



## 6. ÉVOLUTION FUTURE DU CLIMAT EN BELGIQUE ET EN RÉGION DE BRUXELLES-CAPITALE, ET CONSÉQUENCES ET RISQUES ASSOCIÉS

### 1. Introduction

Les changements climatiques sont l'un des plus gros défis du 21<sup>è</sup> siècle, et nous sommes aujourd'hui confrontés à la nécessité d'adapter certains modes de fonctionnement pour se préparer aux conséquences des modifications climatiques à venir. Alors que certains de ces changements se font déjà sentir au quotidien, de nombreuses études se concentrent sur les scénarios futurs afin de permettre une anticipation adéquate à leur déroulement. Ainsi, les modélisateurs travaillent à des échelles spatiales de plus en plus précises afin d'établir des projections pour, par exemple, la Belgique, et même pour la Région de Bruxelles-Capitale. L'objectif est notamment de permettre d'identifier les nombreuses adaptations qui peuvent être mises en place afin d'anticiper ces changements dans les différents secteurs, sur base des vulnérabilités de la Région identifiées. Mais aussi d'estimer l'ampleur des efforts à mener dans le cadre de la lutte contre ces changements climatiques, qui doit d'abord se concentrer sur l'atténuation du réchauffement.

### 2. Le climat belge

#### 2.1. Généralités<sup>1</sup>

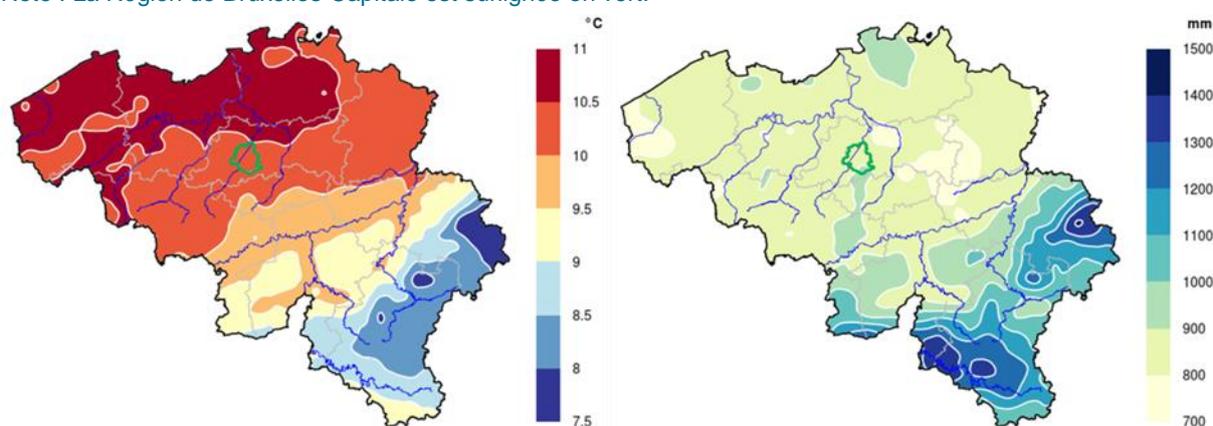
La latitude moyenne (entre 49° et 51°N) et la proximité du pays de l'océan Atlantique sont les deux caractéristiques principales responsables du climat belge, défini comme **climat tempéré océanique**. Le climat y est donc généralement frais et humide en été, et relativement doux et pluvieux en hiver.

Ainsi, toutes régions et toutes saisons confondues, la **température** moyenne en Belgique s'élève à 9.8°C, et les quantités annuelles de **précipitations** sont de 925 mm. En raison des variations régionales du climat à l'échelle de la Belgique (dues à la proximité de la mer, au relief et à l'altitude), on enregistre, en Région de Bruxelles-Capitale, une température moyenne annuelle de 10.5°C et des précipitations moyennes totales s'élevant à 852.4 mm d'eau par an (voir aussi [Le climat en Région bruxelloise](#)).

**Figure 6.1 : Températures (gauche, en °C) et précipitations (droite, en mm) annuelles moyennes pour la période 1981-2010**

Source : Figure adaptée du site <https://www.meteo.be/fr/climat/atlas-climatique>

Note : La Région de Bruxelles-Capitale est surlignée en vert.



<sup>1</sup><https://www.meteo.be/fr/climat/atlas-climatique/cartes-climatiques/precipitations/quantites-de-precipitations/annuel>,  
<https://www.meteo.be/fr/climat/atlas-climatique/le-climat-de-la-belgique/contexte-du-climat-de-la-belgique>, <https://climat.be/en-belgique/climat-et-emissions/climat>,  
<https://www.meteo.be/fr/climat/atlas-climatique/cartes-climatiques/temperature-de-lair/moyenne/annuel>



