ? Comment la ville assure-t-elle la participation des citoyens ? Comment s'effectue le suivi, la déclaration et la vérification (MRV) de la réduction des émissions de GES ?

Source : Travail personnel.

Compte tenu de ces catégories de préparation à l'investissement, les villes peuvent entreprendre une auto-évaluation de leur situation actuelle. Cette évaluation les aidera à créer ou à renforcer leurs capacités de planification, d'investissement et de mobilisation des ressources. Généralement, ces capacités sont dispersées dans plusieurs domaines d'activité, tels que la mobilité ou la gestion des déchets, et supervisent les performances techniques, tandis que d'autres unités se préoccupent davantage des performances financières ou de la génération de revenus. La neutralité climatique est également une occasion de rationaliser les performances financières et techniques d'une ville, car elle nécessite une architecture institutionnelle permettant de divulguer la manière dont l'argent est utilisé pour lutter contre le changement climatique, tout en offrant des avantages environnementaux, économiques et sociaux.

Afin de faciliter l'évaluation de l'état de préparation aux investissements, trois outils sont disponibles pour aider les villes à comprendre leur point de départ :

- La **taxonomie de la finance durable** (règlement (UE) 2020/852) a été conçue pour réorienter les flux de capitaux facilitant les investissements durables transfrontaliers, tout en aidant à déterminer si une activité économique peut être qualifiée d'écologiquement durable. La taxonomie établit des objectifs environnementaux pour l'atténuation du climat, l'adaptation, la protection des ressources en eau et des ressources marines, l'économie circulaire et la prévention de la pollution. En tant que telle, la taxonomie peut être utilisée par les villes comme cadre pour évaluer leur position actuelle et suivre leurs progrès en termes de climat et d'investissement durable en vue d'une action climatique.
- Le **Compas taxonomique de l'UE** (https://ec.europa.eu/sustainable-finance-taxonomy/tool/index_en.htm) est un outil qui aide les citoyens, les investisseurs et les gouvernements à mieux comprendre comment les activités contribuent de manière substantielle et quels critères ils doivent remplir pour être considérés comme des investissements durables.
- La **liste de contrôle de la bancabilité** (ICLEI TAP, 2021), élaborée par le programme d'actions transformatrices d'ICLEI, est un autre outil qui peut compléter le Compas taxonomique de l'UE, et elle est à la disposition des villes pour évaluer leur niveau de préparation à l'investissement, y compris des concepts tels que l'engagement politique, la maturité de l'investissement, le modèle économique, la viabilité technique, financière et économique, la reproductibilité et l'évolutivité, ainsi que les avantages sociaux.
- Le **City Maturity Model for Climate-Smart Urban Infrastructure** est un autre outil utile pour les villes développé par la Cities Climate Finance Leadership Alliance. Cet outil aide les villes à évaluer l'état de préparation des investissements climatiques à l'aide d'une vision holistique qui intègre les aspects stratégiques, réglementaires, financiers et opérationnels dans le cadre de 12 dimensions pratiques (Cities Climate Finance Leadership Alliance, 2021).

9.2 S'engager auprès des investisseurs et des citoyens dans le cadre d'un partenariat commun

Pour gérer les coûts nécessaires à la transition, les villes peuvent créer des unités d'investissement dans la

neutralité climatique où les plans d'action pour le climat peuvent être intégrés à d'autres priorités de la ville (par exemple, le transport, l'efficacité énergétique, la gestion des déchets, la création d'emplois/entrepreneuriat). Ce processus d'intégration permet d'exploiter les synergies et les opportunités d'investissement. Une unité d'investissement pour la neutralité climatique peut être un partenariat public-privé ayant pour mandat de promouvoir l'investissement, de faciliter l'accès au financement, de s'engager auprès des citoyens et de suivre les progrès vers les objectifs climatiques.

Encadré 20. Partenariats public-privé pour la rénovation de bâtiments

Sous la direction de la ville d'Olot, en Espagne, un partenariat public-privé a été mis en place pour promouvoir l'amélioration de l'efficacité énergétique des logements, avec la participation de citoyens, d'entrepreneurs et de financiers travaillant ensemble sous un même toit. Ces parties prenantes sont coordonnées par la Fondation Euro PACE, qui fournit une assistance technique grâce à un financement de la Commission européenne, tandis que les investisseurs privés et les institutions financières fournissent un financement qui tient compte des caractéristiques de la rénovation des bâtiments. Ce type de PPP est également appelé "guichet unique", car les autorités municipales mettent en place une table où les citoyens peuvent se rencontrer et sélectionner différents produits financiers, obtenir des subventions et bénéficier d'une assistance technique pour choisir des entrepreneurs agréés. Le guichet unique était essentiel car, avec l'aide de la ville, les citoyens pouvaient répondre aux questions concernant les rénovations et les améliorations de l'efficacité énergétique. Les entrepreneurs ont également été amenés à ce guichet unique, afin qu'ils soient approuvés et obtiennent des contrats standardisés en fournissant des technologies et des fournisseurs de services légitimes et efficaces, réduisant ainsi le risque pour les citoyens de fournir des services défectueux. Enfin, l'arrangement institutionnel global réduit les risques perçus par les financiers qui participent à ce segment de marché.³⁶

Une unité d'investissement pourrait commencer par disposer d'une série de projets présentant différents niveaux de préparation. Cela aidera les villes à mieux adapter la performance climatique d'un projet aux demandes et opportunités spécifiques du paysage financier. Les projets et initiatives qui intègrent des références vertes et climatiques sont très demandés par la communauté des investisseurs (y compris la Banque centrale européenne). L'alignement des projets sur le plan d'action de l'UE pour le financement durable offre aux villes la possibilité d'accéder à des financements à des conditions plus favorables (Giorgi, 2021). Ces références favorisent la conformité aux normes internationales reconnues par la communauté des investisseurs. Par exemple, le système de certification des obligations climatiques (Climate Bonds Certification Scheme) fournit une méthode permettant de vérifier que l'argent (le produit) levé sur les marchés des capitaux est consacré à un ensemble de mesures, telles que les transports à faible émission de carbone, les bâtiments à émission de carbone nulle, les infrastructures de traitement des déchets et de l'eau, ainsi que les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique. Ce type de certification améliore la confiance des investisseurs dans la capacité financière et de gestion des villes en tant que promoteurs de projets, ce qui réduit le risque perçu. Salzbourg, Copenhague, Cork, Bergen, Porto, Lisbonne et Alicante sont quelques-unes des villes qui utilisent cette certification pour financer le développement de nouveaux bâtiments et la modernisation de bâtiments existants, en vue d'atteindre l'objectif de zéro carbone en 2050 (Climate Bonds Initiative, Buildings).

La BEI considère que le fait de disposer d'un solide processus de planification des investissements en capital à moyen terme est un élément clé de réussite pour lier les investissements aux projets (Banque européenne d'investissement, 2016). Pour améliorer cette planification, les unités d'investissement des villes doivent examiner la réserve de projets pour s'assurer que la neutralité climatique est intégrée non seulement dans les plans d'action pour le climat, mais aussi dans les plans sectoriels, tels que les plans de mobilité urbaine durable, de gestion des déchets et d'efficacité énergétique. En outre, les projets climatiques doivent être liés à l'innovation, à l'esprit d'entreprise, au bien-être social et aux plans de gestion du secteur public. Ces plans peuvent être renforcés et améliorés en tenant compte de la préparation à l'investissement, en différenciant les projets individuels à présenter aux investisseurs, aux partenaires financiers et technologiques, ainsi qu'aux citoyens. On peut supposer que chaque projet individuel sera analysé en externe à la lumière de la solvabilité de la ville (Abdellah, 2021), ainsi que de la capacité financière et managériale à faire respecter les contrats et autres procédures de diligence raisonnable. Ainsi, un niveau de détail plus affiné dans le cadre de chaque projet aidera à identifier la bonne combinaison d'instruments de marché et de réglementation qui peuvent être utilisés pour la mobilisation financière. La liste d'étapes suivante peut faciliter l'introduction de la neutralité climatique dans le processus d'investissement :

- 1) **Définir un point focal de neutralité climatique.** Il s'agit d'un bureau de ressources, où différentes parties de la ville peuvent résoudre des questions et obtenir des conseils. Dans l'idéal, ce point focal peut devenir un guichet unique reliant les citoyens, les fournisseurs de technologie, les financements et les rapports. Il peut être avantageux d'affecter un service de développement économique (ou équivalent) à la direction de cet aspect.
- 2) **Prioriser les projets à inclure dans le Contrat ville climat** (voir section 1.2 ci-dessus, partie I du présent document). Ces mesures bénéficient d'un haut niveau d'acceptation de la part des citoyens et du secteur privé, mais aussi d'une relation positive entre investissement et réduction des émissions.
- 3) **Introduisez la neutralité climatique dans vos sources de revenus.** Il existe de multiples

mécanismes de marché et de régulation permettant de créer des sources de revenus comme moyen d'atteindre la neutralité climatique. Ces sources de revenus seront utilisées pour financer la transition vers la neutralité climatique en intégrant le principe du pollueur-payeur, mais aussi la création d'emplois verts et l'amélioration de la qualité de vie.

- 4) **Tendez la main aux institutions financières.** Plusieurs institutions financières, notamment les banques, les fonds de capital-investissement et les fonds de pension, ont un objectif climatique. Elles disposent donc d'une assistance technique et de produits financiers qui vous aideront à financer les services et les infrastructures dont votre ville a besoin.

³⁶ Pour plus d'informations, consultez le site <https://europa.eu/enesolutions.com>.

- 5) **S'engager auprès de la communauté des investisseurs.** Il s'agit d'ouvrir un dialogue sur la manière de mieux introduire la neutralité climatique dans les investissements des villes, y compris la supervision et les rapports. L'élaboration de critères d'investissement en matière de neutralité climatique, ainsi que la sélection de projets pour disposer d'une réserve de projets prêts à être investis, peuvent constituer un défi pour les villes, les citoyens et les investisseurs, d'autant plus qu'il existe très peu de modèles à suivre. Une approche simple à suivre consiste à communiquer les résultats attendus d'un projet en termes d'émissions de carbone par le biais de notes conceptuelles, à définir comment un projet apportera des avantages, à estimer les coûts et à impliquer les entités de financement et d'investissement potentielles.
- 6) **Établir des mécanismes de marché et de régulation pour affecter les fonds générés dans la ville.** Cela signifie que la ville doit améliorer ses capacités fiduciaires pour collecter et déboursier les fonds destinés aux multiples mesures d'un Contrat ville climat. Cela peut se faire par le biais de véhicules spéciaux qui regroupent les projets ou envisagent plusieurs sources de financement.
- 7) **Communiquer et s'engager auprès du public.** Il est essentiel de veiller à ce que la ville fournisse des informations continues sur la manière dont l'argent collecté par les investisseurs ou par les finances de la ville est utilisé dans la transition vers la neutralité climatique. Une communication explicite doit tenir compte de la création d'emplois, de la qualité de vie, de la rénovation de la ville et d'autres co-bénéfices.

9.3 Produits, instruments et mécanismes financiers liant l'investissement à l'action climatique

La neutralité climatique exige un recours massif aux mécanismes financiers, réglementaires et de marché pour financer les services et les infrastructures. Le concept de financement mixte est important, car il englobe l'utilisation de ressources publiques et privées pour obtenir des financements supplémentaires en utilisant plusieurs produits financiers. En outre, le financement mixte prend également en compte la manière dont les opérateurs privés et publics peuvent jouer un rôle actif dans l'élaboration des plans et leur mise en œuvre. Si les coûts initiaux sont liés à l'élaboration et à l'affinement de ce plan de neutralité climatique, la plupart des ressources seront consacrées à sa mise en œuvre. Cette mise en œuvre sera coordonnée par la ville, tandis que l'exploitation et le financement pourraient être assurés par des entreprises publiques ou privées, ainsi que par des citoyens.

Dans ce contexte, une ville doit examiner le financement en amont et les instruments disponibles qui peuvent payer la préparation du projet en premier lieu et définir l'architecture institutionnelle pour la mise en œuvre à des stades ultérieurs. Le financement de la préparation du projet proviendra essentiellement de subventions et d'une assistance technique, y compris les ressources de la Mission. La mise en œuvre du plan de neutralité climatique a une perspective financière mixte, car elle nécessite la mobilisation de ressources publiques et privées par l'utilisation de taxes et de subventions, le développement de fonds d'affectation spéciale public-privé ou de fonds renouvelables, qui peuvent fournir des prêts et des outils de renforcement du crédit, tels que des garanties. Dans le cadre de la conception de son plan de neutralité climatique, une ville doit également examiner les instruments réglementaires qui soutiennent son engagement à long terme, en réduisant les risques associés aux nouveaux modèles d'entreprise et aux nouvelles technologies, ainsi qu'en augmentant la crédibilité d'une ville dans la promotion du changement de comportement. Une combinaison adéquate de ces deux aspects est fondamentale pour augmenter le financement et introduire des mesures qui répondent au double objectif de créer une source de revenus et de progresser vers la neutralité climatique. Dans cette section, les produits financiers sont présentés, ainsi que les instruments et mécanismes de marché et de réglementation qui se sont avérés efficaces dans la lutte contre le changement climatique. Le **tableau 8** de la section 9 ci-dessus fournit une liste des instruments de financement, ainsi que des exemples d'application.

Si certains produits financiers sont plus courants au niveau des villes, comme les prêts et les subventions, d'autres ne sont pas aussi visibles, comme les fonds de capital-investissement ou les garanties, mais ils permettent d'intensifier considérablement la mobilisation des ressources. Par exemple, suivant une approche de financement mixte, le budget de l'UE fournira 503 milliards d'euros au plan d'investissement européen Green Deal, avec un effet multiplicateur de 1:2, ce qui entraînera des investissements supplémentaires d'une valeur de plus de 1 000 milliards d'euros, rendus possibles en partie par l'utilisation de garanties financières (Commission européenne, 14 janvier 2020). Par conséquent, la sélection des différents instruments financiers a un effet sur l'investissement total consacré à la neutralité climatique. En tant que telles, les villes doivent disposer d'un cadre analytique pour évaluer comment leurs propres ressources et leur accès aux subventions et à l'assistance technique peuvent être utilisés pour favoriser un effet multiplicateur en aval par le biais de prêts, de garanties et de participations privées (maximisant ainsi la

valeur de l'argent investi). Ce cadre analytique devrait également tenir compte de la manière dont la fiscalité affecte différemment les produits financiers, ce qui peut dissuader les investissements climatiques. Par exemple, les entreprises de l'UE ont cité l'incertitude relative à la réglementation et à la fiscalité (43 %), suivie des coûts d'investissement (41 %) comme les principaux obstacles aux investissements climatiques, ce qui empêche les entreprises de se faire une idée complète des avantages attendus en termes de coûts avant d'investir (Banque européenne d'investissement, 2021b). Ainsi, la manière dont les produits financiers sont structurés est importante car elle peut modifier l'impact de mobilisation qu'ils ont en apportant des ressources supplémentaires sur la table.

Les investissements nécessaires dans l'UE pour assurer la transition écologique et la transformation numérique sont concentrés dans les secteurs du bâtiment et des transports (EURE, 2021), de sorte que la plupart des instruments et mécanismes sont centrés sur ces domaines. Ces instruments et mécanismes sont efficaces pour modifier les comportements, soutenir l'introduction de technologies et de nouveaux modèles d'entreprise, suivre la création d'emplois et communiquer sur l'utilisation des ressources collectées par leur intermédiaire, dans le cadre de la lutte contre le changement climatique. Voici une liste d'instruments éprouvés qui répondent à ces conditions :

Tableau 10. Instruments et mécanismes pour l'action climatique.

Instrument	Concept	Utilisez
Partenariats public-privé (PPP)	Les PPP constituent un mécanisme flexible pour l'action climatique dans les services et les infrastructures, car la ville encourage les innovations climatiques et le secteur privé est mis au défi de proposer une solution offrant le meilleur rapport qualité-prix. ¹	L'Europe a une grande expérience de la gestion de PPP complexes, à long terme et de grande envergure, avec une forte participation du secteur privé. Cette expérience concerne les routes, les hôpitaux, les écoles, ainsi que le logement social et la gestion des déchets, améliorant la fourniture et la qualité d'un service, où l'action climatique est un élément supplémentaire à prendre en compte. Parmi les études de cas de PPP, citons la construction d'une autoroute aux Pays-Bas3, qui introduit des considérations relatives à la réduction des émissions de CO2, ainsi que des mesures d'adaptation, comme le plan Cloudburst à Copenhague. ⁴
Véhicules financiers spécialisés (SPV)	Il s'agit généralement de fonds fiduciaires et de fonds renouvelables gérés par une ville ou un gestionnaire d'actifs. Ils sont utilisés pour collecter des fonds et des financements provenant de sources multiples, y compris l'affectation des taxes, tout en isolant les risques opérationnels et financiers.	Les SPV ont été utilisés pour la récupération de quartiers, la rénovation urbaine et la rénovation de bâtiments, car ils fournissent une structure financière pour les coentreprises et le partage des risques. Les SPV peuvent être capitalisés avec des obligations vertes et climatiques. Le Green for Growth Fund est un SPV lancé par la BEI et la KfW, avec une participation publique et privée pour des investissements dans l'efficacité énergétique en Europe du Sud-Est, par exemple, le Green for Growth Fund (https://www.ggf.lu).
Obligations vertes et climatiques	Les obligations vertes et climatiques sont des instruments de dette qui sont négociés sur les marchés des capitaux. Ces obligations sont très demandées par une communauté croissante d'investisseurs et peuvent aider à obtenir de meilleures conditions de financement.	Ces obligations sont certifiées et vérifiées par des tiers, ce qui garantit que les fonds levés sur les marchés des capitaux sont légitimement utilisés à des fins écologiques ou climatiques. Plus de 80 obligations certifiées pour le climat liées à des bâtiments à faible émission de carbone ont été émises depuis 2015 à l'échelle mondiale. ⁵ L'une des dernières émises par Vonovia pour 600 M EUR afin d'améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments. ⁶

Sur le financement des projets de loi	Il s'agit d'une méthode de financement d'un service ou d'un produit par un service public qui est remboursé par un consommateur par le biais d'une facture de service public ou de service.	Il s'agit par exemple d'appareils électroménagers (lave-linge, télévision, réfrigérateur), de systèmes de climatisation et de chauffage plus économes en énergie, entre autres. Le mécanisme britannique Green Deal offre des prêts qui peuvent être remboursés par une charge sur une facture d'énergie, en collaboration avec un vaste réseau de fournisseurs. ⁷
Instrument	Concept	Utilisez
Sur le financement de l'impôt	Il s'agit d'une méthode similaire au financement sur facture, mais qui consiste à collecter les paiements par le biais de taxes municipales, imputées au titre de propriété plutôt qu'à une personne.	Les mesures d'isolation thermique et d'efficacité énergétique dans l'environnement bâti commencent à utiliser cet instrument. Les fonds d'investissement privés deviennent actifs dans la rénovation des bâtiments en Europe grâce au financement PACE (Property Assessed Clean Energy). La fondation EuroPACE (https://www.gnesolutions.com/europace) prend l'initiative de modifier les codes fiscaux afin d'introduire un financement sur impôt pour la rénovation des bâtiments.
Sociétés de services énergétiques (ESCO)	Ces entreprises proposent de réduire les factures d'énergie en introduisant des mesures d'efficacité énergétique dans les bâtiments, les transports ou l'industrie, et d'être remboursées avec les économies associées. ⁸	Les ESCO ont été utilisées dans le secteur industriel, les travaux publics (éclairage public, pompage de l'eau), ainsi que dans les bâtiments publics et privés. ⁹ Stuttgart a mis en place une ESCO municipale qui propose aux ménages un ensemble standardisé de mesures de rénovation énergétique, sans qu'ils aient à faire face à des coûts initiaux. Les propriétaires paient des frais de service mensuels par le biais d'un contrat de fourniture d'énergie. ¹⁰
Assurance des économies d'énergie	Cette approche s'appuie sur des contrats qui garantissent une performance minimale en matière d'efficacité énergétique d'un service ou d'une infrastructure, généralement proposés en collaboration avec des ESCO.	Les contrats de performance énergétique sont introduits dans la gestion des bâtiments, en tant que stratégie visant à améliorer la planification financière, à réduire les coûts énergétiques et les émissions de carbone. Bien que conceptuellement attrayants, ils sont relativement nouveaux. L'Agence de Bâle pour l'énergie durable met en place une assurance pour les économies d'énergie en Italie, au Portugal et en Espagne, destinée aux petites et moyennes entreprises. ¹¹

Crowdfunding	<p>Les communautés énergétiques reposent sur des systèmes de financement participatif (crowdfunding), dans lesquels les citoyens peuvent investir dans leur propre production d'énergie, en privilégiant les sources renouvelables.</p> <p>Les communautés énergétiques peuvent être une entreprise financièrement viable et générer des emplois locaux verts.¹²</p>	<p>On estime que les communautés énergétiques peuvent gérer plus de 17 % de la capacité éolienne installée et 21 % de la capacité solaire d'ici à 2030.¹³ Certaines villes soutiennent les communautés énergétiques en les rejoignant et en les approuvant, en soutenant le déploiement de micro-réseaux et en tirant parti des espaces vacants dans les bâtiments publics, comme les toits solaires.</p> <p>Som Energia est un exemple de réussite d'une coopérative d'énergie renouvelable en Espagne, qui compte plus de 73 000 actionnaires, dont des agences municipales. La coopérative dispose de plusieurs installations produisant plus de 18,5 GWh par an qui sont commercialisés par le biais de plus de 130 000 contrats.¹⁴</p>
Instrument	Concept	Utilisez
Incitations fiscales	<p>Les incitations fiscales sont temporaires et peuvent induire une demande accrue pour un certain service ou produit afin de le faire démarrer.</p>	<p>Des incitations fiscales ont été utilisées pour rénover des quartiers abandonnés, mais aussi pour réduire les taxes foncières afin d'encourager l'utilisation de l'énergie solaire ou la création de jardins verticaux ou sur les toits.</p> <p>Les taxes sur le carbone ont été utilisées pour capitaliser des fonds qui sont reversés à l'économie sous forme de subventions, par exemple pour soutenir la mise à niveau des véhicules électriques dans les foyers.</p> <p>Le Danemark impose une taxe plus élevée aux moteurs à combustion interne des voitures, et une taxe plus faible aux véhicules électriques. Dans le même temps, les taxes collectées sont reversées à la société sous la forme de subventions pour l'achat d'un véhicule électrique.¹⁵</p>

¹ ERTRAC, 2013.

² Lund et al., 2020.

³ GPP2020, 2016.

⁴ OCDE, 2018.

⁵ Climate Bonds Initiative, Obligations certifiées.

⁶ Vonovia SE, 2021.

⁷ GOV.UK, Green Deal : des économies d'énergie pour votre maison.

⁸ Bertoldi et al., 2019.

⁹ Directive (UE) 2019/944.

¹⁰ Energy Cities, 2017.

¹¹ Cordis, Driving Investment in Energy Efficiency through Energy Savings Insurance in Europe.

¹² Caramizaru et Uihlein, 2020.

¹³ Commission européenne, 2016.

¹⁴ Som Energia, 2021.

¹⁵ Radnall, 2020.

Source : Travail personnel.

9.4 Mécanismes non financiers qui catalysent l'investissement climatique

Les villes ont à leur disposition d'autres mécanismes qui ne financent pas nécessairement un projet, mais qui contribuent à catalyser l'investissement en ayant un effet démonstratif, en soutenant la pénétration du marché, en réduisant le risque perçu, en rassemblant les parties prenantes et en motivant un changement de comportement dans la demande de services, de produits et d'infrastructures. Ces mécanismes sont une combinaison de réglementation et de forces du marché, créant une série de mesures incitatives et dissuasives associées au fonctionnement de la ville.

- Les **guichets uniques** ont été utilisés dans l'environnement bâti pour soutenir la vague de rénovation nécessaire, notamment lorsque COVID19 a montré à quel point la qualité de vie à l'intérieur des bâtiments peut être importante, mais aussi d'autres chocs externes tels que les vagues de chaleur ou les inondations. Un guichet unique facilite l'accès au financement en combinant les ressources publiques et privées, y compris l'utilisation d'obligations climatiques³⁷ pour la rénovation d'appartements, ainsi que pour la modernisation de bâtiments et de quartiers entiers. Les guichets uniques peuvent être utilisés dans des bâtiments publics, commerciaux et résidentiels qui combinent des ressources techniques, réglementaires et financières, grâce à des mécanismes qui facilitent l'accès aux informations sur les améliorations potentielles, le retour sur investissement, le besoin de financement externe ainsi que la participation des investisseurs (BozaKiss et al., 2021). Un guichet unique peut être mis en place par la ville dans le bureau du logement ou de l'aménagement du territoire, en standardisant les contrats de rénovation ou d'amélioration, en tenant un registre des fournisseurs de technologies ou de services, et en assurant la liaison avec les banques et les investisseurs potentiels.
- Le **marché de l'immobilier** est très sensible aux informations qui influencent les prix des biens. Les systèmes normalisés d'étiquetage de l'efficacité énergétique et de l'efficacité de l'eau réduisent les asymétries d'information, en indiquant le classement d'un bien immobilier en termes de durabilité, ce qui crée de la valeur à long terme pour le marché immobilier, comme le montrent les exemples suivants

³⁷ Voir Climate Bonds Initiative, 2021, pour une liste des villes où cette certification est disponible.

ainsi que les taxes locales. Alors que la législation en vertu de la directive sur la performance énergétique des bâtiments (directive (UE) 2018/844) fournit des orientations sur la façon de déclarer cela, les villes peuvent exiger que les transactions immobilières intègrent des certificats d'efficacité énergétique en tant qu'approche standardisée pour comprendre la performance environnementale d'une propriété, avec la valeur ajoutée de disposer d'informations sur les coûts opérationnels associés aux bâtiments inefficaces. La première étape des programmes d'étiquetage consiste à réaliser des audits énergétiques pour aider à concrétiser les possibilités d'économies d'argent et d'énergie. Les audits énergétiques ont été subventionnés pour les ménages et l'industrie (en particulier en Europe de l'Est), ce qui a entraîné des investissements plus importants pour une mise en œuvre progressive (Kalantzis & Revoltella, 2019).

- L'action climatique doit également être intégrée dans l'**achat de biens et de services**. Qu'il s'agisse de l'électricité, de la flotte de transport locale ou du papier d'imprimante, les villes peuvent améliorer le processus d'achat pour le rendre conforme aux engagements de neutralité climatique, en créant des incitations le long des chaînes de valeur locales. Les marchés publics neutres sur le plan climatique requièrent une empreinte carbone pour les contractants, qui est largement disponible sur le marché ou peut être récupérée à l'aide de calculateurs de carbone accessibles au public. Les achats écologiques en Europe sont un instrument volontaire, cependant, la directive 2014/24/UE fournit des orientations sur la façon d'acheter des biens ou des services, qui ne sont pas actuellement disponibles sur le marché, permettant la recherche et le développement (R&D), le pilotage et l'achat ultérieur d'un nouveau produit, service ou travail. Pour ce faire, on établit un partenariat structuré ou on effectue des consultations de marché auprès des fournisseurs afin d'obtenir des conseils.³⁸ Les villes ont à leur disposition une boîte à outils sur les achats écologiques élaborée par la Commission européenne, comprenant des études de cas, des conseils et un service d'assistance (Commission européenne, 2019). Si la modification du marché des biens et des services est un processus de longue haleine, l'approvisionnement en neutralité climatique consiste avant tout à envoyer des signaux aux entrepreneurs et aux prestataires de services indiquant qu'une ville opère une transition progressive vers un modèle de consommation plus durable.
- Le **transport** est l'un des secteurs les plus difficiles en matière de réduction des émissions de carbone, en raison d'une demande croissante de services de mobilité malgré les innovations technologiques. Le secteur des transports est également relativement facile à suivre, car les véhicules peuvent être contrôlés pour leur consommation d'énergie, qui peut être taxée. En outre, lorsqu'un nouveau service ou une nouvelle infrastructure de mobilité est mis en place, la valeur des propriétés a tendance à augmenter, ce qui appelle des mécanismes de capture de la valeur, augmentant l'assiette de l'impôt foncier. Le financement de la neutralité climatique dans ce secteur nécessite un système qui transfère l'argent des ressources collectées dans les parcs de stationnement et les parkings de rue, ainsi que les zones à émission zéro vers l'utilisation de véhicules électriques, de transports en commun intégrés et de mobilité partagée, en tant qu'éléments constitutifs d'une mobilité à faible émission de carbone dans la ville (Alonso Raposo et al., 2019).

Encadré 21. Capture de la valeur des terres au Danemark.
 Des ressources financières et techniques sont disponibles pour donner le coup d'envoi de l'intégration des paiements d'investissement dans le cadre de la mission en reliant les produits, instruments et mécanismes financiers aux créateurs. Cette nécessité a été prise en compte par les villes de la mission. Des conseils techniques sont également disponibles auprès de la Commission européenne et de divers partenariats de développement, le groupe de la Banque européenne d'investissement, par exemple, a élaboré des mécanismes de préparation d'offres et de succès de financement, notamment Horizon Europe de l'UE, ELIAS, ELNA, CIVITAS, Smart Cities Marketplace, ET Climate KICs, Intelias et Cities Challenge. European City Facility, ID Urban Europe, Positive Energy Districts, Green Cities et programmes et logements en série. Ces partenariats ont également la mission en tant que cadre général pour relever les défis financiers, réglementaires et techniques liés à l'accès au financement nécessaire à la mise en œuvre de la mission climatique, par exemple, en matière de questions de leadership, de planification et de gouvernance (Alonso Raposo et al., 2019). La qualité de vie des citoyens, créer des emplois, encourager l'innovation et mobiliser les investissements.

³⁸ Articles 31, 40 de la directive 2014/24/UE du Parlement européen et du Conseil du 26 février 2014 sur les marchés publics.

10 Résumé - Rejoignez la mission visant à atteindre la neutralité climatique d'ici à 2030.

Le passage à la neutralité climatique représente une occasion unique de blinder les villes contre le changement climatique et de prévenir des coûts futurs plus élevés. Si l'engagement est important, l'innovation, la création d'emplois, l'amélioration de l'environnement pour les investissements et l'esprit d'entreprise ne sont que quelques-uns des avantages d'une action précoce. L'accélération de la transition vers la neutralité climatique active des synergies et des mécanismes d'autonomisation dont les effets sont rarement cloisonnés, mais dépassent très souvent les frontières sectorielles. Cela minimise le risque de compromis, d'effets de débordement et d'actions contre-productives lorsque le processus de transformation se déplace dans différents secteurs vers la même direction.

Par exemple, en soutenant des quartiers bien connectés, les pionniers bénéficieront de périphéries plus actives et plus saines ainsi que d'une réduction des temps de trajet domicile-travail. En encourageant les solutions éco-énergétiques et la re-naturalisation des espaces urbains, les entreprises pionnières préserveront la prospérité sociale et la santé des citoyens. En outre, en rationalisant leurs procédures administratives, les pionniers accroîtront leur visibilité et leur leadership et développeront leurs compétences et leurs aptitudes. Une transition rapide vers la neutralité climatique nécessite également l'implication des citoyens dans leurs différents rôles d'agents politiques, d'utilisateurs, de producteurs, de consommateurs et de visiteurs. À ce titre, les citoyens ont un impact considérable sur l'environnement et le climat, et ils peuvent jouer un rôle actif dans la transition vers la neutralité climatique en tant que co-concepteurs, co-créateurs, co-exécutants et co-bénéficiaires.

En effet, les co-bénéfices d'une action précoce en faveur de la neutralité climatique comprennent, entre autres, le renforcement de l'attractivité, l'essor des entreprises locales, l'amélioration de la préparation technologique, la réduction des coûts d'entretien futurs, l'augmentation de la valeur des biens immobiliers, l'amélioration de la qualité de l'air et de la santé, l'amélioration de la gestion de l'utilisation des sols, l'augmentation de la biodiversité, le renforcement de la stabilité de l'infrastructure urbaine, des transports publics plus sûrs et plus accessibles, l'amélioration de la participation, de l'interaction et de la sensibilisation des citoyens, des modes de vie plus sains et plus actifs, une meilleure éducation, plus de cohésion sociale et moins de pauvreté.

La mission "Villes" représente une opportunité majeure pour la Commission européenne, les États membres, les autorités régionales et locales, le secteur privé et les citoyens de forger un partenariat nouveau et innovant, d'exploiter pleinement leur potentiel et de mener le monde dans la transition nécessaire. Les maires sont donc encouragés à s'engager dès maintenant dans des actions holistiques, créatives et audacieuses, afin d'être des précurseurs très visibles, d'assurer une gouvernance à l'épreuve du futur et d'ouvrir la voie aux autres villes.

Références

100% Renouvelable Énergie Atlas, *Wolfhagen, Allemagne*, 30 janvier 2019. <https://www.100-percent.org/wolfhagen-germany>

A4Cities, *Qu'est-ce que l'outil d'achat pré-commercial (PCP) ?*, sans date. <https://ai4cities.eu/the-pcp/the-pcp-processus>

Abdullah, H., *Towards a European Green Deal with Cities. La dimension urbaine de la stratégie de croissance durable de l'UE*, Centre des affaires internationales de Barcelone, 2021.

Conseil municipal d'Aberdeen, *Powering Aberdeen : Aberdeen's Sustainable Energy Action Plan*, 2016. <https://www.aberdeencity.gov.uk/sites/default/files/2017-09/Powering%20Aberdeen.pdf>

Alberti, V., Alonso Raposo, M., Attardo, C., Auteri, D., Ribeiro Barranco, R., Batista E Silva, F., Benczur, P., Bertoldi, P., Bono, F., Bussolari, I., Louro Caldeira, S., Carlsson, J., Christidis, P., Christodoulou, A., Ciuffo, B., Corrado, S., Fioretti, C., Galassi, M., Galbusera, L., Gawlik, B., Giusti, F., Gomez Prieto, J., Grosso, M., Martinho Guimaraes Pires Pereira, A., Jacobs, C., Kavalov, B., Kompil, M., Kucas, A., Kona, A., Lavallo, C., Leip, A., Lyons, L., Manca, A., Melchiorri, M., Monforti-Ferrario, F., Montalto, V., Mortara, B., Natale, F., Panella, F., Pasi, G., Perpiña Castillo, C., Pertoldi, M., Pisoni, E., Roque Mendes Polvora, A., Rainoldi, A., Rembges, D., Rissola, G., Sala, S., Schade, S., Serra, N., Spirito, L., Tsakalidis, A., Schiavina, M., Tintori, G., Vaccari, L., Vandyck, T., Vanham, D., Van Heerden, S., Van Noordt, C., Vespe, M., Vettors, N., Vilahur Chiaraviglio, N., Vizcaino, M., Von Estorff, U. et Zulian, G., *The Future of Cities*, Vandecasteele, I., Baranzelli, C., Siragusa, A. et Aurambout, J. éditeur(s), EUR 29752 FR, Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, 2019, ISBN 978-92-76-03848-1, doi:10.2760/364135, JRC116711.