## 2.2. L'évolution passée du climat<sup>2</sup>

### 2.2.1. Les températures

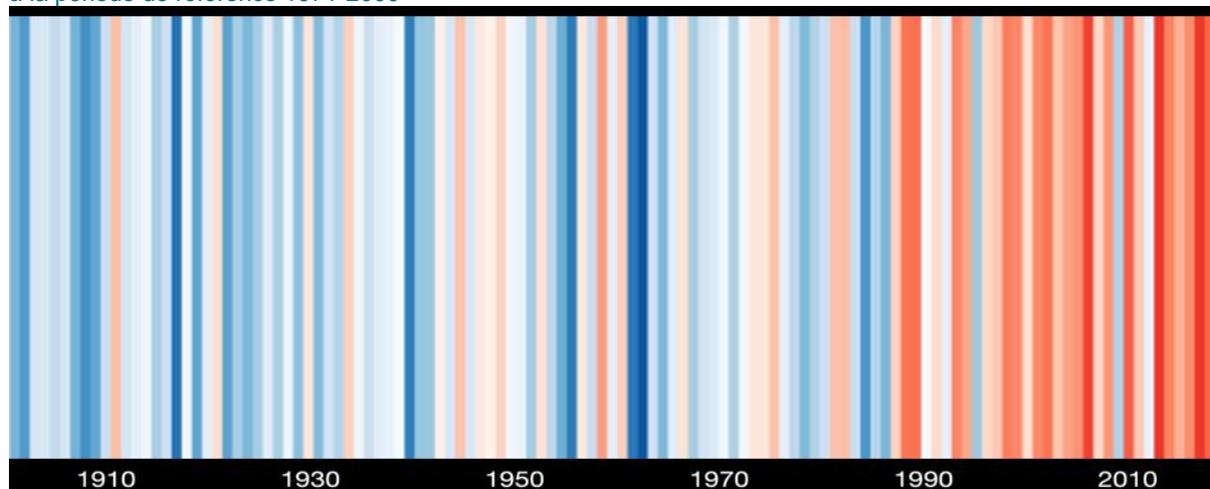
L'Institut Royal Météorologique (IRM) recense les données météorologiques en Belgique depuis 1833 et peut ainsi dresser les tendances de température et de précipitations depuis presque 2 siècles. Il peut ainsi être observé que la température moyenne annuelle croît de manière significative depuis la fin du 19<sup>e</sup> siècle, avec une **augmentation de 2.3°C depuis l'ère industrielle** (~1850), et une augmentation particulièrement marquée depuis les années 1980.

Le réchauffement des dernières décennies devient encore plus remarquable lorsqu'on observe que les 22 années les plus chaudes entre 1833 et 2019 ont toutes été recensées après 1988, et que **14 de ces années les plus chaudes se sont produites après 2000**. L'année 2020 a ainsi été la plus chaude jamais enregistrée (12,2°C de moyenne annuelle, pour une valeur normale de 10.6°C). Le précédent record datait de 2014 et 2018 (11,9°C). D'autre part, l'année 2019 est en troisième position pour les températures estivales (19.1°C pour une valeur normale de 17.6°C) et hivernales (6.3°C pour une valeur normale de 3.6°C) les plus chaudes depuis 1833. Les vagues de chaleur deviennent également de plus en plus fréquentes, avec en moyenne au moins une vague de chaleur par an entre 2015 et 2020 (alors qu'on enregistrait jusque là 1 vague de chaleur tous les 3 à 4 ans).

#### Figure 6.2 : Représentation de la température annuelle moyenne en Belgique de 1901 à 2020

Source : Données de Berkeley Earth

Remarque : Les températures les plus froides sont en bleu foncé et les plus chaudes en rouge foncé, par rapport à la période de référence 1971-2000



### 2.2.2. Les précipitations

Les précipitations ont, elles aussi, été observées **en hausse**, avec une augmentation d'environ 9% pour les moyennes annuelles, et une tendance plus marquée pour les précipitations hivernales (+31%). Alors qu'aucune tendance significative n'est observée pour les précipitations moyennes estivales, il semble cependant y avoir une tendance plus claire pour les **pluies abondantes** (quantité journalière de précipitations d'au moins 20 mm) qui se produisent principalement lors d'averses orageuses durant l'été. En effet, ce paramètre est passé de 3.4 jours/an en moyenne entre 1970 et 1980, à 5.4 jours/ an depuis 2000.

Pour plus d'informations, voir aussi la [Fiche Documentée n°2](#).

<sup>2</sup><https://climat.be/en-belgique/climat-et-emissions/changements-observees>, rapport Cordex.be

<https://www.meteo.be/fr/climat/atlas-climatique>,



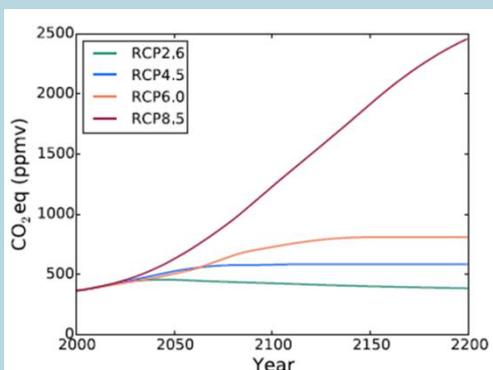
### 3. Évolution future du climat belge

Au vu de l'évolution récente du climat belge (voir Section 2.2), il semble assez clair que les effets des changements climatiques globaux se font déjà ressentir à l'échelle de la Belgique. La question se pose alors quant à l'évolution future du climat, et aux potentielles conséquences que les modifications climatiques pourraient avoir. Pour répondre à ces questions, l'utilisation de modèles climatiques est aujourd'hui d'une grande aide, puisqu'ils permettent de projeter, sur une période future déterminée, l'évolution du climat. Ces modèles incluent différents paramètres, notamment l'état du climat actuel et, en fonction des scénarios, l'évolution potentielle des émissions de gaz à effet de serre (GES). Il y a des modèles plus optimistes (si on imagine que les émissions de GES iront en diminuant) que d'autres (qui supposent une croissance continue de l'utilisation d'énergies fossiles et donc des émissions de GES) (voir encadré ci-dessous et [Fiche Documentée n°5](#)).

#### Les scénarios RCP (Representative Concentrations Pathways)

##### Figure 6.3 : Trajectoires en équivalent-CO<sub>2</sub> des scénarios RCP utilisés par le GIEC

Source : van Zalinge et al. 2017



La communauté scientifique a développé, sur demande du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC), 4 scénarios pour faciliter l'évaluation future des changements climatiques. Ces scénarios "RCP" (pour Representative Concentration Pathways, ou "parcours de concentration représentatifs") intègrent :

- les séries temporelles des émissions et concentrations de tous les GES, les aérosols et les gaz chimiquement actifs,
- l'évolution de l'utilisation du sol.