Alonso Raposo, M., Ciuffo, B., Alves Dias, P., Ardente, F., Aurambout, J., Baldini, G., Baranzelli, C., Blagoeva, D., Bobba, S., Braun, R., Cassio, L., Chawdhry, P., Christidis, P., Christodoulou, A., Corrado, S., Duboz, A., Duch Brown, N., Felici, S., Fernandez Macias, E., Ferragut Martinez Vara De Rey, J., Fulli, G., Galassi, M., Georgakaki, A., Gkoumas, K., Grosso, M., Gomez Vilchez, J., Hajdu, M., Iglesias Portela, M., Julea, A., Krause, J., Kriston, A., Lavallo, C., Lonza, L., Rocha Pinto Lucas, A., Makridis, M., Marinopoulos, A., Marmier, A., Marques Dos Santos, F., Martens, B., Mattas, K., Mathieux, F., Menzel, G., Minarini, F., Mondello, S., Moretto, P., Mortara, B., Navajas Cawood, E., Paffumi, E., Pasimeni, F., Pavel, C., Pekar, F., Pisoni, E., Raileanu, I., Sala, S., Saveyn, B., Scholz, H., Serra, N., Tamba, M., Thiel, C., Trentadue, G., Tecchio, P., Tsakalidis, A., Uihlein, A., Van Balen, M. et Vandecasteele, I., *The future of road transport*, EUR 29748 FR, Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, 2019, ISBN 978-92-76-14318-5, doi:10.2760/668964, JRC116644.

Arnkil, R., Järvensivu, A., Koski, P., & Piirainen, T., *Facilite l'échange d'idées et de technologies entre le monde universitaire, les utilisateurs finaux, les politiques et l'industrie. Exploration de la quadruple hélice. Rapport de recherche sur la quadruple hélice pour le projet CLIQ. Tampere*, 2010.

Andreanidou, K., Bertoldi, P., Dallemand, J., Follador, M., Glancy, R., Hernandez Gonzalez, Y., Iancu, A., Kilkis, S., Kona, A., Labanca, N., Lah, O., Marinho Ferreira Barbosa, P., Melica, G., Monni, S., Muntean, M., Palermo, V., Ribeiro Serrenho, T., Rivas Calvete, S., Zancanella, P. et Zangheri, P., *Guide 'Comment développer un plan d'action pour l'énergie durable et le climat (SECAP)'*, Bertoldi, P. éditeur(s), EUR 29412 FR, Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, 2018, ISBN 978-92-79-96847-1, doi:10.2760/223399, JRC112986.

Appleton, J., *CITIZENS PERSPECTIVES ON DATA PRIVACY IN SMART CITIES*, Bee Smart City, 02 novembre 2020, consulté en ligne le 20 septembre 2021. <https://hub.beesmart.city/en/strategy/citizens-perspective-on-data-privacy-in-smart-cities>

Baccarne, B., Schuurman, D., Mechant P., De Marez, L., *The role of urban living labs in a smart city*, 2014. <https://biblio.ugent.be/publication/5646684>

Baldoni, E., Coderoni, S., Di Giuseppe, E., D'Orazio, M., Esposti, R. et Maracchini, G., 'A Software Tool for a Stochastic Life Cycle Assessment and Costing of Buildings' Energy Efficiency Measures', *Sustainability*, Vol. 13, Issue 14, 2021, p. 7975.

Barca, F., *An Agenda for a reformed Cohesion Policy. A place-based approach to meet European Union challenges and expectations*, Rapport indépendant à la Commission européenne, Direction générale de la politique régionale et de la politique de cohésion. urbaine urbaine, Bruxelles, 2009. Disponible à l'adresse suivante : à l'adresse : https://ec.europa.eu/regional_policy/archive/policy/future/pdf/report_barca_v0306.pdf

Barrows, A., Natalie D., Hayes, J., Rosenberg, R., 'Behavioral design teams : a model for integrating behavioral design in city government', *Ideas*42, 2018.

- Bergen Kommune, *Mobilpunkter*, 30 janvier 2020. <https://www.bergen.kommune.no/hvaskjer/tema/vi-bygger-bergen/veier-byrom-og-parker/gronn-mobilitet/mobilpunkter>
- Berglund-Snodgrass, L., Mukhtar-Landgren, D., 'Conceptualizing Testbed Planning : Urban Planning in the Intersection between Experimental and Public Sector Logics', *Urban Planning*, Vol. 5, 2020.
- Bertoldi, P., Economidou, M., Palermo, V., Boza-Kiss, B., Todeschi, V., 'How to finance energy renovation of residential buildings : Review of current and emerging financing instruments in the EU', *WIREs Energy and Environment*, 2021, Vol. 10. <https://doi.org/10.1002/wene.384>.
- Bertoldi, P., Boza-Kiss, B. et Toleikyte, A., *Energy Service Market in the EU*, EUR 29979 FR, Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, 2019, ISBN 978-92-76-13093-2, doi:10.2760/768, JRC118815.
- Beuth, *DIN SPEC 91357:2017-12*, Beuth Verlag GmbH, 2017. <https://dx.doi.org/10.31030/2780217>
- Birmingham Policy Commission on Future Urban Living, *FUTURE URBAN LIVING : A policy commission investigating the most appropriate means for accommodating changing populations and their needs in the cities of the future*, Université de Birmingham, 2014.
- Bódís, K., Kougias, I., Jäger-Waldau, A., Taylor, N., Szabó, S., 'A high-resolution geospatial assessment of the rooftop solar photovoltaic potential in the European Union', *Renew. Sustain. Energy Rev.*, Vol. 114, 2019.
- Borsboom, J., Gindroz, B., Costa, S., Georgiev, G., *Smart City Guidance Package*, EIP-SCC, 2019. https://www.researchgate.net/publication/343615678_Smart_City_Guidance_Package
- Boza-Kiss, B., Bertoldi, P., Della Valle, N. et Economidou, M., *One-stop shops for residential building energy renovation in the EU*, EUR 30762 FR, Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, 2021, ISBN 978-92-76-40100-1, doi:10.2760/245015, JRC125380.
- Brandt, T., van Oosterhout, M., Sheombar, H., *Digitally managed cities of the future - how close are we ?*, 17 avril 2020, Rotterdam School of Management Erasmus University. <https://discovery.rsm.nl/articles/436-digitally-managed-cities-of-the-future-how-close-are-we>.
- Breil, M.(1), Clare Downing (2), Aleksandra Kazmierczak (3), Kirsi Mäkinen (4), Linda Romanovska (5), Social vulnerability to climate change in European cities - state of play in policy and practice, Eionet Portal, 2018. https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-cca/products/etc-cca-reports/tp_1-2018.
- C40 et NYC Mayor's Office of Sustainability, *Defining Carbon Neutrality for Cities & Managing Residual Emissions. Cities' perspective & guidance*, C40, 2019. <https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Defining-carbon-neutrality-for-cities-and-managing-residual-emissions-Cities-perspective-and-guidance>
- C40 Cities Climate Leadership Group, Inc, *Why Cities*, sans date. https://www.c40.org/whv_cities Calthorpe, P., *The next American metropolis*, Princeton Architectural Press, New York, 1993.
- Caramizaru, E. et Uihlein, A., *Energy communities : an overview of energy and social innovation*, EUR 30083 FR, Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-10713-2, doi:10.2760/180576, JRC119433.
- Carneiro Freire, S., Corban, C., Ehrlich, D., Florczyk, A., Kemper, T., Melchiorri, M., Pesaresi, M. et Schiavina, M., *Atlas de la planète humaine 2018*, EUR 29497 FR, Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, 2018, ISBN 978-92-79-98185-2, doi:10.2760/124503, JRC114316.
- Carlsson, J., *Chauffage et refroidissement solaire thermique : Technology Market report*, EUR 29925 FR, Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, 2019, ISBN 978-92-76-12572-3, doi:10.2760/90387, JRC118312.
- Chesbrough, H., *Open innovation : "Combiner les idées internes et externes ainsi que les voies internes et externes vers le marché pour faire progresser le développement de nouvelles technologies"*, 2003.
- Chesbrough, H., Bogers, M., "Explicating open innovation : Clarifier un paradigme émergent pour comprendre l'innovation", *New Frontiers in Open Innovation*, Oxford : Oxford University Press, 2014, pages 3-28.
- Circle Economy U.A., *Voulez-vous rendre votre ville plus circulaire ?*, sans date. <https://www.circle-economy.com/programmes/cities/services#.XeDnTW5FvUk>
- Circular City Funding Guide, *Circular city initiatives and resources*, sans date. <https://www.circularcityfundingguide.eu/circular-city-initiatives-and-resources/>

Cities Climate Finance Leadership Alliance, *Leveraging National Development Banks to Enhance Financing for Climate-Smart Urban Infrastructure*, 03 Mars 2021. <https://www.citiesclimatefinance.org/2021/03/leveraging-national-development-banks-to-enhance-financing-for-climate-smart-urban-infrastructure/>

CITIXL, About, sans date. <http://www.citixl.com/about/>

CITIXL, Responsible Sensing Toolkit, sans date. http://www.citixl.com/responsible_sensing_toolkit/

Ville d'Helsinki, *Le plan d'action Helsinki 2035 neutre en carbone*, Publications de l'administration centrale, Helsinki, 2018.

https://www.hel.fi/static/liitteet/kaupunkivparisto/julkaisut/julkaisut/HNH-2035/Carbon_neutral_Helsinki_Action_Plan_1503019_FR.pdf

Climate Bonds Initiative, *Buildings*, sans date. <https://www.climatebonds.net/standard/buildings>

Climate Bonds Initiative, *Certified Bonds*, pas de date. https://www.climatebonds.net/certification/certified-bonds?field_certgb_sector_criteria_value_op=contains&field_certgb_sector_criteria_value=buildings&field_certificate_country_value_op=contains&field_certgb_country_value&field_certgb_issuer_value_op=contains&field_certgb_issuer_value&field_certgb_verifier_approved_value_op=contains&field_certgb_verifier_approved_value

Climate Bonds Initiative, *New Climate Bonds Certification criteria released for Buildings in European Cities*, 17 février 2021. <https://www.climatebonds.net/resources/press-releases/2021/02/new-climate-bonds-certification-criteria-released-buildings>

Connolly, D., Lund, H., Mathiesen, B.V., Werner, S., Möller, B., Persson, U., Boermans, T., Trier, D. Østergaard, P.A., Nielsen, S., 'Heat Roadmap Europe : Combiner le chauffage urbain avec les économies de chaleur pour décarboniser le système énergétique de l'UE', *Energy Policy*, Vol. 65, 2014, pp. 475-489. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.10.035>.

Cordis, *Retrofit des bâtiments historiques avec isolation thermique interne : Lignes directrices sur l'éligibilité des bâtiments*, 28 décembre 2020. <https://cordis.europa.eu/article/id/428704-building-eligibility>

Cordis, *Driving Investment in Energy Efficiency through Energy Savings Insurance in Europe*, sans date. <https://cordis.europa.eu/project/id/785061>

Convention des maires, *Nouvelles ambitions - Les maires européens agissent ensemble pour une Europe plus juste et climatiquement neutre*, 27 avril 2021. <https://www.covenantofmayors.eu/news-and-events/news/1856-european-mayors-take-joint-action-for-a-fairer,-climate-neutral-europe.html>

Convention des maires d'Europe, *Neumarkt in der Oberpfalz - Key Actions*, 11 décembre 2008. https://www.covenantofmayors.eu/about/covenant-community/signatories/key-actions.html?scity_id=11615
Dernière mise à jour : 11 décembre 2018.

Curley, M., Salmelin, B., Open Innovation 2.0 : A New Paradigm, Intel Labs Europe, Commission européenne, OISPG, eu2013.ie, 2014. <https://ec.europa.eu/futurium/en/content/open-innovation-2o-new-paradigm.html>

Defaix, P. R., van Sark, W.G.J. H.M., Worrell, E., de Visser, E., 'Technical potential for photovoltaics on buildings in the EU-27', *Sol. Energy*, Vol. 86, 2012, pp. 2644-2653.

Degraeuwe, B., Pisoni, E., Peduzzi, E., De Meij, A., Monforti-Ferrario, F., Bodis, K., Mascherpa, A., Astorga-Llorens, M., Thunis, P. et Vignati, E., *Urban NO2 Atlas*, EUR 29943 FR, Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, 2019, ISBN 978-92-76-10386-8, doi:10.2760/43523, JRC118193.

Della Valle, N., Gantioler, S., Tomasi, S., 'Can Behaviorally Informed Urban Living Labs Foster The Energy Transition In Cities?', *Frontiers in Sustainable Cities*, Vol. 3, 2021.

Della Valle, N., Bertoldi, P., *Mobilizing citizens to invest in energy efficiency*, EUR 30675 FR, Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, 2021, ISBN 978-92-76-36152-7 (en ligne), doi:10.2760/137315 (en ligne), JRC124667.

Della Valle, N. et Sareen, S., 'Nudging and boosting for equity Towards a behavioural economics of energy justice', *Energy Research and Social Science*, ISSN 2214-6296, Vol. 68, 2020, p. 101589, JRC125190.

Deloitte, *Le défi du paiement des projets de villes intelligentes*, 2018.

Dembski, F., Wössner, U., Letzgus, M., Ruddat, M., Yamu, C., "Urban Digital Twins for Smart Cities and Citizens : The Case Study of Herrenberg, Germany", *Sustainability*, 2020, Volume 12, Issue 6.

DG COMM (Commission européenne), *Plan d'action pour l'économie circulaire - Pour une Europe plus propre et plus compétitive*, Commission européenne, 2020. <https://op.europa.eu/fr/publication-detail/-/publication/45cc30f6-cd57-11ea- adf7-01aa75ed71a1>

Directive (UE) 2019/944 du Parlement européen et du Conseil.

Directive (UE) 2018/2001 du Parlement européen et du Conseil du 11 décembre 2018 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE).

Directive (UE) 2018/844 du Parlement européen et du Conseil du 30 mai 2018 modifiant la directive 2010/31/UE sur la performance énergétique des bâtiments et la directive 2012/27/UE sur l'efficacité énergétique (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE).

Directive (UE) 2014/24 du Parlement européen et du Conseil du 26 février 2014 relative aux marchés publics et abrogeant la directive 2004/18/CE (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE).

Directive 2010/31 du Parlement européen et du Conseil du 19 mai 2010 sur la performance énergétique des bâtiments (refonte). Journal officiel de l'Union européenne. L 153/13, 18.6.2010

Directive (CE) 2009/28 du Parlement européen et du Conseil du 23 avril 2009 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables et modifiant puis abrogeant les directives 2001/77/CE et 2003/30/CE (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE).

Directive (CE) 2008/98 du Parlement européen et du Conseil du 19 novembre 2008 relative aux déchets et abrogeant certaines directives (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32008L0098>

Dumitrascu, A., *Solutions numériques pour l'atténuation du changement climatique et l'adaptation des villes et des communautés*, 2 juillet 2021, Université CONNECT. <https://futurium.ec.europa.eu/en/connect-university/videos/digital-solutions-climate-change-mitigation-and-adaptation-cities-and-communities?language=fr>. Dernière mise à jour : 02 juillet 2021.

Economidou, M., Atanasiu, B., Staniaszek, D., Maio, J., Nolte, I., Rapf, O., Laustsen, J., Ruyssevelt, P., Strong, D., Zinetti, S., *Europe's buildings under the microscope. Un examen pays par pays de la performance énergétique des bâtiments*, Buildings Performance Institute Europe, 2011.

Ecorys, *Indicators for circular economy (CE) transition in cities - Issues and mapping paper (Version 4)*, Commission européenne, 2019. https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/urban_agenda_partnership_on_circular_economy_indicators_for_ce_transition_issuapaper_0.pdf.

Ekholm, B., Rockström, J., *La technologie numérique peut réduire les émissions mondiales de 15 %. Voici comment*, 15 janvier 2019, Forum économique mondial. <https://www.weforum.org/agenda/2019/01/why-digitalization-is-the-key-to-exponential-climate-action>.

El Gammal, A., Mueller, D., Buerkstuemmer, H., Vignal, R., Macé, P., " Technical Evaluation of BIPV Power Generation Potential in EU-28 ", Actes de la 32e conférence et exposition européenne sur l'énergie solaire photovoltaïque, Munich, Allemagne, 21-26 juin 2016.

Energy Cities, *Rénovation énergétique des bâtiments résidentiels grâce aux prêts bonifiés et au financement par des tiers*, 2017. <http://energy-cities.eu/best-practice/energy-renovation-of-residential-buildings-through-soft-loans-and-third-party-financing/>

ENoLL, *What are Living Labs*, s.d. <https://enoll.org/about-us>. Consulté le 29 septembre 2021.

Eriksson, P., Hermann, C., Hrabovszky-Horváth, S. et Rodwell, D., 'EFFESUS methodology for assessing the impacts of energy-related retrofit measures on heritage significance', *The Historic Environment : Policy & Practice*, vol. 5, numéro 2, 2014, p.132-149.