Et ce, de manière à prodiguer de l'information sur les évolutions possibles pour les principaux agents de forçage du climat (ici tous ramenés en « équivalent-CO<sub>2</sub> », c'est-à-dire la quantité de CO<sub>2</sub> qui provoquerait le même forçage radiatif que la quantité émise de chacun des gaz pris en compte), ce qui permet l'établissement de modèles climatiques. Chaque scénario mène à un forçage radiatif différent : 8.5 (pour le pire scénario), 6, 4.5 et 2.6 W/m<sup>2</sup> à la fin du 21<sup>e</sup> siècle (Van Vuuren et al. 2011).

Dans cette dynamique, un projet international (Cordex) a vu le jour, avec pour objectif de modéliser le climat à une échelle régionale et d'en extraire les informations-clefs à prodiguer aux acteurs principaux concernant les changements climatiques, à une échelle cohérente pour chaque pays. En Belgique, l'initiative s'est développée autour de modèles à haute résolution spatiale (jusqu'à moins d'1 km) via le projet Cordex.be, auquel l'IRM a notamment participé.

Leurs principaux résultats sont repris ci-dessous. Il est à noter que les résultats de ces modèles sont basés sur une intégration du scénario RCP 8.5, à savoir le pire des 4 scénarios.

#### 3.1. Les températures

Les résultats des modèles prévoient un **réchauffement entre 2.6°C et 3.5°C** pour la période 2070-2100, avec un gradient assez clair sur le territoire belge ; les changements seront moins marqués à la côte belge que dans le sud-est du pays. De même, le nombre de jours qualifiés de « tropicaux » (dont la température maximale excède le 95<sup>e</sup> percentile de la température maximale journalière, à savoir, par exemple pour Uccle, une température au-dessus de 30°C), qui s'élève aujourd'hui à 4.5 par an, risque une augmentation de 15 jours par an (totalisant donc presque 20 jours par an pour la période 2070-2100).

D'une manière plus générale, les nombres de jours d'été et d'hiver sont aussi susceptibles de subir des changements marqués. Les jours d'été (d'hiver) sont ici définis sur base de la température (et non de la date), et sont calculés sur base d'un seuil qui délimite les 25% des jours les plus chauds (froids) des 30 dernières années comme des jours d'été (d'hiver). Ainsi, **le nombre de jour d'hiver se verra réduit**



**de 50 jours** en moyenne, alors que **le nombre de jours d'été augmentera de 52 jours** en moyenne, donnant ainsi des étés de 142 jours, et des hivers d'à peine 40 jours.

Enfin, alors que le climat actuel présente moins d'une demi-journée de vague de chaleur par an, on s'attend à ce que cela augmente à plus de 20 jours par an, avec des augmentations encore plus fortes en milieu urbain, comme à Anvers, Liège ou Bruxelles (voir section 4).

### 3.2. Les précipitations

Pour cette même période, on s'attend à des **effets opposés en fonction des saisons** quant aux précipitations. En effet, les précipitations hivernales ainsi que les pluies intenses devraient augmenter en moyenne de 20%, alors que les précipitations estivales pourraient diminuer jusqu'à 50%. La combinaison de plus faibles précipitations et d'une plus forte évaporation (due aux températures plus élevées) mènera également à une diminution du débit des rivières (plus de 50% d'ici la fin du 21<sup>e</sup> siècle), engendrant alors des risques de pénurie d'eau. Par contre, les orages violents qui caractérisent parfois les soirées estivales seront eux plus fréquents et plus intenses, ce qui participera par ailleurs à l'augmentation du risque d'inondation.

Le régime des précipitations neigeuses sera également soumis à de forts changements. Au vu des effets déjà observés sur la longueur de la saison neigeuse, il y a fort à penser qu'elle risque encore de se réduire au cours des années. De plus, les modèles pour les années 2070-2100 montrent une forte diminution des maxima d'épaisseur de neige.

#### En résumé : le climat belge à l'horizon 2100

- des **températures** plus élevées toute l'année (entre 2.6°C et 3.5°C)
- des **précipitations** plus importantes en hiver et réduites en été
- une réduction du **débit** des cours d'eau
- plus **d'événements extrêmes** (pluies intenses en hiver, orages et vagues de chaleur en été)

## 4. Évolution du climat en Région de Bruxelles-Capitale

La Belgique est l'une des zones les plus densément urbanisées en Europe et la prise en compte des villes et de leurs microclimats constitue dès lors un élément très important dans les stratégies d'adaptation au changement climatique, même à l'échelle nationale. De même, comme tout milieu urbain, la Région de Bruxelles-Capitale est elle-même particulièrement sensible aux changements climatiques, surtout compte tenu de sa forte densité de population et de la concentration des infrastructures sur le territoire.

### 4.1. Évolution future du climat bruxellois<sup>3</sup>

Bruxelles subit, de par sa nature, l'effet d'**îlot urbain de chaleur** (UHI pour *Urban Heat Island*, voir [Focus](#) sur le sujet), à savoir des températures en moyenne plus élevées que dans les environs suburbains et ruraux. Au sein même de la Région, on remarque une différence entre la périphérie bruxelloise, relativement épargnée du phénomène, une zone suburbaine, modérément impactée, et le centre-ville qui subit de manière forte l'effet d'îlot de chaleur.