EURE, *Pour une qualité de vie meilleure et durable dans les villes européennes - Catalogue des politiques, actions, bonnes pratiques et recommandations*, Interreg, 2021. http://www.interregeurope.eu/fileadmin/user_upload/tx_tevprojects/librarv/file_1614245453.pdf

Commission européenne, *A European Green Deal*, 2021a, https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_fr. Dernière modification : juillet 2021

Commission européenne, *Loi européenne sur le climat*, 2021b, https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action/law_en. Dernière modification : juillet 2021 (au moins)

Commission européenne, COM(2021) 557 final. Proposition de modification de la directive sur les énergies renouvelables pour mettre en œuvre l'ambition du nouvel objectif climatique de 2030, 2021c. Disponible à l'adresse : https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/amendment-renewable-energy-directive-2030-climate-target-with-annexes_fr.pdf

Commission européenne, SWD/2021/140 final. Document de travail des services de la Commission - Solutions numériques pour une pollution zéro accompagnant le document Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des régions - Vers une planète saine pour tous - Plan d'action de l'UE : "Vers une pollution zéro de l'air, de l'eau et du sol", 2021d. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=SWD:2021:140:FIN>

Commission européenne, *Proposition de cadre d'interopérabilité européen pour les villes et communautés intelligentes (EIF4SCC)*, 27 juillet 2021e. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/fr/news/proposal-european-interoperability-framework-smart-cities-and-communities-eif4scc>

Commission européenne, C(2021) 4320 final. AVIS DE LA COMMISSION Orientations sur les marchés publics de l'innovation, 2021f. <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/45975>

Commission européenne, *Une nouvelle étape vers la mise en place de l'initiative urbaine européenne soutenue par le FEDER*, 10 mai 2021g. https://ec.europa.eu/regional_policy/en/newsroom/news/2021/05-10-2021-a-new-step-towards-setting-up-of-the-european-urban-initiative-supported-by-erdf

Commission européenne, COM(2021) 350 final. COMMUNICATION DE LA COMMISSION AU PARLEMENT EUROPÉEN, AU CONSEIL, AU COMITÉ ÉCONOMIQUE ET SOCIAL EUROPÉEN ET AU COMITÉ DE L'UNION EUROPÉENNE

REGIONS Mise à jour de la nouvelle stratégie industrielle 2020 : Construire un marché unique plus fort pour la relance de l'Europe, 2021h. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52021DC0350>

Commission européenne, COM(2020) 789 final. COMMUNICATION DE LA COMMISSION AU PARLEMENT EUROPÉEN, AU CONSEIL, AU COMITÉ ÉCONOMIQUE ET SOCIAL EUROPÉEN ET AU COMITÉ DE L'UNION EUROPÉENNE

REGIONS Stratégie pour la mobilité durable et intelligente - mettre le transport européen sur la voie de l'avenir, 2020a. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0789>

Commission européenne, COM(2020) 301 final. Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des régions.

- - A hydrogène d'hydrogène pour a neutralité climatique climatiquement neutre, 2020b. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:52020DC0301>

Commission européenne, COM(2020) 299 final. Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil européen, au Conseil, au Comité économique et social européen et au Comité des régions - Pour une économie climatiquement neutre : Une stratégie de l'UE pour l'intégration des systèmes énergétiques, 2020c. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=COM:2020:299:FIN>

Commission européenne, COM(2020) 102 final. COMMUNICATION DE LA COMMISSION AU PARLEMENT EUROPÉEN, AU CONSEIL EUROPÉEN, AU CONSEIL, AU COMITÉ ÉCONOMIQUE ET SOCIAL EUROPÉEN ET AU COMITÉ DES RÉGIONS.

LE COMITE DES REGIONS Une nouvelle stratégie industrielle pour l'Europe, 2020d. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0102>

Commission européenne, COM(2020) 767 final. Proposition de RÈGLEMENT DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL sur la gouvernance européenne des données (loi sur la gouvernance des données), 2020e. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX%3A52020PC0767>

Commission européenne, Centre commun de recherche, Atlas of the Human Planet 2020 - Open geoinformation for research, policy, and action, EUR 30516, Commission européenne, Luxembourg, 2020f, ISBN 978-92-76-27388-2, doi:10.2760/16432, JRC122364.

Commission européenne, *The European Green Deal - Renovation Wave*, 14 octobre 2021. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/FS_20_1844.

Commission européenne, *La mobilité urbaine durable dans l'UE : Aucune amélioration substantielle n'est possible sans l'engagement des États membres*, 03 juin 2020. <https://ec.europa.eu/irc/communities/en/community/city-science-initiative/document/sustainable-urban-mobility-eu-no-substantial-improvement>

Commission européenne, Océan et hydroélectricité, 21 avril 2020. https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/ocean-and-hydropower_fr dernière mise à

jour : 21 avril 2021

Commission européenne, *Le plan d'investissement européen pour le Green Deal et le mécanisme de transition équitable expliqués*, 14 janvier 2020. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_20_24

Commission européenne, *GPP Training Toolkit*, 2019.

Commission européenne, *Plans nationaux des pays de l'UE pour les bâtiments à énergie quasi nulle*, 12 novembre 2018a. https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-performance-of-buildings/nearly-zero-energy-buildings/eu-countries-nearly-zero-energy-buildings-national-plans-0_fr. Dernière mise à jour : 03 septembre 2021.

Commission européenne, COM(2018) 773 final. Communication de la Commission au Parlement européen, au Conseil européen, au Conseil, au Comité économique et social européen, au Comité des régions et à la Banque européenne d'investissement Une planète propre pour tous Une vision stratégique européenne à long terme pour une économie prospère, moderne, compétitive et climatiquement neutre, 2018b.

Commission européenne, COM(2016) 767 final. Analyse d'impact sur la proposition de directive du Parlement européen et du Conseil modifiant la directive 2009/28/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 avril 2009 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables, 2016. Disponible à l'adresse <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52016SC0419>.

Commission européenne, *Réseaux et compteurs intelligents*, 31 juillet 2014. https://ec.europa.eu/energy/topics/markets-and-consumers/smart-grids-and-meters_fr. Dernière mise à jour : 23 avril 2021.

Commission européenne, *directive sur les énergies renouvelables*, 16 juillet 2014. https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/directive-targets-and-rules/renewable-energy-directive_fr. Dernière mise à jour : 15 septembre 2021.

Commission européenne, SWD(2013) 524 final. DOCUMENT DE TRAVAIL DU PERSONNEL DE LA COMMISSION Un appel à l'action sur la logistique urbaine Accompagnant le document COMMUNICATION DE LA COMMISSION AU PARLEMENT EUROPÉEN, AU CONSEIL, AU COMITÉ ÉCONOMIQUE ET SOCIAL EUROPÉEN ET AU COMITÉ DE L'UNION EUROPÉENNE

REGIONS Ensemble vers une mobilité urbaine compétitive et économe en ressources, 2013. Disponible à l'adresse <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/ffac1877-67ca-11e3-a7e4-01aa75ed71a1>

Commission européenne, COM(2011) 144 final. LIVRE BLANC Feuille de route pour un espace européen unique des transports - Vers un système de transport compétitif et économe en ressources, 2011. Disponible à l'adresse https://ec.europa.eu/transport/themes/european-strategies/white-paper-2011_en

Commission européenne, *Developments and Forecasts on Continuing Urbanisation*, sans date. https://knowledge4policy.ec.europa.eu/foresight/topic/continuing-urbanisation/developments-and-forecasts-on-continuing-urbanisation_fr

Commission européenne, *Horizon Europe funding for PCP and PPI*, 15 juin 2021, [Horizon Europe funding for PCP and PPI | Shaping Europe's digital future \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/horizon-funding/en/pcp-and-ppi),

Commission européenne, *Procurement of ICT innovation*, sans date. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/innovation-procurement>

Commission européenne, *City Science Initiative*, sans date. <https://ec.europa.eu/jrc/communities/en/community/city-science-initiative>

Commission européenne, *Circular cities and regions initiative*, sans date. https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/research-area/environment/circular-economy/circular-cities-and-regions-initiative_fr

Commission européenne, Avis de la Commission - Orientations techniques sur la protection des infrastructures contre le changement climatique au cours de la période 2021-2027, 2021i. <https://op.europa.eu/fr/publication-detail/-/publication/23a24b21-16d0-11ec-b4fe-01aa75ed71a1/>.

Commission européenne, *The Digital Europe Programme*, sans date. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/digital-programme>

Commission européenne, *Transport and the Green Deal*, sans date. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/transport-and-green-deal_fr

Commission européenne, *Clean transport, Urban transport - Clean Vehicles Directive*, sans date. https://ec.europa.eu/transport/themes/urban/clean-vehicles-directive_en

Commission européenne, *Développement urbain* ,
nodate.

https://ec.europa.eu/regional_policy/en/policy/themes/urban-development

Commission européenne, *STRAT-board*, sans date. <https://urban.irc.ec.europa.eu/strat-board>

Commission européenne, *Stratégie d'adaptation de l'UE*, 2021. https://ec.europa.eu/clima/eu-action/adaptation-climate-changement/eu-adaptation-strategy_fr

Commission européenne, *Pacte pour les compétences*, sans date. <https://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=1517&langId=fr>

Commission européenne, *Strategic Environmental Assessment-SEA*, nodate. <https://ec.europa.eu/environment/eia/sea-legalcontext.htm>

Commission européenne, *Integrated Planning, Policy and Regulations*, sans date. <https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/action-clusters-and-initiatives/action-clusters/integrated-planning-policy-and-regulations>

Cour des comptes européenne, *Wind and solar power for electricity generation : significant action needed if EU targetstobemet-SpecialreportNo8*, European Union, 2019. https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR19_08/SR_PHOTOVOLTAIC_FR.pdf

Agence européenne pour l'environnement, *Greenhouse gas emission intensity of electricity generation*, 11 juin 2021. https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/co2-emission-intensity-8/#tab-googlechartid_googlechartid_chart_111_filters=%7B%22rowFilters%22%3A%7B%7D%3B%22columnFilters%22%3A%7B%22pre_config_date%22%3A%5B2019%5D%7D%7D

Agence européenne pour l'environnement, *intensité des émissions de CO2 provenant de la production d'électricité - trajectoire*, 04 juin 2021. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/sds/co2-emission-intensity-from-electricity-4/@@view>. Consulté le 28 septembre 2021.

Européen Environnement de l'environnement, *AEE effet de serre à effet de serre téléspectateur*, 13 avril 2021. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer>

Agence européenne pour l'environnement, *Émissions de gaz à effet de serre dues aux transports en Europe*, 18 décembre 2020. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-greenhouse-gases-7/assessment>. Dernière modification : 22 juillet 2021.

Agence européenne pour l'environnement, *Unequal exposure and unequal impacts : social vulnerability to air pollution, noise and extreme temperatures in Europe*, Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, 2018. <https://www.eea.europa.eu/publications/unequal-exposure-and-unequal-impacts>.

Agence européenne pour l'environnement, *Analyser et gérer la croissance urbaine*, Agence européenne pour l'environnement, Copenhague, 16 février 2011, <https://www.eea.europa.eu/articles/analysing-and-managing-urban-growth>.

Agence européenne pour l'environnement, *Urban adaptation in Europe : how cities and towns respond to climate change*, Agence européenne pour l'environnement, 2020b, disponible à l'adresse <https://www.eea.europa.eu/publications/urban-adaptation-in-europe>.

Banque européenne d'investissement, *La situation des investissements dans les infrastructures locales en Europe : Enquête 2020 de la BEI sur les municipalités*, BEI, 2021a. <https://www.eib.org/en/publications/the-state-of-local-infrastructure-investment-in-europe>

Banque européenne d'investissement, *European firms and climate change 2020/2021 - Evidence from the EIB Investment Survey*, BEI, 2021b. <https://www.eib.org/en/publications/european-firms-and-climate-change-2020-2021>

Banque européenne d'investissement, *Financer le programme d'investissement à long terme d'une ville ou d'une région : Prêts-cadres de la BEI*, Union européenne, 2016. https://www.eib.org/attachments/documents/mooc_factsheet_eib_framework_loans_en.pdf

Eurostat, *Statistiques sur les déchets municipaux*, 2021. Disponible sur : https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Municipal_waste_statistics.

Falk, N., *Applying land value capture tools*, Programme des Nations unies pour les établissements humains (ONU-Habitat), 2020.

Fernández-Braña, A., Feijoo, G., Dias-Ferreira, C., 'Turning waste management into a carbon neutral activity : Practical demonstration in a medium-sized European city', *The Science of the total environment*, Vol. 728, 2020.

Finest Twins, *Tallinn-Helsinki dynamic green information model*, sans date. <http://finesttwins.eu/projects/tallinn-helsinki-dynamic-green-information-model>

Fioretti, C. , Pertoldi, M. , Busti, M. Van Heerden, S. (eds), Handbook of Sustainable Urban Development Strategies, EUR 29990 FR, Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-13673-6, doi:10.2760/32842, JRC118841. Disponible à l'adresse suivante : à l'adresse : <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC118841>.

FIWARE, *Itinéraires cyclables et surveillance de la qualité de l'air avec un engagement réel des citoyens*, 01 octobre 2020, moyen. <https://fiware-foundation.medium.com/cycle-routes-and-air-quality-monitoring-with-real-citizens-engagement-3abc2830088d>

FIWARE, *Smart Irrigation System implemented in Cartagena's city*, 20 avril 2021, Medium. <https://fiware-foundation.medium.com/smart-irrigation-system-implemented-in-cartagenas-city-db49c3067ef0>

Fong, W. K., Doust, M., Marques, A., *Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories - An Accounting and Reporting Standard for Cities*, WRI, C40 and ICLEI, 2014. <https://ghgprotocol.org/greenhouse-gas-protocol-accounting-reporting-standard-cities>

G20 Global Smart Cities Alliance, About the Alliance, sans date. https://globalsmartcitiesalliance.org/?page_id=107 Gaia-X, Home, sans date. <https://www.data-infrastructure.eu>

GCoM, *Note explicative accompagnant le Cadre commun de présentation des rapports de la Convention mondiale des maires*, 2019. <https://www.globalcovenantofmayors.org/wp-content/uploads/2019/08/Data-TWG-Reporting-Framework-GUIDENCE-NOTE-FINAL.pdf>

GCoM, *Recherche et Innovation*, sans date. <https://www.globalcovenantofmayors.org/research-innovation>

Gjorgievski, V. Z., Markovska, N., Abazi, A., et Duić, N., 'The potential of power-to-heat demand response to improve the flexibility of the energy system : An empirical review', *Renew. Sustain. Energy Rev.* , Vol. 138, 2021. doi:10.1016/j.rser. 2020.110489.

Giorgi, A., *Climate Investment Opportunities : Climate-Aligned Bonds & Issuers 2020*, Climate Bonds Initiative, 2021.

Golubchikov, O., *Climate Neutral Cities : Comment rendre les villes moins gourmandes en énergie et en carbone et plus résilientes aux défis climatiques*, Commission économique des Nations unies pour l'Europe, Nations unies, Genève, 2012. Disponible à l'adresse <https://unece.org/housing-and-land-management/publications/climate-neutral-cities-how-make-cities-less-energy-and>

Gonzalez Venegas, F., Petit, M., Perez, Y., 'Active integration of electric vehicles into distribution grids : Barriers and frameworks for flexibility services', *Renew. Sustain. Energy Rev.* , Vol. 145, 2021. doi:10.1016/j.rser. 2021.111060.

GOV.UK, *Green Deal : energy saving for your home*, sans date. <https://www.gov.uk/green-deal-energy-saving-measures>

GPP2020, *reconstruction de l'autoroute A6 à Almere* , 2016. https://gpp2020.eu/fileadmin/files/Tender_Models/GPP_2020_Tender_Model_Reconstruction_A6_Almere_RWS_Avril_2016.pdf

Guimarães Pereira, Â., Völker, T., "Engaging With Citizens", *Science for Policy Handbook*, Elsevier, 2020, pp. 78-95.

Hadfield, P., Oke, C., Verbeek, J., *Regional Research and Innovation for City - Climate Action Global Synthesis Report June 2021* , Melbourne School of Design - The University of Melbourne , 2021. https://www.globalcovenantofmayors.org/wp-content/uploads/2021/06/21-06-CCL-Global-RI-Synthesis-Report_V3.pdf

Heidegger P. (BEE), Nadège Lharaig (BEE), Katy Wiese (BEE), Anke Stock ,(WECF), Rose Heffernan (WECF), *Why the European Green Deal needs ecofeminism - Moving from gender-blind to gender-transformative environmental policies*, EEC and WECF, 2021. <https://eeb.org/library/why-the-european-green-deal-needs-ecofeminism/>

Heilmann, C. , Wozabal, D. , 'How much smart charging is smart ? ', *Appl. Energy*, Vol. 291, 2021. doi : 10.1016/j.apenergy.2021.116813.

ICLEI TAP, *Bankability Checklist*, ICLEI, 2021. <https://tap-potential.org/wp-content/uploads/2021/06/bankability-checklist.pdf>

AIE, *Empowering Cities for a Net Zero Future : Unlocking resilient, smart, sustainable urban energy systems*, 2021. Disponible à l'adresse : <https://www.iea.org/reports/empowering-cities-for-a-net-zero-future>.

Innovate UK, *Energy Catalyst Investment Guide : Investment Readiness*, Innovate UK et UK Aid, 2020. Disponible sur <https://energycatalyst.community/developer/wp-content/uploads/2020/12/Investment-Guide-Investment-Readiness.pdf>.