Combiné à une nette augmentation projetée du nombre de vagues de chaleur en Belgique (bien qu'elles resteraient de durée < 10 jours) et d'une expansion urbaine à Bruxelles, **le stress thermique urbain projeté pour Bruxelles sur le milieu du 21<sup>e</sup> siècle serait deux fois plus grand que dans les zones alentours.**

En effet, alors que l'intensité de l'UHI (donc l'amplitude de la différence de température par rapport aux environnements ruraux environnants) ne semblerait pas augmenter, on noterait à Bruxelles une augmentation sensible du nombre de jours de chaleur (calculé comme **les jours où la température minimum est d'au moins 18°C et la température maximum d'au moins 30°C**), qui se verrait

<sup>3</sup> rapport du Cordex.be, Cugnon et al. 2019, Verdonck et al. 2019, Wouters et al. 2017



**quadrupler d'ici à la fin du 21<sup>e</sup> siècle.** Les impacts négatifs sur la santé (voir Section 4.2.1) seraient alors plus fréquents.

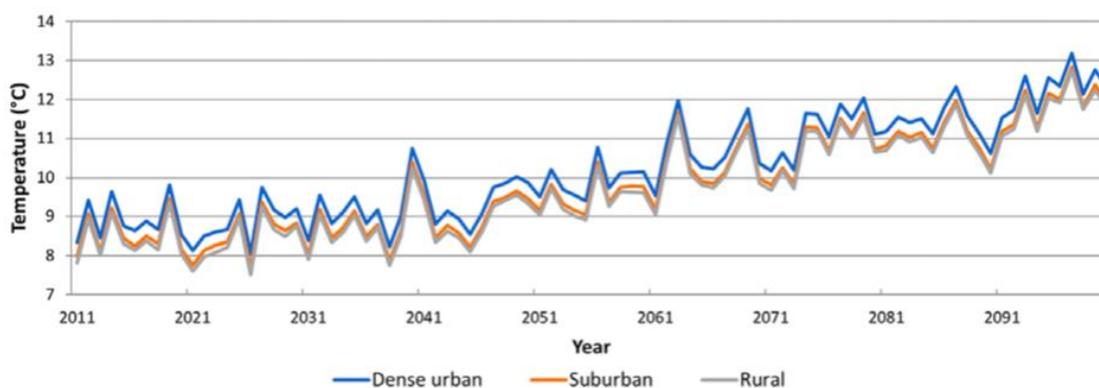
D'autre part, le nombre de jours où la température sera de plus de 25°C doublera, avec pour effet principal d'augmenter considérablement les **besoins énergétiques** pour l'utilisation d'air conditionné dans les bâtiments. De même, la **productivité**, particulièrement des métiers d'extérieur, se verra fortement atteinte. Il va sans dire que de telles chaleurs auront également des **effets considérables sur le confort thermique et la santé des citoyens**, particulièrement des groupes les plus à risque (bébés, jeunes enfants, personnes âgées et sportifs de haut niveau).

Enfin, le **risque d'inondation pourrait augmenter**, et ce en toutes saisons. En effet, d'une part, les précipitations hivernales sont prévues à la hausse, et d'autre part, les orages estivaux seront plus fréquents (voir le Focus sur les [Inondations importantes récentes](#)). De plus, alors que les températures plus élevées pourraient induire une évapotranspiration plus élevée, cet effet sera en réalité contrebalancé par une augmentation des surfaces imperméables suite à l'expansion urbaine (et cela dès 10% d'augmentation du bâti).

#### Figure 6.4 : Températures moyennes annuelles pour les régions urbaines dense (bleu), suburbaine (orange) et rurale (gris) en Région de Bruxelles-Capitale

Source : Cugnon et al. 2019

Note : La figure illustre les données entre 2010 et 2100, selon le scénario RCP8.5.



## 4.2. Conséquences et risques associés dans les différents secteurs<sup>4</sup>

De par la forte concentration de population et d'activités économiques au sein de Bruxelles-Capitale, la Région est particulièrement vulnérable à toute évolution brusque de son environnement naturel et socio-économique, et les changements climatiques sont donc à même de perturber fortement les activités sur le territoire.

### 4.2.1. Santé

Les **vagues de chaleur** sont, déjà à l'heure actuelle, une cause très importante de problèmes de santé au sein de la population. On compte en effet un nombre d'admissions à l'hôpital souvent élevé, parfois des accouchements prématurés, et surtout une surmortalité importante due à la chaleur. Durant l'été caniculaire de 2003, par exemple, on a enregistré jusqu'à 45 000 décès supplémentaires en Europe dus à des maladies cardiovasculaires et/ou pulmonaires suite à la chaleur. En Belgique, on a enregistré 3 vagues de chaleur durant l'été 2019, qui ont chacune coïncidé avec une surmortalité dans la population belge, et particulièrement à Bruxelles pour les 2 premières (respectivement 4% entre le 21 juin et le 2 juillet, et jusqu'à presque 35% pour la période du 19 au 27 juillet 2019). Bien qu'il existe encore une certaine forme d'incertitude quant aux causes exactes de cette surmortalité, l'Institut national de la santé publique ([Sciensano](#)) insiste sur la nécessité de se protéger contre les effets des fortes chaleurs pour limiter les risques, particulièrement au vu de l'évolution potentielle du nombre de vagues de chaleur dans le futur.

<sup>4</sup> Notez qu'une étude quantifiée sur les vulnérabilités de la RBC face aux changements climatiques a été réalisée en 2015. Les principaux résultats peuvent être consultés dans la rubrique [En détail - Climat](#) ou dans la [Fiche documentée n°3](#).



Au-delà des vagues de chaleur, l'augmentation générale de la température permettra plus que vraisemblablement l'arrivée de nouvelles **maladies** ou le retour de maladies précédemment éradiquées. En effet, des étés plus chauds et plus longs et/ou un climat généralement plus humide peuvent permettre l'installation d'insectes responsables de maladies telles que la maladie de Lyme (une augmentation de température influence l'activité des tiques ; voir [Focus](#) et [Fiche documentée n°44](#) sur le sujet), la dengue ou la malaria (moustiques), ou d'autres maladies transportées par des organismes au sang froid pour lesquels l'augmentation des températures à nos latitudes favoriserait leur expansion.

Le problème supplémentaire rencontré en RBC réside dans les **fortes inégalités sociales** entre un public vulnérable généralement regroupé dans des formes d'habitat dense dans le centre-ville, dans des logements de moins bonne qualité et avec des accès difficiles à des espaces verts, et une population plus aisée en périphérie bruxelloise.

#### 4.2.2. Biodiversité et forêts

De manière plus générale et à l'échelle de la Belgique, la biodiversité est un autre élément qui se voit fortement impacté par les changements climatiques. Les conséquences des dérèglements s'observent déjà, avec le **déplacement de certaines espèces** soit vers des latitudes plus au nord, soit vers des environnements à plus haute altitude. À l'échelle européenne, on note notamment le déplacement d'espèces de papillons, d'araignées et d'oiseaux ainsi que d'espèces maritimes en Mer du Nord (Parmesan & Yohe 2003 ; European Environment Agency 2017). Plus particulièrement, la Belgique voit arriver diverses espèces méditerranéennes : plusieurs espèces de libellules méridionales (particulièrement à Bruxelles), l'argiope frelon (araignée), et le guêpier d'Europe (oiseau qui niche désormais en Belgique) ([climat.be](#) ; Lafontaine 2009). Les changements dans la phénologie<sup>5</sup> de différentes espèces sont d'ailleurs, à eux-seuls, des indicateurs des changements climatiques en cours. Ces changements phénologiques perturbent non seulement l'espèce concernée, mais également les **interactions entre différentes espèces** (p.ex. si une fleur et son pollinisateur n'apparaissent plus en même temps, la survie des deux espèces peut être en danger). De même, l'arrivée de nouvelles espèces dans l'écosystème peut perturber ce dernier et modifier les relations qui existent entre les espèces initiales, principalement en termes de compétition pour la nourriture et l'habitat.

Le changement climatique aura vraisemblablement également un **impact négatif important sur nos forêts**, ainsi que sur la biodiversité qui y est associée. Des études ont montré qu'une concentration croissante de CO<sub>2</sub> pourrait stimuler la croissance des forêts, mais, sur le moyen-terme, cette croissance sera limitée par la **fertilité des sols** ainsi que la **sécheresse** relative causée par les changements climatiques. Dès lors, certains arbres seront de moins en moins aptes à se développer dans nos régions, parce que peu adaptés aux températures élevées (y compris en hiver) et à une faible disponibilité d'eau. Ainsi, le hêtre (qui représente 74% des espèces présentes en Forêt de Soignes) risque de dépérir en raison de déficits hydriques extrêmes (Latte 2015), et des sécheresses plus fréquentes menaceraient également le chêne pédonculé (14% de la surface de la Forêt de Soignes). Il existe également un risque important, mais encore difficilement prédictible, quant aux modifications des régimes de vent et aux événements de tempêtes. Les recommandations vont alors généralement toutes dans le même sens : localiser les arbres dans les meilleures conditions possibles (par exemple pour le hêtre, dans des vallons et des versants frais), et diversifier les espèces, afin de diluer les risques et de profiter des interactions bénéfiques entre essences pour ce qui est de l'accès aux ressources (Latte 2015; Daise et al. 2011). En Forêt de Soignes, on prévoit dès lors notamment l'abaissement à 46% de la superficie de la forêt qui serait maintenue pour le hêtre, dont 20% pour la hêtraie cathédrale, important patrimoine historique pour la région de Bruxelles-Capitale (voir l'[Etat sanitaire des hêtres et chênes en forêt de Soignes](#) et les Focus [Forêt de soignes et risques associés au changement climatique](#) et [Changement climatique et croissance du hêtre en forêt de Soignes](#)).

De plus, les changements climatiques favoriseront également le développement d'**insectes ravageurs** (voir les [Espèces exotiques envahissantes](#)). Là aussi, la diversification des essences aura son rôle à jouer, afin d'assurer la résilience de la forêt.

<sup>5</sup> La phénologie est l'étude des événements biologiques cycliques saisonniers ou des variations interannuelles, principalement en lien avec la première apparition d'animaux ou de plantes.



### 4.2.3. Ressources en eau

En termes de gestion de l'eau, les enjeux résident principalement dans la gestion des nappes phréatiques et des zones inondables, des canaux de navigation et de l'approvisionnement en eau potable.

Le risque accru d'inondations dues aux orages violents pourrait potentiellement endommager la **qualité des eaux souterraines** (voir également le Focus [Les inondations importantes récentes](#)), alors que les épisodes de sécheresse estivale tendraient à **réduire leur volume** et donc à diminuer la quantité d'eau utilisée pour la production d'eau potable. Les eaux de surface verraient également leur volume fortement réduit, ce qui entraînerait alors une plus faible dilution des polluants dans les cours d'eau, moins d'oxygène disponible pour les organismes aquatiques ainsi que des complications pour la navigation.

### 4.2.4. Énergie

La consommation d'énergie risque également d'être affectée par les changements climatiques, et principalement par les modifications du régime de températures. En effet, alors qu'il faudra potentiellement moins chauffer les bâtiments en hiver en raison de températures plus clémentes, les **besoins en refroidissement** pendant l'été seront plus importants, de manière à lutter contre les fortes températures estivales.