Interreg Europe, *Rénovation énergétique des bâtiments du patrimoine*, 11 septembre 2020. <https://www.interregeurope.eu/policylearning/news/9664/energy-renovation-of-heritage-buildings>

IoT M2M Conseil, *Sidewalk Labs tire de Toronto Quayside de Toronto*, 13 mai 2020. <https://www.iotm2mcouncil.org/iot-library/news/smart-cities-news/sidewalk-labs-pulls-out-of-toronto-quayside-project>.

GIEC, 2021a : Résumé pour les décideurs. Dans : *Changement climatique 2021 : The Physical Science Basis. Contribution du Groupe de travail I au sixième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, et B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. Sous presse.

GIEC, *P54/WGI-14 - Changes to underlying scientific-technical assessment to ensure consistency with the approved SPM*, 2021b. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Annex_VII.pdf

GIEC (2021c). *Regional Fact Sheet - Urban Areas*, in Sixième rapport d'évaluation Groupe de travail I - The Physical Science Basis. Disponible sur : https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/factsheets/IPCC_AR6_WGI_Regional_Fact_Sheet_Urban_areas.pdf

GIEC, 2018 : Annexe I : Glossaire [Matthews, J.B.R. (ed.)]. In : *Réchauffement global de 1,5°C. Rapport spécial du GIEC sur les incidences d'un réchauffement planétaire de 1,5°C au-dessus des niveaux préindustriels et sur les trajectoires d'émissions mondiales de gaz à effet de serre correspondantes, dans le cadre du renforcement de la réponse mondiale à la menace du changement climatique, du développement durable et des efforts d'éradication de la pauvreté* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. Dans la presse

GIEC (2014). *Changement climatique 2014 : L'atténuation du changement climatique. Contribution du Groupe de travail III au cinquième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* (O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, J. C. Minx, Eds.). Consulté sur le site http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_full.pdf

GIEC, *Changements climatiques 2007 : Groupe de travail III : Atténuation des changements climatiques*, 2007. https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg3/fr/annex1-ensglossary-e-i.html

Ipsos Belgique, *Étude exhaustive des activités de rénovation énergétique des bâtiments et de l'adoption de bâtiments à consommation d'énergie quasi nulle*. sur le site L'UE, European européenne, 2019. <https://op.europa.eu/fr/publication-detail/-/publication/97d6a4ca-5847-11ea-8b81-01aa75ed71a1>

IRENA, *Renewable Power Generation Costs in 2020*, Agence internationale pour les énergies renouvelables, Abu Dhabi, 2021. <https://www.irena.org/publications/2021/Jun/Renewable-Power-Costs-in-2020> Jaeger-Waldau, A., *PV Status Report 2018*, EUR 29463 FR, Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, 2018, ISBN 978-92-79-97465-6, doi:10.2760/826496, JRC113626.

Kalantzis, F., Revoltella, D., *How energy audits promote SMEs' energy efficiency investment*, BEI, 2019.

Kavvadias, K., Jimenez Navarro, J. et Thomassen, G., *Decarbonising the EU heating sector : Integration of the power and heating sector*, EUR 29772 FR, Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, 2019, ISBN 978-92-76-08387-0, doi:10.2760/072688, JRC114758. Kilkis, Ş., 'Transition towards urban system integration and benchmarking of an urban area to accelerate mitigation towards net-zero targets', *Energy*, Vol. 236, 2021. doi:10.1016/j.energy.2021.121394.

Kobashi, T., et al., 'Smart city and ICT infrastructure with vehicle to X applications toward urban decarbonisation', (Eds) Yamagata, Y., Yang, P., *Urban Systems Design*, Elsevier, 2020, Pages 289-333.

Kolbe T.H., Donaubaauer A. (2021) *Semantic 3D City Modeling and BIM*. In : Shi W., Goodchild M.F., Batty M., Kwan MP., Zhang A. (eds) *Urban Informatics. The Urban Book Series*. Springer, Singapour. https://doi.org/10.1007/978-981-15-8983-6_34

Kollmann, R., Neugebauer, G., Kretschmer, F., Truger, B., Kindermann, H., Stoeglehner, G., Ertl, T., Narodoslowsky, M., 'Renewable energy from wastewater - Practical aspects of integrating a wastewater treatment plant into local energy supply concepts', *Journal of Cleaner Production*, Vol. 155, 2017, pp. 119-129.

Kona, A., Bertoldi, P., Kilkis, Ş., 'Covenant of Mayors : Production locale d'énergie, méthodologie, politiques et exemples de bonnes pratiques', *Energies*, Vol. 12, 2019. <https://doi.org/10.3390/en12060985>

Koukoufikis, G, 2021. Social Innovation and the Energy Transition - Towards a Working Definition, Commission européenne, JRC122277. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.19905.58720>

Krishnan, R., Haselhuhn, A., Pearce, J.M., 'Technical solar photovoltaic potential of scaled parking lot canopies : A case study of walmart USA', *Journal on Innovation and Sustainability*, Vol. 8, 2017, pp. 104-125.

Kummitha, R.K.R, " Smart cities and entrepreneurship ", *Technological Forecasting and Social Change*, volume 149, 2019.

Projet pilote, Lyon, sans date. <https://www.leadproject.eu/livinglabs/lyon/>

Living-in.EU, *MIMS Plus : Living-in. EU Technical Specifications*, 2021. <https://living-in.eu/mimsplus>

Living-in.EU, *Declaration*, sans date. <https://living-in.eu/declaration>

Lund, E., Addarii, F., Schmitz, H. , Kokorotsikos, P. et Bush, R., *Public-Private Partnerships for Science and Technology Parks*, Kaymaktchiyski, S. , Fazio, A. et Shamulia, S. editor(s), EUR 30439 FR, Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-25169-9, doi:10.2760/3057, JRC122409.

Lund, H., Werner, S. , Wiltshire, R., Svendsen, S. , Thorsen, J.E., Hvelplund, F., Van Mathiesen, B., '4th Generation District Heating (4GDH) : Integrating smart thermal grids into future sustainable energy systems', *Energy*, Vol. 68, 2014, pp. 11-14. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.02.089>.

Lund, H., Østergaard, P. A., Connolly, D., Mathiesen, B. V., "Smart energy and smart energy systems", *Int. J. Sustain. Energy Plan. Manag.* Vol. 11, 2017, pp. 3-14. doi:10.1016/j.energy.2017.05.123.

Mathiesen, B.V., Lund, H., Connolly, D., Wenzel, H., Ostergaard, P.A., Möller, B., Nielsen, S., Ridjan, I., Karnøe, P., Sperling, K., Hvelplund, F.K., 'Smart Energy Systems for coherent 100% renewable energy and transport solutions', *Appl. Energy*, Vol. 145, 2015, pp. 139-154. doi:10.1016/j.apenergy.2015.01.075 .

McGoldrick, P., *Recovery frontlines*, 02 Augusts 2021, <https://www.eib.org/fr/essays/european-municipality-study>.

Mikkonen, I., Gynther, L., Matschoss, K., Koukoufikis, G., Murauskaite-Bull, I. et Uihlein, A. , Social innovations for the energy transition, EUR 30446 FR, Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, 2020, ISBN 978- 92-76-25283-2 (online), doi:10.2760/555111 (online), JRC122289

Möller, B., S. Werner, "Quantifying the Potential for District Heating and Cooling in EU Member States", 2016.

Möller, B., Wiechers, E., Persson, U., Grundahl, L., Lund, R.S. , Mathiesen, B.V, 'Heat Roadmap Europe : Towards EU-Wide, local heat supply strategies', *Energy*, Vol. 177, 2019, pp. 554-564. doi:10.1016/j.energy.2019.04.098.

Monforti-Ferrario, F., Kona, A., Peduzzi, E., Pernigotti, D. et Pisoni, E., The impact on air quality of energy saving measures in the major cities signatories of the Covenant of Mayors initiative , ENVIRONMENT INTERNATIONAL, ISSN 0160-4120, 118, 2018, p. 222-234, JRC107670.

Moshrefzade, M., Kolbe, T.H., " Smart Data Infrastructure for Smart and Sustainable Cities ", *13e conférence internationale sur les systèmes de conception et d'aide à la décision en architecture et en urbanisme*, Eindhoven, Pays-Bas, 2016. <https://pure.tue.nl/ws/files/28331661/proceedingsDDSS.pdf>.

Neumann, H.-M., Schär, D., Baumgartner, F., 'The potential of photovoltaic carports to cover the energy demand of road passenger transport', *Prog. Photovolt. Res. Appl.* , vol. 20, 2012, p. 639-649.

Nieuwenhuijsen, M.J. , 'Urban and transport planning pathways to carbon neutral, liveable and healthy cities ; A review of the current evidence', *Environment International*, Vol. 140, 2020, 105661, ISSN 0160-4120, <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105661>.

Nordic Smart City Network, Smart mobility, sans date. <https://nscn.eu/Bergen/SmartMobility>

Nordic Smart City Network, Nordic Urban Living Lab projects, sans date. <https://nscn.eu/Citylabs>

OCDE, *Smart Cities and Inclusive Growth Building on the outcomes of the 1st OECD Roundtable on Smart Cities and Inclusive Growth* , OCDE, 2020. https://www.oecd.org/cfe/cities/OECD_Policy_Paper_Smart_Cities_and_Inclusive_Growth.pdf

OCDE, " Infrastructures résilientes au changement climatique ", *Document de politique environnementale de l'OCDE*, n° 14, 2018. https://www.oecd-ilibrary.org/environment/climate-resilient-infrastructure_4fdf9eaf-en.

OCDE, " L'engagement des parties prenantes pour une gouvernance inclusive de l'eau ", *Études de l'OCDE sur l'eau*, OCDE, 2015. <https://www.oecd.org/gov/stakeholder-engagement-for-inclusive-water-governance-9789264231122-fr.htm>.

OCDE, *L'économie circulaire dans les villes et les régions*, sans date. <http://www.oecd.org/cfe/regional-policy/circular-economy-cities.htm>

Open & Agile Smart Cities vzw, Minimal Interoperability Mechanisms - MIMs, sans date. <https://oascities.org/minimal-interoperability-mechanisms/>

Ostrom, E., *Governing the commons*, Cambridge University Press, 2015.

Paardekooper, S., Lund, R.S. , Mathiesen, B. V. , Chang, M.P., Uni R., Grundahl, L., David, A., Dahlbæk, J., Kapetanakis, I.A., Lund, H., Bertelsen, N., Hansen, K., Drysdale, D.W., Persson, U., *Heat Roadmap Europe 4 : Quantifier l'impact des feuilles de route pour le chauffage et le refroidissement à faible émission de carbone*, 2018.

Atlas thermique paneuropéen version 5.1, Universités de Flensburg, Halmstad et Aalborg, 2021.

Partanen, P., Upola, T., 'Helsinki Region Infoshare. 2 years of open public data', Helsinki Region Infoshare, 2013. Disponible à l'adresse : <https://hri.fi/2years>

Peduzzi, E., Baldi, M., Pisoni, E., Kona, A., Bertoldi, P., Monforti, F., 'Impacts of a climate change initiative on air pollutant emissions : Insights from the Covenant of Mayors', *Environment International*, Vol. 145, 2020.

Pellegrin, J., Colnot, L., Delpont, L., *Recherche pour la commission REGI - Intelligence artificielle et développement urbain*, Parlement européen, Département politique des politiques structurelles et de cohésion, Bruxelles, 2021.

Persson, U., Wiechers, E., Möller, B., et Werner, S., 'Heat Roadmap Europe : Heat distribution costs', *Energy*, Vol. 176, 2019, pp. 604-622. doi:10.1016/j.energy.2019.03.189.

Pfeifer, A., Herc, L., Batas Bjelić, I., Duić, N., 'Flexibility index and decreasing the costs in energy systems with high share of renewable energy', *Energy Convers. Manag.* , Vol. 240, 2021. doi:10.1016/j.enconman.2021.114258.

Pipatti, R., Scardal, P., Silva Alves, J.W. , Gao, X., López Cabrera, C., Mareckova, K., Oonk, H., Scheele, E., Sharma, C., Smith, A., Yamada, M., 'Chapter 3 : Solid Waste Disposal', *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Vol. 5, 2006.

Quaranta, E., Dorati, C., et Pistocchi, A. (2021). Avantages pour l'eau, l'énergie et le climat de la végétalisation urbaine dans toute l'Europe selon différents scénarios climatiques. Rapports scientifiques 11, 12163. Disponible à l'adresse : doi:10.1038/s41598-021-88141-7 <https://www.nature.com/articles/s41598-021-88141-7>

Randall, C., *Denmark ups taxes for ICEs and incentives for EVs*, 7 décembre 2020. <https://www.electrive.com/2020/12/07/denmark-raises-taxes-for-ices-and-incentives-for-evs/>

REBus, *Guide for circular procurement REBMs*, sans date. <http://www.rebus.eu.com/implementing-a-rebm/guide-for-circular-procurement-rebms>

Règlement (UE) 2020/852 du Parlement européen et du Conseil du 18 juin 2020 concernant l'établissement d'un cadre pour faciliter l'investissement durable, et modifiant le règlement (UE) 2019/2088, JO L 198 du 22.6.2020, p. 13.

Rockström, J., Gupta, J., Lenton, T. M., Qin, D., Lade, S. J., Abrams, J. F., et al, 'Identifying a Safe and Just Corridor for People and the Planet', *Earth's Future*, Vol. 9, 2021. doi : 10.1029/2020EF001866.

Romualdo-Suzuki, L., Finkelstein, A., *Data as Infrastructure for Smart Cities : Linking Data Platforms to Business Strategies*, Cornell University, 2020. <https://arxiv.org/abs/2005.11414v1>

Sakcharoen, T., Ratanatamskul, C., et Chandrachai, A., Factors affecting technology selection, techno-economic and environmental sustainability assessment of a novel zero-waste system for food waste and wastewater management, *J. Clean. Prod.* Vol. 314, 2021, 128103. Disponible sur : doi : 10.1016/j.jclepro.2021.128103.

Saheb, Y., Ossenbrink, H., *Securing Energy Efficiency to Secure the Energy Union : Comment l'efficacité énergétique répond aux objectifs climatiques et énergétiques de l'UE*. EUR 27450. Luxembourg (Luxembourg) : Office des publications de l'Union européenne ; 2015. JRC97451

Scarlat, N., F. Fahl, *Heat and Power from Biomass Technology Development Report 2020*, EUR 30505 FR,

Centre commun de recherche de la Commission européenne, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-27277-9, doi:10.2760/288605,JRC123162.

Sheombar, H., van Oosterhout, M., Diran, D., Bagheri, S., Larsen, C.P., *Governance, Trust and Smart City Business Models : the Path to Maturity pour urbain données urbaines urbaines*, 2020.

<https://ruggedised.eu/fileadmin/repository/Publications/RUGGEDISED-D6.6-Governance-Trust-SmartCity-business-Models-EUR-FINAL-2020.11.13.pdf>

Share-North, sans date. <https://share-north.eu>.

Share-North, *Bergen - Une ville dédiée aux hubs de mobilité, à la réduction des émissions et à l'apprentissage transnational*, 12 juillet 2019. <https://share-north.eu/2019/07/bergen-a-city-dedicated-to-mobility-hubs-emissions-reduction-and-transnational-learning/>.

Schönwälder, G., 2021. Engager les citoyens pour stimuler la neutralité climatique et une plus grande circularité : opportunités et défis pour la recherche et l'innovation. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 23(2), pp.483-489.

Schucht, S., Colette, A., Rao, S., Holland, M., Schöpp, W., Kolp, P., Klimont, Z., Bessagnet, B., Szopa, S., Vautard, R. et Brignon, J.M., Moving towards ambitious climate policies : Les bénéfices sanitaires monétisés de l'amélioration de la qualité de l'air pourraient compenser les coûts d'atténuation en Europe, *Environmental Science & Policy*, Vol. 50, 2015, pp. 252-269.

Villes en partage, *Rénovation des bâtiments privés - Bâtiments privés et immeubles collectifs*, Villes en partage, 2020.

Siragusa, A., Vizcaino, M.P., Proietti, P. et Lavalle, C., *European Handbook for SDG Voluntary Local Reviews*, EUR 30067 FR, Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76-15403-7, doi:10.2760/670387,JRC118682.

Som Energia, *Som Energia crece en casi 7.000 personas socias y comercializa un 19% más de electricidad que el año anterior*, 19May2021, <https://blog.somenergia.coop/comunicados-prensa/evolucion-de-la-cooperativa/2021/05/ndp-som-energia-crece-en-casi-7-000-personas-socias-y-comercializa-un-19-mas-de-electricidad-que-el-ano-anterior/>

Smiciklas, J., Prokop, G., Stano P., Sang, Z., *Collection Methodology for Key Performance Indicators for Smart Sustainable Cities*, CBD, ECLAC, FAO, ITU, UNDP, UNECA, UNECE, UNESCO, UN Environment, UNEP-FI, UNFCCC, UN-Habitat, L'ONUUDI, UNU-EGOV, ONU-Femmes et OMM, 2017.

<https://unece.org/DAM/hlm/documents/Publications/U4SSC-CollectionMethodologyforKPIfoSSC-2017.pdf>

Spatial Foresight, *Local and Regional Partners contributing to Europe 2020. La gouvernance à plusieurs niveaux à l'appui d'Europe 2020*, Direction générale de la politique régionale et urbaine de la Commission européenne, 2015. Disponible sur : https://ec.europa.eu/regional_policy/en/information/publications/studies/2015/local-and-regional-partners-contributing-to-europe-2020-multi-level-governance-in-support-of-europe-2020.