## 4.3. Actions : Orientation autour de 3 axes principaux

Pour contrer ces différents effets tant que possible en Région de Bruxelles-Capitale, il faut s'adapter aux impacts déjà observés, ainsi qu'atténuer les effets à venir, tout en s'y préparant : en augmentant la résilience<sup>6</sup> du territoire et en diminuant la vulnérabilité des systèmes au sein de la Région. Pour ce faire, il est possible d'orienter les actions autour de plusieurs axes principaux.

### 4.3.1. À l'échelle régionale : réduire les émissions carbone

Les émissions de gaz à effet de serre (GES) sont, par définition, la **cause première du changement climatique** que nous expérimentons à l'heure actuelle. Même si celles-ci tendent à diminuer dans certaines parties du monde (et notamment en Région de Bruxelles-Capitale), les concentrations de GES, quant à elles, sont en constante augmentation depuis le milieu du 20<sup>e</sup> siècle (voir, par exemple, la [quantité de CO<sub>2</sub>](#) présente aujourd'hui dans l'atmosphère). Ces GES sont divers, mais le Protocole de Kyoto, dans ses objectifs de réduction, vise les 6 principaux : le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>), le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), les hydrofluorocarbures (HFC), les perfluorocarbures (PFC) et l'hexafluorure de soufre (SF<sub>6</sub>).

En Région de Bruxelles-Capitale, ils sont émis principalement par deux secteurs : le **chauffage des bâtiments** (résidentiel et tertiaire) et le **transport**. À eux deux, ces secteurs émettent plus de 80% des émissions directes de gaz à effet de serre (chiffres de 2017, plus de détails dans [l'indicateur sur le sujet](#)). Au-delà des émissions directes, les émissions indirectes de GES (liées par exemple à la consommation d'électricité ou à la production de biens de consommation à destination des Bruxellois) ont une part de responsabilité encore plus grande que les émissions directes<sup>7</sup>.

Il semble donc évident qu'un premier axe d'action pour lutter contre le réchauffement climatique se situe autour des activités énergivores au sein de la RBC.

Dans cette dynamique, la Belgique ainsi que la Région s'inscrivent dans toute une série d'accords internationaux, nationaux et régionaux en vue de diminuer les émissions de GES (voir [Fiche documentée](#) sur les accords pour lutter contre le changement climatique). Plus particulièrement, la Région bruxelloise a mis en place toute une série de mesures dans son [plan régional Air-Climat-Énergie](#) (établi en 2016), qui visent à réduire les émissions de GES en RBC de 30% à l'horizon 2025 par rapport aux émissions de 1990. Le [Plan énergie climat 2030 de la Région de Bruxelles-Capitale](#), quant à lui, s'inscrit dans la lignée du plan précédent et correspond à la contribution de la Région au [projet de Plan](#)

<sup>6</sup> Capacité d'un système à s'adapter à une perturbation exogène et à maintenir son fonctionnement.

<sup>7</sup> À l'heure actuelle, il est encore difficile de quantifier de manière exacte les émissions indirectes de GES en RBC. On estime cependant qu'elles sont environ 5 fois plus importantes que les émissions directes.



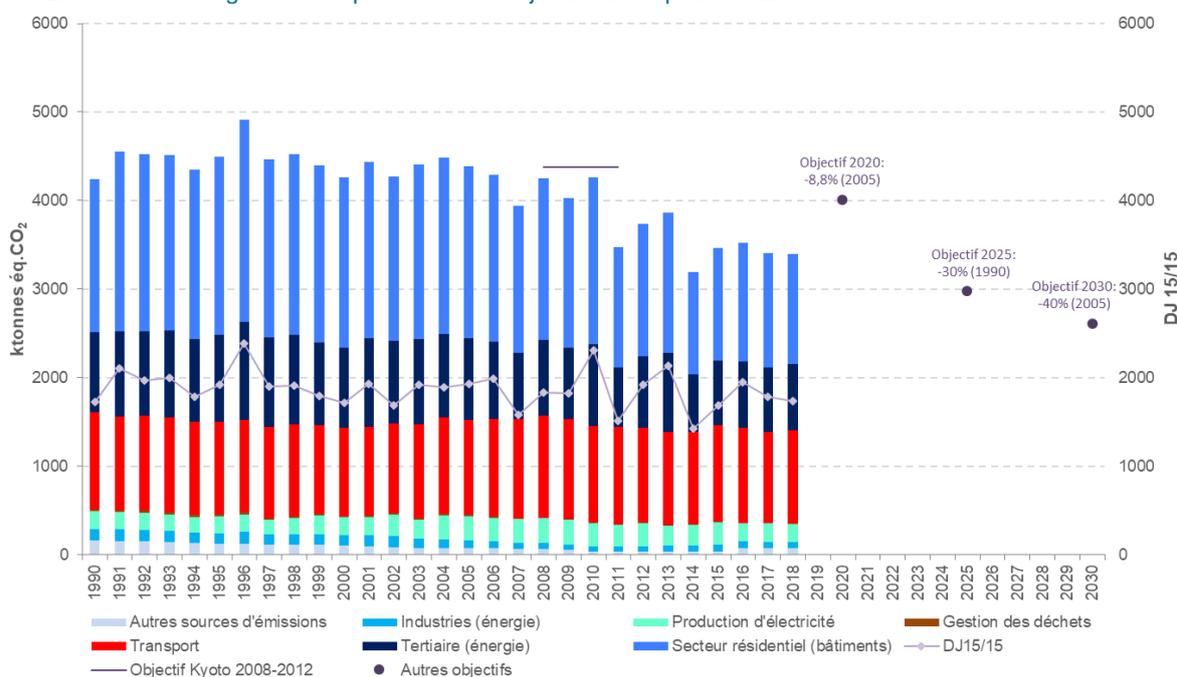
[National intégré Energie Climat Belge 2021-2030](#) adopté par le gouvernement en octobre 2019 (voir aussi le Focus [Planification: les plans environnementaux](#)).

La Région de Bruxelles-Capitale a donc mis en place divers objectifs de réduction des émissions carbone (suite à des engagements volontaires ou à des accords internationaux), à différentes échelles temporelles. Ils sont repris dans le graphique ci-dessous (Figure 6.5) et détaillés notamment dans l'[indicateur GES](#).

**Figure 6.5 : Evolution des émissions de GES en Région de Bruxelles-Capitale, par secteur**

Source : Bruxelles Environnement, Dpt Evaluation Air Climat Energie, 2020<sup>8</sup>

Note : En mauve sont également représentés les objectifs futurs pour la RBC.



#### 4.3.2. À l'échelle des quartiers : une structuration plus adaptée de la ville en expansion

La population bruxelloise est en **constante croissance depuis le début des années 2000**. Elle est ainsi passée de juste sous le million d'habitants en 2000 à 1,2 millions d'habitants en 2019. Les projections futures prévoient quant à elles une **augmentation de 15% de la population bruxelloise d'ici 2070**, et une augmentation potentiellement encore plus importante à l'horizon 2100, en raison des importants mouvements de migration qui seraient provoqués par le réchauffement climatique lui-même<sup>9</sup> (voir la [Carte des déplacements mondiaux dus à des conflits ou à des désastres en 2019](#)).

La région sera donc inévitablement exposée à une croissance urbaine nécessaire pour accueillir une population croissante. Dès lors, si l'expansion urbaine en elle-même sera probablement difficile à éviter, le meilleur champ d'action sera **de structurer la ville** de manière à anticiper et à s'adapter au réchauffement climatique et à rendre efficace l'organisation des quartiers, des déplacements et de l'accès aux services.

<sup>8</sup> Version du document source : GES-synthesis\_1990-2018\_sub2020.xls

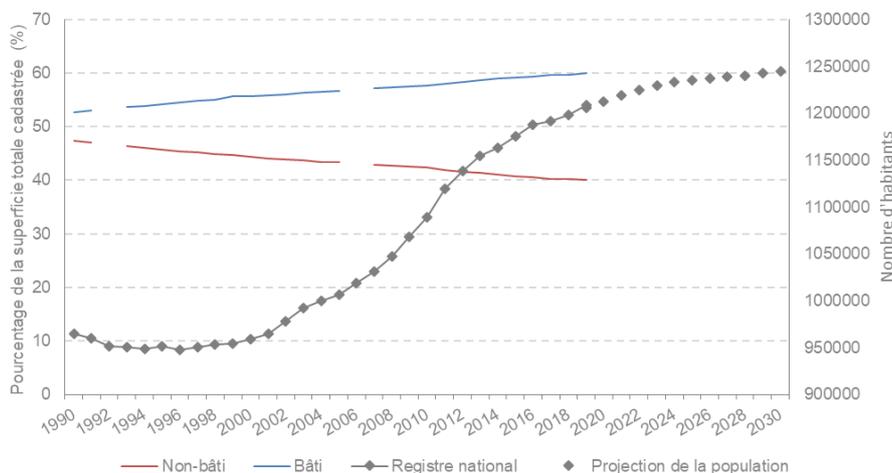
<sup>9</sup> L'ONU estime à environ 250 millions le nombre de réfugiés climatiques dans le monde d'ici à 2050.



### Figure 6.6 : Evolution des surfaces bâties (rouge) et non-bâties (bleu), et évolution du nombre d'habitants (gris)

Source : Statbel

Note : L'évolution du bâti et du non-bâti est exprimée en pourcentage de la surface cadastrée en Région de Bruxelles-Capitale. L'évolution de la population comprend les projections jusqu'en 2030.



Alors qu'à l'échelle mondiale, l'avenir du paysage urbain est encore fort incertain<sup>10</sup>, la Région de Bruxelles-Capitale a pour l'instant adopté une politique plutôt axée sur **la rénovation et la durabilité** des quartiers, entre autres. Le gouvernement bruxellois, dans sa [Déclaration de politique générale \(législature 2019-2024\)](#), a ainsi fortement mis l'accent sur la transition environnementale nécessaire pour la Région, et met particulièrement en avant les nécessités dans les différents secteurs : de l'innovation pour la transition économique, une offre de transports accrue pour une meilleure mobilité, une intégration du développement territorial pour faire face aux enjeux climatiques, une stratégie énergétique (rénovation du bâti et énergies renouvelables), et enfin une gestion des déchets qui favorise la réduction, le réemploi et le recyclage.

Dans cette dynamique, la plateforme [Be Sustainable](#), développée par la cellule « Ville Durable » de Bruxelles Environnement (et officiellement lancée en mai 2020), vise à mettre en réseau et à accompagner les démarches de développement de **quartiers durables**. En collaboration avec les différents acteurs du développement urbain en Région de Bruxelles-Capitale, le réseau vise l'inspiration mutuelle et l'échange de connaissances, et met en relation des professionnels avec des pratiques innovantes en vue de développer des quartiers plus durables. La démarche se veut transversale, à savoir intégrant les multiples facettes qui déterminent le développement d'un quartier et la vie qui s'y développe ensuite. On note entre autres la vision globale adoptée, l'aménagement spatial, la gestion de l'eau, la mobilité, l'impact sur l'environnement, ...