State of Green (Eds.), *SMART CITIES - Creating liveable, sustainable and prosperous societies*, State of Green, 2020. https://stateofgreen.com/en/uploads/2019/12/SoG_WhitePaper_SmartCity_210x297_V11_WEB.pdf

Stavarakaki, A., Papadopoulou, A., *Guidebook for achieving Carbon Neutrality by 2050*, C-Track 50, 2021.

Szarata, A. et al. (2017). L'impact des restrictions automobiles mises en place en centre-ville sur la qualité de l'espace public. *Transportation Research Procedia*. Volume 27, 2017, Pages 752-759.

Teddle, C., et Yu, F., Mixed methods sampling : A typology with examples. *Journal of Mixed Methods Research*, Vol. 1, 2007, pp. 77-100. doi:0.1177/1558689806292430

Teskey, R., Wertin, T., Bauweraerts, I., Ameye, M., McGuire, M. A. et Steppe, K., 2015. Réponses des espèces d'arbres aux vagues de chaleur et aux événements de chaleur extrême. *Plant, cell & environment*, 38(9), pp.1699-1712.

Thellufsen, J. Z., Lund, H., Sorknæs, P., Østergaard, P. A., Chang, M., Drysdale, D., et al. "Smart energy cities in a 100% renewable energy context", *Renew. Sustain. Energy Rev.* vol. 129, 2020.

Thomassen, G., Kavvadias, K. et Jimenez Navarro, J.P., 'The decarbonisation of the EU heating sector through electrification : A parametric analysis', *ENERGY POLICY*, ISSN 0301-4215, 148, 2021, p. 111929, JRC120530.

Thunis, P., Degraeuwe, B., Peduzzi, E., Pisoni, E., Trombetti, M., Vignati, E., Wilson, J., Belis, C. et Pernigotti, D., *Urban PM2.5 Atlas : Air Quality in European cities*, EUR 28804 FR, Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, 2017, ISBN 978-92-79-73876-0 (online), 978-92-79-73875-3 (print), 978-92-79-75274-2

(ePub), doi:10.2760/336669 (online),10.2760/851626 (print),10.2760/865663 (ePub), JRC108595.

Tollefson, J., *COVID a freiné les émissions de carbone en 2020 - mais pas de beaucoup*, 15 janvier 2021, Nature. <https://www.nature.com/articles/d41586-021-00090-3>

Troi, A., " Comfort and Energy Efficiency in Historic Buildings-the 3ENCULT Experience ", *Energy Efficiency and Comfort of Historic Buildings Second international conference Proceedings*, EECHEB, 2016, p. 10-16.

Tsiropoulous, I., Nijs, W., Taryvdas, D. et Ruiz Castello, P. , Towards net-zero emissions in the EU energy system by 2050, EUR 29981 FR, Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, 2020, ISBN 978-92-76- 13096-3, doi:10.2760/081488, JRC118592.

Ulpiani, G., 'On the linkage between urban heat island and urban pollution island : three-decade literature review towards a conceptual framework'. *Science of the Total Environment*, Vol. 751, 2021.

CCNUCC, *L'accord de Paris*, sans date. [https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris- accord](https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-accord)

Urban Innovative Actions, *Anvers*, sans date. <https://www.uia-initiative.eu/en/uia-cities/antwerp-call2>. Dernière consultation : 27 octobre 2021.

Actions urbaines innovantes, *RUDI - Rennes Urban Data Interface*, sans date. <https://www.uia-initiative.eu/fr/uia-cities/rennes-metropole>. Dernier accès : 27 octobre 2021.

VanderVeen, E.,
IoT Living Lab, 15 Janvier 2016, Amsterdam Smart City.
<https://amsterdamsmartcity.com/updates/project/iot-living-lab>

Vandecasteele I., Baranzelli C., Siragusa A., Aurambout J.P. (Eds.), Alberti V., Alonso Raposo M., Attardo C., Auteri D., Barranco R., Batista e Silva F., Benczur P., Bertoldi P., Bono F., Bussolari I., Caldeira S., Carlsson J., Christidis P., Christodoulou A., Ciuffo B., Corrado S., Fioretti C., Galassi M. C., Galbusera L., Gawlik B., Giusti F., Gomez J., Grosso M., Guimarães Pereira Â., Jacobs-Crisioni C., Kavalov B., Kompil M., Kucas A., Kona A., Lavallo C., Leip A., Lyons L., Manca A.R., Melchiorri M., Monforti-Ferrario F., Montalto V., Mortara B., Natale F., Panella F., Pasi G., Perpiña C., Pertoldi M., Pisoni E., Polvora A., Rainoldi A., Rembges D., Rissola G., Sala S., Schade S., Serra N., Spirito L., Tsakalidis A., Schiavina M., Tintori G., Vaccari L., Vandeyck T., Vanham D., Van Heerden S., Van Noordt C., Vespe

M., Vetter N., Vilahur Chiaraviglio N., Vizcaino P., Von Estorff U., Zulian G., *The Future of Cities - Opportunities, challenges and the way forward*, EUR 29752 FR, Office des publications, Luxembourg, 2019, ISBN 978-92-76- 03847-4, doi:10.2760/375209, JRC116711.

Vonovia SE, programme d'émission de
titres de créance de 30000 000 000 EUR, 2021.
<https://www.climatebonds.net/files/files/Base Prospectus 20210311.pdf>

WBCSD, *Circular Transition Indicators (CTI)* ; sans date. <https://www.wbcsd.org/Programs/Circular-Economy/Factor-10/Resources/Circular-Transition-Indicators>

Wikipedia, *Digital twin*, sans date. https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_twin. Dernier accès : 27 octobre 2021.

Wikipedia, *Quayside, Toronto*, sans date. https://en.wikipedia.org/wiki/Quayside,_Toronto. Dernière consultation : 27 octobre 2021.

Woetzel, J., Remes, J., Boland, B., Lv, K., Sinha, S., Strube, G., Means, J., Law, J., Cadena, A., von der Tann, V., *Smart cities : Digital solutions for a more livable future*, 05 juin 2018, McKinsey Global Institute.

<https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/smart-cities-digital-solutions-for-a-more-livable-future>.

Wong, N. H., Tan, C. L., Kolokotsa, D. D., et Takebayashi, H. (2021). La verdure comme stratégie d'atténuation et d'adaptation à la chaleur urbaine. *Nat. Rev. Earth Environ.* 2, 166-181. Available at : doi:10.1038/s43017-020-00129-5. <https://www.nature.com/articles/s43017-020-00129-5>

Banque mondiale, *Population urbaine (% de la population totale) - Union européenne*, sans date. <https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS?locations=EU> World Forum économique, *Governing Smart Cities : Policy Benchmarks for Ethical and Responsible Smart City Development*, WEF, 2021.

<https://www.weforum.org/whitepapers/governing-smart-cities-policy-benchmarks-for-ethical-and-responsible-développement-d'une-ville-intelligente>

Zangheri, P. et al, Progress of the Member States in implementing the Energy Performance of Building Directive, Office des publications de l'Union européenne, Luxembourg, 2021, EUR 30469 FR, ISBN 978-92-76-25200-9, doi:10.2760/914310, JRC122347.

Liste des abréviations et des définitions

AFOLU	Agriculture, sylviculture et autres utilisations des terres
BRT	Transport rapide par bus
CCC	Contrat ville climatique
PAEC	Plan d'action pour l'économie circulaire
CO2e	Équivalent dioxyde de carbone
CdM	Convention des maires
COP	Conférence de Paris
DAC	Captage direct de l'air
EED	Directive sur l'efficacité énergétique
EGD	Green Deal européen
EPC	Contrat de performance énergétique
EPDB	Directive sur la performance énergétique des bâtiments
ESA	Contrat de service énergétique
ESCO	Entreprise de services énergétiques
SCEQE DE L'UE	Système d'échange de quotas d'émission de l'UE
EV	Véhicule électrique
FUA	Zones urbaines fonctionnelles
GCoM	Convention mondiale des maires
GES	Gaz à effet de serre
GPC	Protocole mondial pour les inventaires des émissions de gaz à effet de serre à l'échelle communautaire
HAWT	Éoliennes à axe horizontal
HE	Horizon Europe
IPPU	Processus industriel et utilisation des produits
LAU	Autorités administratives locales
LTO	Atterrissage et décollage
M&E	Suivi et évaluation
MaaS	Mobility-as-a-Service
MIMs	Mécanismes minimaux d'interopérabilité
MS	État membre
NZEB	Bâtiments à énergie quasi nulle
OASC	Villes intelligentes ouvertes et agiles
OBf	Financement sur facture
PACE	Énergie propre évaluée par la propriété
PCP	Approvisionnement pré-commercial
PEB	Bâtiments à énergie positive
PPI	Marchés publics de solutions innovantes
PPP	Partenariats public-privé

PULL	Laboratoire de vie périurbaine
PV	Photovoltaïque
R&I	Recherche et innovation
REC	Crédit pour énergie renouvelable
ROUGE	Directive sur les énergies renouvelables
SDG	Objectifs de développement durable
SPVs	Véhicules financiers à usage spécifique
SRI	Indicateurs de préparation intelligente
SUD	Développement urbain durable
TOD	Développement axé sur le transport en commun
VAWT	éolienne à axe vertical
STEP	les usines de traitement des eaux usées
ZCBs	Bâtiments à zéro carbone
ZEDs	Quartiers à énergie zéro

Liste des boîtes

Encadré 1. Quelles villes peuvent manifester leur intérêt ?	5
Encadré 2. Indicateurs permettant de mesurer la neutralité climatique au niveau des villes11	
Encadré 3 : Comptabilisation des émissions du champ d'application 3 - une possibilité d'aller plus loin23 .	
Encadré 4. Technologies de captage et de stockage du carbone (CSC) conduisant à l'élimination du dioxyde de carbone (CDR)	24
Encadré 5. Principes d'intégrité environnementale pour les projets de crédits carbone (CCP)	courts) 24
Encadré 6 : Goulets d'étranglement jusqu'à preuve du contraire : le cas des bâtiments historiques et de la rénovation énergétique27	
Encadré 7. Exemple : Le rôle des puits dans le plan d'	action Helsinki 2035 pour la neutralité carbone38.....
Encadré 8. Les émissions de portée 2 et le rôle des facteurs d'émission44	
Encadré 9. Bonne pratique : les données ouvertes55	
Encadré 10. Bonne pratique : surveillance de la qualité de l'air56	
Encadré 11. Autres bonnes pratiques : Initiatives d'interopérabilité57	
Encadré 12. Exemple de financement par effet de levier pour des projets de	villes intelligentes58.....
Encadré 13. Projet de	trottoir de Toronto59
Encadré 14. Bonnes pratiques : exemple d'un processus d'achats publics avant commercialisation "AI4Cities "	60
Encadré 15. Bonnes pratiques : protection des données61.....	
Encadré 16. Bonnes pratiques : les laboratoires vivants dans les villes intelligentes	62
Encadré 17 : La participation des citoyens existe dans les villes, qu'elle soit orchestrée ou ascendante. Les processus doivent être exploités et multipliés.	64
Encadré 18. Méthodologies d'	engagement des citoyens67
Encadré 19 : La pensée critique façonne la feuille de route des villes	climatique neutres74.....
Encadré 20. Partenariats public-privé pour la rénovation des bâtiments80	
Encadré 21. Capture de la valeur des terres au Danemark85.....	

Liste des figures

Figure 1. Chronologie de l'expression d'intérêt et du processus de sélection4.....	
Figure 2. Un exemple de structure de gouvernance des "meilleures pratiques" pour une action climatique efficace19	
Figure 3. Trajectoire des émissions de GES dans un scénario à 1,5° C. Les barres représentent les émissions dans les deux scénarios pour atteindre des émissions nettes nulles en 2050.	25
Figure 4. Émissions de GES dues aux transports dans l'UE (UE-27).	31
Figure 5. Émissions de CO ₂ dues aux transports dans l'UE.	32
Figure 6. Principales orientations des mesures à prendre pour promouvoir les énergies renouvelables.	40
Figure 7. Niveau national - intensité des émissions de GES de la production d'électricité pour les années 2017, 2018, 2019 43	
Figure 8. Générations de chauffage urbain par offre, efficacité et niveau de température49	
Figure 9. Principales orientations des mesures actionnables pour la transformation des secteurs50	
Figure 10. Principales orientations des mesures actionnables pour l'intégration des systèmes52.....	
Figure 11. Échelle de la participation	publique. 65
Figure 12. Un cycle entrelacé de planification de l'..... engagement citoyen.	65
Figure 13. Le processus de conception comportementale.	70
Figure 14. Déficit d'investissement (2017 - 2019).	77
Figure 15. Obstacles à l'investissement.	78

Liste des tableaux

Tableau 1. Éléments de l'appel à manifestation d'intérêt6	
Tableau 2. Éléments de la définition de la neutralité climatique applicables dans la Mission12	
Tableau 3. Un cadre de base pour une planification	efficace
de l'.....	action
climatique20	
Tableau 4. Les sources et les secteurs d'émissions de GES qui doivent être inclus dans l'inventaire des GES d'une ville aux fins de la Mission.	22
Tableau 5. Actions municipales pour le secteur des bâtiments29.....	
Tableau 6. Principales familles d'actions en matière de mobilité urbaine34	
Tableau 7. Actions municipales pour la production d'énergie renouvelable/le chauffage et le refroidissement urbains.	41
Tableau 8. Produits financiers et leur utilisation pour l'action climatique75	
Tableau 9. Questions directrices pour évaluer l'état de préparation à l'.....	investisse
ment.	78
Tableau 10. Instruments et mécanismes pour l'action	climatique
.....	82
Tableau 11. Orientations et outils pour les villes : Neutralité climatique urbaine et action pour	le climat.
.....	105
Tableau 12. Orientations et outils pour les villes : Transport.	111
Tableau 13. Orientations et outils pour les villes : Énergie.	113
Tableau 14. Orientations et outils pour les villes : Meilleures pratiques, prix et données	générales.
.....	114

Annexes

Annexe 1. Orientations et outils pour les villes

Tableau 11. Orientations et outils pour les villes : Neutralité climatique urbaine et action pour le climat.

Neutralité climatique urbaine et action pour le climat			
Nom	Description	Lien/référence	Type de ressource
Lignes directrices 2006 du GIEC pour la compilation des inventaires nationaux de gaz à effet de serre	Lignes directrices 2006 du GIEC pour la compilation des inventaires nationaux de gaz à effet de serre	https://www.ipcc-nggip.or.jp/public/2006gl/	Ligne directrice
Calculateur écologique Athena pour les assemblages commerciaux et résidentiels	Calculateur pour un aperçu rapide de l'empreinte du bâtiment	http://www.athenasmi.org/our-software-data/ecocalculator/	Outil
Estimateur d'impact Athena pour les bâtiments	Programme autonome qui permet aux utilisateurs de modéliser leurs propres configurations d'assemblages et d'enveloppes personnalisées.	http://www.athenasmi.org/our-software-data/impact-estimator/	Outil
Le centre de connaissances du C40	Perspectives et ressources pratiques des grandes villes climatiques	https://www.c40knowledgehub.org/	Bibliothèque de ressources
Centre de ressources pour la planification d'actions climatiques du C40	Il rassemble un large éventail de ressources et d'outils pour soutenir les planificateurs climatiques des villes dans le processus de mise en œuvre d'actions conformes aux objectifs de l'Accord de Paris.	https://resourcecentre.c40.org/resources	Bibliothèque de ressources
Calculatrice de carbone	Le calculateur de carbone de Climate Alliance permet aux municipalités de calculer les émissions de CO2 associées à la consommation d'énergie sur leur territoire, par secteur et par vecteur énergétique.	https://www.climatealliance.org/activities/tools-and-méthodes/calculateur-carbone.html	Outil

Neutralité climatique urbaine et action pour le climat			
Nom	Description	Lien/référence	Type de ressource
Outil d'inventaire des GES ClearPath	ClearPath Global est un outil d'inventaire des GES en ligne destiné aux collectivités locales du monde entier.	http://www.clearpath.global/	Outil
Outils et méthodes de Climate Alliance	Les outils proposés répondent à une grande variété de besoins en matière d'action climatique municipale et couvrent les différents besoins et points de départ des villes et communes membres : des instruments généraux aux instruments spécialisés, et des aides pour les débutants au soutien complet des communautés d'action climatique.	https://www.climatealliance.org/activities/tools-and-méthodes.html	Outil
Définir la neutralité carbone des villes et gérer les émissions résiduelles : Point de vue et conseils des villes	Le document comprend des lignes directrices sur la manière de planifier, de rendre compte des progrès et d'atteindre la neutralité carbone.	https://www.c40knowledgehub.org/s/article/Defining-carbon-neutrality-for-cities-and-managing-residual-emissions-Cities-perspective-and-guidance?language=en_US	Ligne directrice
Outil de la politique des villes vertes de la BERD	Instruments politiques efficaces pour les villes vertes	https://www.ebrdgreencities.com/policy-tool/	Outil
Bibliothèque de ressources Eurocities	Le site web d'Eurocities contient des informations sur six domaines d'intérêt : Villes inclusives, villes prospères, villes saines et en mouvement, villes dynamiques, localisation des défis mondiaux, gouvernements municipaux innovants.	https://eurocities.eu/about-us/	Site web
Bibliothèque et enregistrements des webinaires de la Convention européenne des maires	Bibliothèque de la Convention européenne des maires et enregistrements de webinaires sur différents sujets liés à l'action climatique locale	https://www.covenantofmayors.eu/support/library.html	Bibliothèque/Webinaires
Outil d'apprentissage en ligne de la Convention européenne des maires	Module dédié à l'atténuation, l'adaptation et la pauvreté énergétique. Disponible dans MyCovenant et EU Academy.	https://academy.europa.eu/	Webinaire/cours

Neutralité climatique urbaine et action pour le climat			
Nom	Description	Lien/référence	Type de ressource
Le voyage de la ville GCoM	Les villes peuvent s'engager à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre, à renforcer leur résilience face au changement climatique et à suivre leurs progrès de manière transparente. Le parcours de la ville est divisé en plusieurs étapes : S'engager, évaluer, fixer des objectifs et des cibles, élaborer un plan d'action, mettre en œuvre, surveiller et rendre compte, valider et mettre à jour.	https://www.globalcovenantofmayors.org/iournev/#1594376564336-552a1d5f-aad4	Site web
Boîte à outils pour l'analyse de la contribution des GES	Boîte à outils conçue pour aider les collectivités à appliquer l'analyse de la contribution des GES	https://icleiusa.org/ghg-contribution-analysis/	Outil
Protocole mondial pour les inventaires des émissions de gaz à effet de serre à l'échelle communautaire	Norme du protocole GES développée par le C40, le World Resources Institute et l'ICLEI - Local Governments for Sustainability. Le GPC fournit un cadre solide pour comptabiliser et déclarer les émissions de GES à l'échelle de la ville.	https://resourcecentre.c40.org/resources/measuring-ghg-emissions	Outil
Google Environmental Insights Explorer	Les informations sont une estimation modélisée basée sur des mesures réelles de l'activité et de l'infrastructure.	https://insights.sustainability.google/	Données empiriques/rapportées dans des cas réels
Guide "Comment développer un plan d'action pour l'énergie durable et le climat (SECAP)", partie 1	Partie 1 : Le processus SECAP, étape par étape vers des villes à faible émission de carbone et résilientes au changement climatique d'ici 2030	https://op.europa.eu/fr/publication-detail/-/publication/338a9918-f132-11e8-9982-01aa75ed71a1/language-en	Ligne directrice
Guide "Comment développer un plan d'action pour l'énergie durable et le climat (SECAP)", partie 2	Partie 2 : Inventaire des émissions de référence (BEI) et évaluation des risques et des vulnérabilités (RVA)	https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC112986	Ligne directrice

Neutralité climatique urbaine et action pour le climat			
Nom	Description	Lien/référence	Type de ressource
Guide "Comment développer un plan d'action pour l'énergie durable et le climat (SECAP)", partie 3	Partie 3 : Politiques, actions clés, bonnes pratiques pour l'atténuation et l'adaptation au changement climatique et financement des SECAP(s)	https://op.europa.eu/it/publication-detail/-/publication/fd75e1e2-f132-11e8-9982-01aa75ed71a1	Ligne directrice
Outil Green City	Il s'agit d'un outil d'auto-évaluation et d'étalonnage destiné aux villes, qui leur fournit des informations sur leur situation dans différents domaines (mobilité, gouvernance, eau, atténuation du changement climatique et adaptation à celui-ci).	https://webgate.ec.europa.eu/greencitytool/home/	Outil
Guide pour atteindre la neutralité carbone d'ici 2050	Le guide décrit les étapes clés du processus de planification, ainsi que les éléments importants à prendre en compte à chaque étape, et présente les meilleures pratiques pour inciter les villes et les régions à mieux concevoir les actions dans le cadre de leur processus de décarbonisation.	https://fedarene.org/wp-content/uploads/2021/06/Guidebook_for_Achieving_Carbon_Neutrality_by_2050.pdf	Ligne directrice
Bibliothèque de ressources d'ICLEI Europe	Bibliothèque de publications et d'outils pour les villes sur tous les sujets sectoriels et horizontaux liés à la neutralité climatique	https://iclei-europe.org/publications-tools/	Bibliothèque de ressources
Indicateurs pour des villes durables	Lister des cadres d'indicateurs évolutifs et faciles à utiliser pour les villes durables, y compris, mais sans s'y limiter, la mobilité urbaine.	https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/indicateurs_pour_les_villes_durables_IR12_fr.pdf	Outil
Ressources pour les villes innovantes	L'initiative "Villes innovantes" de l'UE promeut une vision intégrée de la planification et de la conception urbaines innovantes qui implique les citoyens en tant que "faiseurs de villes" qui innovent et participent à la gouvernance et à l'élaboration des politiques.	https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/domaine_de_recherche/environnement/developpement_urbain/villes_innovantes_fr#ipi-urban-europe	Site web

Neutralité climatique urbaine et action pour le climat			
Nom	Description	Lien/référence	Type de ressource
Base de données des facteurs d'émission du GIEC	Bibliothèque internationale des facteurs d'émission permettant d'estimer les émissions de gaz à effet de serre	https://www.ipcc-nggip.or.jp/EFDB/main.php	Outil
JPI Urban Europe	Projets et études de cas disponibles sur JPI Urban Europe	https://ipi-urbaneurope.eu/projects/	Étude de cas/meilleure pratique
Centre de connaissances sur le financement local	La première plateforme de connaissances dédiée à la finance locale. Elle met en lumière les solutions innovantes développées par les gouvernements locaux, les gouvernements nationaux, les institutions financières publiques et privées et la société civile.	https://localfinancehub.org/	Site web
Objectif d'atténuation Orientation standard	Des orientations pour la conception d'objectifs d'atténuation nationaux et infranationaux et une approche normalisée pour l'évaluation et la communication des progrès accomplis.	https://ghgprotocol.org/mitigation-goal-standard	Ligne directrice
Planification du changement climatique : Guide	Cadre destiné aux urbanistes pour mieux comprendre, évaluer et agir sur le changement climatique au niveau local - il comprend des sections spécifiques sur les évaluations de la vulnérabilité.	https://unhabitat.org/planning-for-climate-change-guide-a-strategic-values-based-approach-for-urban-planners (en anglais)	Méthodologie
Planification du changement climatique : Boîte à outils	Cadre destiné aux urbanistes pour mieux comprendre, évaluer et agir sur le changement climatique au niveau local - il comprend des sections spécifiques sur les évaluations de la vulnérabilité.	https://unhabitat.org/planning-for-climate-change-toolkit	Outil
Outil de calcul des normes de politique et d'action	Cet outil aide les pays et les villes à évaluer l'effet des politiques et des actions sur les gaz à effet de serre.	https://ghgprotocol.org/policy-and-action-standard	Ligne directrice

Neutralité climatique urbaine et action pour le climat			
Nom	Description	Lien/référence	Type de ressource
Ressources du Pacte européen pour le climat	Le Pacte européen pour le climat est une plateforme permettant de travailler et d'apprendre ensemble, d'élaborer des solutions et de créer des réseaux pour un véritable changement.	https://europa.eu/climate-pact/ressources_en	Site web
Système d'information des villes intelligentes. Guide d'auto-évaluation	Un outil d'auto-évaluation qui constitue le lien entre les informations et les résultats des projets dans le cadre du système d'information des villes intelligentes et les parties prenantes.	https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/insights/publications/self-reporting-tool-srt-guide	Outil
Modèle de plan d'action pour l'énergie durable et le climat	Outil basé sur Excel pour compiler un inventaire des GES à l'échelle de la ville selon la méthodologie de la Convention européenne des maires (en cours de révision).	https://www.covenantofmayors.eu/support/adaptation-ressources.html	Outil
La bibliothèque de ressources du GCoM	Une bibliothèque de ressources contenant des documents et des outils pour soutenir les actions des villes. Les résultats/ressources peuvent être filtrés par région, étape, étiquette et sujet.	https://www.globalcovenantofmayors.org/resources-bibliothèque/	Site web
La ville centrée sur l'homme. Des opportunités pour les citoyens grâce à la recherche et à l'innovation	Rapport du groupe d'experts de haut niveau qui présente une vision des villes européennes du futur et recommande comment la recherche et l'innovation financées par l'UE peuvent aider les villes dans leur transition.	https://op.europa.eu/fr/publication-detail/-/publication/5b85a079-2255-11ea-af81-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-search	Publication

Source : Travail personnel.

Tableau 12. Orientations et outils pour les villes : Transport.

Transport			
Nom	Description	Lien/référence	Type de ressource
Projets CIVITAS, domaines thématiques et solutions de mobilité	Le travail de CIVITAS et de ses projets porte sur dix domaines thématiques fondamentaux couvrant l'ensemble du spectre de la mobilité urbaine et du cycle de planification. Explorez les pages des différents domaines thématiques ci-dessous pour plus d'informations.	https://civitas.eu/thematic-areas	Site web
Laboratoires et bancs d'essai de l'IET sur la mobilité urbaine	La plateforme de la base de connaissances des laboratoires vivants est une collection de pratiques d'apprentissage et d'outils de gestion des laboratoires vivants. Les outils de gestion des laboratoires vivants sont une collection de bonnes pratiques, de recommandations sur la façon de mettre en place et de faire fonctionner un laboratoire vivant sur la mobilité, sur la façon de passer à une échelle supérieure, de permettre l'engagement des citoyens, de co-créeer avec l'utilisateur final et d'évaluer les impacts.	https://www.eiturbanmobility.eu/city-club/mobility-living-labs/	Données empiriques/rapportées dans des cas réels
Base de données de la ville d'Eltis. Plans de mobilité urbaine durable (SUMP)	La base de données Eltis City est une ressource précieuse de plus de 1 000 profils de villes européennes et de leurs SUMP.	https://www.eltis.org/mobility-plans/city-database	Site web
Calculateur d'émissions de MobiliseYourCity	Inventaire des émissions actuelles, pour projeter le BAU jusqu'en 2050 ou modéliser un système de modalité respectueux du climat.	https://www.mobiliseyourcity.net/mobiliseyourcity-emissions-calculator	Outil
Actions de mobilité et prix de la semaine européenne de la mobilité	L'action encourage un changement de comportement en faveur d'une culture de mobilité urbaine plus durable et est de nature promotionnelle plutôt que technique (c'est-à-dire que les innovations techniques elles-mêmes ne seront pas reconnues).	https://mobilityweek.eu/about-mobilityactions/	Étude de cas/meilleure pratique

Transport			
Nom	Description	Lien/référence	Type de ressource
Réseau POLIS (Thèmes)	POLIS est le principal réseau de villes et de régions européennes qui travaillent ensemble pour développer des technologies et des politiques innovantes pour le transport local. Matériel disponible sur leur site web	https://www.polisnetwork.eu/what-we-do/topics/	Site web
Boîte à outils sur les émissions des ports	Guide sur l'évaluation des émissions portuaires et le développement de stratégies de réduction des émissions portuaires	https://glomeep.imo.org/wp-content/uploads/2018/10/port-emissions-toolkit-g1-online.pdf	Méthodologie
Vitrines et documents de Transport maritime à émissions zéro	Vitrines et documents disponibles sur le site web	https://www.waterborne.eu/showcases	Site web
Indicateurs de mobilité urbaine durable (SUMI)	Les indicateurs de mobilité urbaine durable constituent un outil utile pour les villes et les zones urbaines, qui leur permet d'identifier les forces et les faiblesses de leur système de mobilité et de se concentrer sur les domaines à améliorer.	https://ec.europa.eu/transport/themes/urban/urban_mobility/sumi_en	Outil
Outil d'auto-évaluation SUMP	Outil d'auto-évaluation pour évaluer le plan de mobilité stratégique ou les activités de planification en général.	https://www.sump-assessment.eu/English/start	Outil
Outil de calcul du carbone dans les transports pour les autorités locales	Fournit une liste détaillée d'indicateurs et la méthodologie pour les calculer concernant la mobilité durable	https://www.eltis.org/sites/default/files/trainingmaterials/smp2.0_sustainable-mobility-indicators_2ndedition.pdf	Ligne directrice
Outil de calcul du carbone dans les transports pour les autorités locales	Outil permettant aux conseils locaux de calculer les effets potentiels du transport sur les émissions de carbone dans une zone donnée.	https://www.gov.uk/government/publications/local-authority-basic-carbon-tool (en anglais)	Outil

Source : Travail personnel.

Tableau 13. Orientations et outils pour les villes : Énergie.

Énergie			
Nom	Description	Lien/référence	Type de ressource
Une énergie propre pour les îles de l'UE (page de soutien)	Le programme de transition vers l'énergie propre de l'île est une feuille de route stratégique pour le processus de transition vers l'énergie propre. Son site web contient l'agenda de transition énergétique, un outil d'auto-évaluation, un soutien aux projets, des webinaires et des financements.	https://www.euislands.eu/energy-transition-agenda	Site web
Autonomiser les villes pour un avenir net zéro : Débloquer des systèmes énergétiques urbains résilients, intelligents et durables	Rapport de l'AIE qui, à travers plus de 100 exemples et études de cas, explore le large éventail de possibilités, de défis et de solutions politiques qui peuvent aider les gouvernements municipaux à tirer parti de la valeur considérable des systèmes énergétiques numériques efficaces et intelligents.	https://www.iea.org/reports/empowering-cities-for-a-net-zero-future?utm_campaign=IEA+newsletters&utm_source=SendGrid&utm_medium=Email	Étude de cas/meilleure pratique
Bibliothèque de ressources d'Energy Cities	Les ressources d'Energy Cities contiennent des informations réparties par actualités, publications, meilleures pratiques, webinaires, interviews et thèmes.	https://energy-cities.eu/	Site web
Laboratoire de géographie de l'énergie et de l'industrie (EIGL)	Le CCR crée l'EIGL, un outil spécialisé de gestion, de visualisation et d'analyse de données géospatiales qui permettra de cartographier les infrastructures énergétiques, industrielles et autres, ce qui favorisera la transition vers la neutralité climatique (prévu fin 2021).	https://europa.eu/eigl	Outil
H2020 Projets de phares	Les projets phares des villes et communautés intelligentes sont financés par la Commission européenne dans le cadre du programme de recherche et d'innovation Horizon 2020.	https://www.smarter-together.eu/eu-smart-cities-and-communautés	Données empiriques/rapportées dans des cas réels

Énergie			
Nom	Description	Lien/référence	Type de ressource
Investir dans la réussite européenne : Les villes innovantes en Europe et dans le monde	Cette brochure présente 23 projets d'innovation urbaine financés par l'UE qui transforment nos villes en acteurs européens et mondiaux. Ces projets, qui portent sur l'énergie et le climat, les transports urbains, les solutions fondées sur la nature, les modes de vie écologiques dans les villes résilientes, l'alimentation, l'innovation sociale, le bien-être, le patrimoine culturel et la gouvernance urbaine, sont des exemples de réussite.	https://ec.europa.eu/info/publications/investing-european-success_fr	Étude de cas/meilleure pratique
Calculateur d'émissions du Pathfinder	Carbone incorporé, carbone opérationnel et carbone séquestré d'une conception paysagère donnée.	https://app.climatepositivedesign.com/	Site web

Source : Travail personnel.

Tableau 14. Orientations et outils pour les villes : Meilleures pratiques, prix et données générales.

Meilleures pratiques, prix et données générales			
Nom	Description	Lien/référence	Type de ressource
100 Intelligent Cities Challenge, ressources pour les villes	L'Intelligent Cities Challenge (ICC) est une initiative de la CE qui aide 136 villes à utiliser des technologies de pointe pour mener une relance intelligente, écologique et socialement responsable.	https://marketplace.intelligentcitieschallenge.eu/en	Site web/meilleure pratique
Initiative en faveur du logement abordable : Ressources	Cette initiative pilotera 100 districts de rénovation phares axés sur la création de logements de qualité, habitables et abordables, et mobilisera des partenariats de projets intersectoriels.	https://www.ourhomesourdeal.eu/affordable-housing-initiative	Données empiriques/rapportées dans des cas réels

Meilleures pratiques, prix et données générales			
Nom	Description	Lien/référence	Type de ressource
Prix C40 Cities Bloomberg philanthropies (Ressources)	Les prix récompensent les villes qui ont mis en œuvre des projets, programmes, politiques et pratiques remarquables pour lutter contre le changement climatique, réduire les risques climatiques et améliorer la vie de leurs communautés.	https://www.c40.org/awards	Étude de cas/meilleure pratique
CAIT Explorateur de données climatiques	Source de données sur les émissions nationales de GES	https://www.wri.org/data/climate-watch-cait-country-donnees-sur-les-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre	Autre
Catalogue - Smart Cities ouvertes et agiles	Catalogue des solutions déployées avec succès pour la transformation numérique des villes et des régions	https://catalogue.city/en	Étude de cas/meilleure pratique
Le portail de données ouvertes du CDP	Le portail de données contient les données publiées par les villes dans le cadre du CDP et est librement accessible.	https://data.cdp.net/	Données empiriques/rapportées dans des cas réels
Initiative "Villes et régions circulaires"	Initiative soutenant la mise en œuvre de solutions locales et régionales en matière d'économie circulaire, financement, documents	https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/domaine-de-recherche/environnement/economie-circulaire/initiative-des-villes-et-regions-circulaires_fr#documents	Site web
Prix CIVITAS	Les prix CIVITAS mettent en lumière certaines des solutions de mobilité urbaine durable les plus ambitieuses, les plus innovantes et les plus réussies mises en œuvre par des villes de toute l'Europe.	https://civitas.eu/awards	Étude de cas/meilleure pratique
Prix Climate Star	Les descriptions et les détails des projets se trouvent dans la brochure Climate Star.	https://www.climatealliance.org/municipalities/climate-star.html	Étude de cas/meilleure pratique
Climat-ADAPT	Bibliothèque de connaissances pour les villes sur l'action climatique avec un accent sur l'adaptation et la résilience climatique :	https://climate-adapt.eea.europa.eu/eu-adaptation-politique/secteur-politiques/urbain	Bibliothèque de ressources

Meilleures pratiques, prix et données générales			
Nom	Description	Lien/référence	Type de ressource
Calculateur de l'empreinte écologique des consommateurs de la CE	Calculateur permettant aux citoyens de calculer les incidences environnementales de leur mode de consommation	https://knowsdgs.jrc.ec.europa.eu/cfc	Outil
CCI EIT-Climate (centre de contenu des démonstrations approfondies)	Le hub de contenu Deep Demonstrations contient des histoires, des fiches d'information, des vidéos et d'autres informations pour chaque hub. Il y a huit pôles : villes saines et propres, longévité, régions résilientes, paysages en tant que puits de carbone, systèmes et régimes alimentaires résilients, transformation juste, économies circulaires et régénératrices, pôles maritimes résilients et à émissions nettes nulles.	https://www.climate-kic.org/programmes/manifestations profondes	Étude de cas/meilleure pratique
Projet KIC EIT-Climate sur 15 villes climatiquement neutres.	L'EIT Climate-KIC travaille avec 15 des maires, municipalités et communautés urbaines les plus ambitieux d'Europe pour concevoir des portefeuilles d'innovations communes capables de débloquer une transformation globale de tous les systèmes urbains, de la mobilité aux déchets, de l'énergie à la santé et à l'environnement bâti.	https://www.climate-kic.org/programmes/deep-demonstrations/healthy-clean-cities/publications/	Étude de cas/meilleure pratique
Alliance européenne pour l'hydrogène propre	L'Alliance européenne pour l'hydrogène propre coopère avec des investissements et des projets tels que les électrolyseurs d'hydrogène renouvelable pour la production d'hydrogène renouvelable. La stratégie prévoit le financement de projets pilotes et d'applications à grande échelle de clusters locaux d'hydrogène, tels que des régions ou des îles éloignées, ou des écosystèmes régionaux, appelés "vallées de l'hydrogène". Dans ces cas, une infrastructure dédiée à l'hydrogène peut utiliser l'hydrogène non seulement pour des applications industrielles et de transport, et pour l'équilibrage de l'électricité, mais aussi pour la fourniture de chaleur aux bâtiments résidentiels et commerciaux.	https://www.ech2a.eu/	Site web

Meilleures pratiques, prix et données générales			
Nom	Description	Lien/référence	Type de ressource
Convention européenne des maires Études de cas	Études de cas d'adaptation urbaine dans les villes européennes de la Convention	https://www.covenantofmayors.eu/support/library.html	Étude de cas/meilleure pratique
Prix de la capitale verte européenne	Récompense pour les villes qui font des efforts pour améliorer l'environnement urbain et évoluer vers des zones de vie plus saines et durables.	https://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/	Étude de cas/meilleure pratique
Prix européen de la feuille verte	Concours destiné aux villes de toute l'Europe, dont la population est comprise entre 20 000 et 100 000 habitants, qui reconnaît l'engagement en faveur de meilleurs résultats environnementaux, avec un accent particulier sur les efforts qui génèrent une croissance verte et de nouveaux emplois.	https://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/europeangreenleaf/	Étude de cas/meilleure pratique
Semaine européenne des régions et des villes : Ressources	La Semaine européenne des régions et des villes est un événement annuel de quatre jours au cours duquel les villes et les régions montrent leur capacité à créer de la croissance et des emplois, à mettre en œuvre la politique de cohésion de l'Union européenne et à prouver l'importance du niveau local et régional pour la bonne gouvernance européenne.	https://europa.eu/regions-and-cities/home_en	Site web
Processus d'élaboration de l'inventaire des GES et orientations	Une liste des sources d'émissions et des émissions associées quantifiées à l'aide de méthodes et d'outils normalisés pour aider les organisations à trier les catégories d'émissions afin d'identifier les domaines d'intérêt.	https://www.epa.gov/climateleadership/ghg-inventory-processus-et-guidage-du-developpement	Outil
Green City Accord, documents de soutien	Le Green City Accord est un mouvement de maires européens qui s'engagent à rendre les villes plus propres et plus saines. Il vise à améliorer la qualité de vie de tous les Européens et à accélérer la mise en œuvre de la législation européenne en matière d'environnement.	https://ec.europa.eu/environment/green-city-accord_en	Données empiriques/rapportées dans des cas réels

Meilleures pratiques, prix et données générales			
Nom	Description	Lien/référence	Type de ressource
Green City Tool, Commission européenne	Cet outil est à la fois un simple outil d'auto-évaluation et d'analyse comparative pour les villes, et une source d'informations et de conseils pour tous ceux qui souhaitent en savoir plus sur la manière de rendre les villes plus vertes et plus durables.	https://webgate.ec.europa.eu/greencitytool/home/	Outil
Manuel des stratégies de développement urbain durable	Fournit un soutien méthodologique aux villes, aux autorités de gestion et aux autres parties prenantes impliquées dans la conception et la mise en œuvre de stratégies urbaines dans le cadre de la politique de cohésion.	https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC118841	Publication
Rapport sur la politique des villes innovantes pour le développement urbain durable de la R&I de l'UE	Le rapport présente et fournit une base de preuves à l'échelle de l'UE des contributions exceptionnelles de la recherche et de l'innovation financées par l'UE pour relever les défis sociétaux urbains.	https://ec.europa.eu/info/publications/innovating-cities-policy-report-eu-ri-sustainable-urban-development_fr	Étude de cas/meilleure pratique
Centre de connaissances sur les politiques territoriales	Il vise à faire le point sur la manière dont les Fonds structurels et d'investissement européens soutiennent l'approche intégrée du développement urbain et territorial, y compris les stratégies visant à atteindre la neutralité climatique urbaine.	https://knowledge4policy.ec.europa.eu/territorial_en	Site web
Matériaux de connaissance du Réseau européen des laboratoires vivants (ENoLL)	Des supports de connaissances accessibles au public tels que des publications, des podcasts, des webinaires publics, des boîtes à outils et même des cours en ligne.	https://enoll.org/knowledge-materials/	Site web

Meilleures pratiques, prix et données générales			
Nom	Description	Lien/référence	Type de ressource
Programme LIFE	Le programme LIFE est le principal instrument de financement des plans d'action pour l'environnement et le climat. Les entités publiques et privées peuvent postuler en proposant des plans innovants qui contribuent à atteindre les objectifs de la stratégie de l'UE. Plus précisément, le sous-programme "Atténuation du changement climatique et adaptation" se concentre sur la réduction des émissions de GES, l'augmentation de la résilience et la sensibilisation à l'atténuation du changement climatique.	https://cinea.ec.europa.eu/life_en	Site web
L'UE nouvelle génération	Next generation EU est l'instrument de relance proposé par la Commission européenne pour reconstruire l'Europe après l'impact de la pandémie de coronavirus. En particulier, ce programme vise à fournir le financement et le soutien nécessaires à une reprise socio-économique équitable, à réparer et à revitaliser le marché unique et à soutenir les investissements urgents, notamment dans les transitions verte et numérique, un aspect essentiel pour la prospérité et la résilience futures de l'Europe. Dans le domaine du climat et du transport urbain, les investissements sont guidés par les priorités qui ont été établies dans le Green Deal européen et dans la stratégie de mobilité durable et intelligente.	https://europa.eu/next-generation-eu/index_en	Site web
Prix RegioStars	Prix identifiant les bonnes pratiques en matière de développement régional et mettant en avant des projets originaux et innovants qui pourraient être attractifs et inspirants pour d'autres régions.	https://ec.europa.eu/regional_policy/en/regio-stars-prix/2016/	Étude de cas/meilleure pratique
Ressources des prix du CDP Europe	Prix environnementaux des villes et des entreprises pour les leaders environnementaux européens. Il existe trois types de ressources : Rapports, vidéos et leçons apprises	https://www.cdp.net/en/events/cdp-europe-awards	Autre

Meilleures pratiques, prix et données générales			
Nom	Description	Lien/référence	Type de ressource
SAT4SUD	L'outil est conçu pour aider les autorités locales, les autorités de gestion et les acteurs concernés à auto-évaluer de manière anonyme les stratégies de développement urbain durable. SAT4SUD est un outil en ligne en cours de construction qui sera officiellement disponible via le site web de l'Urban Data Platform à partir de novembre 2021.	https://urban.jrc.ec.europa.eu/strategies/en Plateforme de données	Outil
Marché des villes intelligentes	Il s'agit d'une entreprise majeure qui modifie le marché et qui vise à rassembler les villes, les industries, les PME, les investisseurs, les chercheurs et les autres acteurs de la ville intelligente.	https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/	Site web
Paquet de conseils sur la ville intelligente	Le Smart City Guidance Package (SCGP) aide à planifier et à mettre en œuvre des projets de villes intelligentes et de quartiers à faible consommation d'énergie de manière intégrée, en décrivant des situations courantes et en donnant des exemples concrets.	https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/news-and-events/news/2019/smart-city-guidance-package	Étude de cas/meilleure pratique
STRAT-Board	Il s'agit d'un outil cartographique interactif qui offre un aperçu visuel de la quasi-totalité des stratégies urbaines et territoriales actuellement mises en œuvre en Europe dans le cadre de la politique de cohésion 2014-2020.	https://urban.jrc.ec.europa.eu/strat-board	Site web
Résumé pour les responsables des politiques urbaines. Ce que le rapport spécial du GIEC sur le réchauffement planétaire de 1,5°C signifie pour les villes	Le document identifie les villes et les zones urbaines comme l'un des quatre systèmes mondiaux critiques susceptibles d'accélérer et d'intensifier l'action en faveur du climat, tout en reconnaissant que cela nécessitera des transitions majeures dans la manière dont l'atténuation et l'adaptation sont entreprises.	https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2018/12/SPM-for-cities.pdf	Étude de cas/meilleure pratique
Prix SUMP	Le prix SUMP récompense les autorités locales et régionales pour leur excellence en matière de planification de la mobilité urbaine durable. Vidéos et études de cas disponibles sur le site web.	https://www.eltis.org/mobility-plans/project-partners/sump-award	Étude de cas/meilleure pratique

Meilleures pratiques, prix et données générales			
Nom	Description	Lien/référence	Type de ressource
Les prix de la Capitale européenne de l'innovation	Un prix de reconnaissance annuel décerné aux villes européennes qui encouragent le mieux l'innovation au sein de leur communauté.	https://eic.ec.europa.eu/eic-funding-opportunities/eic-prizes/european-capital-innovation-awards_fr	Étude de cas/meilleure pratique
Rapport sur l'avenir des villes	Le principal objectif de ce rapport est de soulever des questions ouvertes et d'orienter les discussions sur ce que l'avenir des villes peut et doit être, tant au sein de la communauté scientifique que des décideurs politiques.	https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC116711	Autre
Boîte à outils de transition	La boîte à outils de TOMORROW fournit l'inspiration et les conseils nécessaires pour développer les feuilles de route de transition des villes. Un ensemble de lignes directrices sur la façon de développer une feuille de route de transition sera publié vers la fin du projet (février 2022).	https://www.citiesoftomorrow.eu/resources/toolbox	Autre
Boîte à outils URBACT	Chaque outil de cette boîte à outils est conçu pour répondre à 5 étapes différentes du cycle de planification de l'action publique, de l'analyse de votre défi à la mesure de l'impact des actions mises en œuvre.	https://urbact.eu/toolbox-home	Site web
Actions innovatrices urbaines (thèmes)	Les actions urbaines innovantes (AAU) sont une initiative de l'Union européenne qui fournit aux zones urbaines de toute l'Europe des ressources pour tester des solutions nouvelles et non éprouvées afin de relever les défis urbains.	https://www.uia-initiative.eu/en/topics	Données empiriques/rapportées dans des cas réels
WWF One Planet City Challenge - Informations pour les villes	Outils et ressources du WWF pour les villes prêtes à s'engager dans le défi de maintenir l'augmentation de la température mondiale en dessous de 1,5°C.	https://wwf.panda.org/projects/one_planet_cities/one_planet_city_challenge/information_pour_les_villes/	Site web

Source : Travail personnel.

Annexe 2. Glossaire

<p>Glossaire des définitions clés du GIEC, pertinentes pour le concept de neutralité climatique.</p> <p>"Neutralité climatique" : Concept d'un état dans lequel les activités humaines n'entraînent aucun effet net sur le système climatique. Pour atteindre cet état, il faudrait équilibrer les émissions résiduelles avec l'élimination des émissions anthropiques nettes de GES nulles.³⁹</p> <p>"Intelligence artificielle" de Terre Générique désigne des technologies capables d'observer des activités humaines, d'apprendre et de prendre des décisions intelligentes ou de proposer des décisions sur la base des connaissances et de l'expérience acquises.</p> <p>"Neutralité des GES ou 'émissions nettes de GES nulles'" : Condition dans laquelle les émissions de GES anthropiques sont équilibrées par les absorptions de GES anthropiques.</p> <p>"Big Data" : Matrice d'informations caractérisée par son volume, sa vitesse et sa variété. Elle est généralement associée à des technologies et des méthodes d'analyse spécifiques de ces données afin de permettre des décisions plus rapides et plus précises.</p> <p>"Jumeaux numériques" : représentation virtuelle qui sert de contrepartie numérique en temps réel d'un objet ou d'un processus physique (Wikipedia, Digital Twin).</p> <p>"Émissions négatives" : Élimination des GES de l'atmosphère par des activités humaines délibérées, c'est-à-dire en plus de l'élimination qui se produirait par les processus naturels du cycle du carbone.</p> <p>"Marchés publics de l'innovation" : marchés publics destinés à acheter le processus d'innovation (avec des résultats partiels) et/ou à acheter les résultats de l'innovation (Commission européenne, 2021f).</p> <p>"Puits" : Un réservoir (naturel ou humain, dans le sol, l'océan et les plantes) où un GES, un aérosol ou un précurseur de GES est stocké.</p> <p>"Internet des objets (IoT)" : réseau de dispositifs, tels que des véhicules et des appareils ménagers, qui contiennent des composants électroniques, des logiciels, des capteurs, des actionneurs et une connectivité pour connecter, d'interagir et d'échanger des données.</p> <p>"Living Lab" : Les laboratoires vivants (LL) sont définis comme des écosystèmes d'innovation ouverts et centrés sur l'utilisateur, basés sur une approche systématique de la co-création avec l'utilisateur, intégrant les processus de recherche et d'innovation dans des communautés et des environnements réels (ENOLL, n.d., What are Living Labs).</p> <p>"Innovation ouverte" : Paradigme d'innovation faisant appel à " un processus d'innovation distribué basé sur des flux de connaissances gérés à dessein au-delà des frontières organisationnelles, en utilisant des mécanismes pécuriaires et non pécuriaires en accord avec le modèle économique de l'organisation " (Chesbrough et Marcel Bogers, 2014).</p> <p>Les "achats publics avant commercialisation (APAC)" peuvent être utilisés lorsqu'il n'existe pas encore de solutions proches du marché et qu'une nouvelle R&D est nécessaire. Le PCP peut alors comparer les avantages et les inconvénients des différentes approches de solutions concurrentes. Cela permettra ensuite de réduire les risques liés aux innovations les plus prometteuses, étape par étape, par la conception de la solution, le prototypage, le développement et l'essai du premier produit (Commission européenne, Procurement of ICT, n.d.).</p> <p>Les "marchés publics de solutions innovantes" sont utilisés lorsque les défis peuvent être relevés par des solutions innovantes qui sont presque ou déjà en petite quantité sur le marché et qui ne nécessitent pas de nouvelles recherches et développement (R&D) (Commission européenne, The Digital Europe Programme, n.d.).</p> <p>" Quadruple hélice " : un modèle d'innovation ouverte où l'industrie, le gouvernement, les universités et les citoyens travaillent ensemble pour cocréer et conduire des changements structurels bien au-delà de ce que les organisations peuvent faire par elles-mêmes. Il implique un niveau élevé de mise en réseau entre tous les participants, y compris le capital sociétal, les biens communs créatifs et les communautés (Curley et Salmelin, 2013).</p>
--

³⁹ Principalement basé sur Vandecasteele et al., 2019, bien que d'autres sources soient mentionnées, avec des références spécifiques.

"Banc d'essai" : Les bancs d'essai sont des sites de développement urbain, dans lesquels l'expérimentation constitue une partie intégrante de la planification et du développement de la zone (Berglund-Snodgrass & Mukhtar-Landgren, 2020).

"Ville intelligente" : Zone urbaine qui utilise divers types de capteurs pour collecter des données par voie électronique afin de fournir des informations, qui sont utilisées pour gérer efficacement les actifs et les ressources. Il s'agit notamment des données recueillies auprès des citoyens, des dispositifs et des actifs qui sont traitées et analysées pour surveiller et gérer les systèmes de circulation et de transport, les centrales électriques, les réseaux d'approvisionnement en eau, la gestion des déchets, l'application de la loi, les systèmes d'information, les écoles, les bibliothèques, les hôpitaux et d'autres services communautaires.