#### 4.3.3. À l'échelle des infrastructures et des bâtiments : éviter la production locale de chaleur et augmenter la résistance à la chaleur

Dans la conception (ou la rénovation) de quartiers durables, il est important d'adopter des structures qui favorisent l'efficacité (voir Figure 6.7). On favorise dès lors généralement les formes urbaines compactes (n°1 dans la figure), qui permettent de réduire les distances entre les services, d'offrir un meilleur accès aux transports en commun et ainsi, d'avoir une meilleure efficacité énergétique et un moindre impact sur l'environnement. Il faut cependant veiller à ce qu'une forme urbaine compacte soit intelligemment conçue afin d'éviter la production de microclimats néfastes.

<sup>10</sup> De nombreuses visions différentes (mais pas nécessairement mutuellement exclusives) existent quant au développement futur des villes et du paysage urbain. On note par exemple le concept de *smart city* (ville axée sur le digital et les technologies de télécommunication au bénéfice des citoyens), le concept de *green city* (ville axée sur les espaces naturels tant pour le confort des citoyens que pour la lutte contre le réchauffement climatique), l'idée de « verticaliser » les villes (construire en hauteur plutôt qu'en largeur pour réduire l'empreinte du bâti et laisser des espaces naturels), ... (Eurostat, 2016)



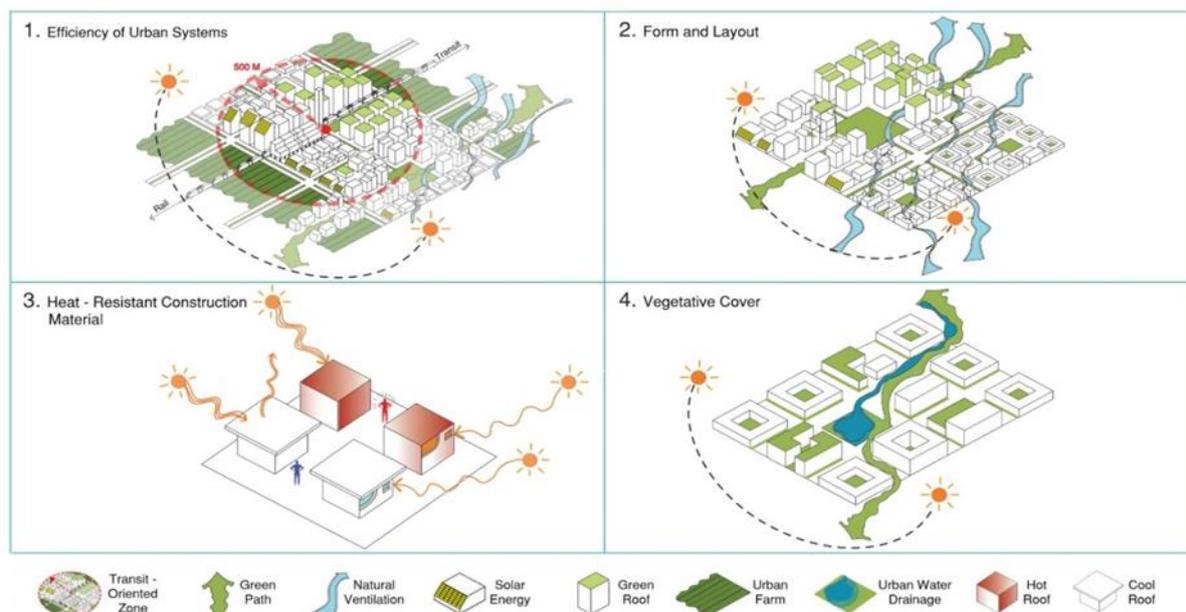
Diverses mesures sont alors préconisées :

- Investir dans le développement de **couloirs de circulation piétonne et cycliste** qui incitent à la mobilité douce (1) pour les déplacements intra-urbains. Combinés à des parcs ou autres espaces verts, ils participent également à la séquestration du carbone et au refroidissement de l'environnement urbain
- Améliorer la **ventilation naturelle** (2) en exploitant les brises d'été dominantes
- Augmenter les **zones ombragées** (3) en orientant les quartiers en fonction du soleil
- Adapter la **forme et les surfaces des bâtiments** (3) : augmenter l'albédo à l'échelle de la ville (surfaces des bâtiments réfléchissantes), favoriser les brises d'été et réduire les vents d'hiver (grâce à des surfaces rugueuses) et adopter des matériaux avec une faible capacité de chaleur.
- Établir des infrastructures « gagnant-gagnant » qui bénéficient dans tous les cas à l'attractivité de la ville et au confort des citoyens (4) (voir aussi les Focus sur les [îlots de fraîcheur](#) et de [chaleur](#) à Bruxelles):
  - o **Infrastructures « vertes »** (arbres, parcs, toits végétalisés,...) qui participent à de multiples niveaux : réduction des températures extérieures, réduction du ruissellement des eaux, réduction de la pollution et séquestration du carbone, évaporation accrue (donc gestion durable du cycle de l'eau), et réduction de l'effet d'îlot urbain de chaleur.
  - o **Infrastructures « bleues »** (étangs, ruisseaux, fontaines, canal, ...) qui participent également au rafraîchissement par évaporation.

Ces avantages indirects sont ainsi susceptibles d'induire des modifications multi-sensorielles dans la perception de l'espace urbain (notion d' "ambiance"), car les potentialités intrinsèques de ces espaces les transforment en lieux de détente, de rencontre et permettent un grand nombre d'activités.

**Figure 6.7 : Stratégies de planification urbaine pour faciliter les adaptations en milieu urbain**

Source : UCCRN ARC3.2 Urban Planning and Urban Design Chapter, Raven et al., 2018



Diverses études se penchent sur les impacts potentiels de ces mesures dans l'environnement urbain futur, à l'aide de modèles. Verdonck et al. (2019) montrent par exemple l'impact de la morphologie du paysage urbain (hauteur des bâtiments et densité du bâti) sur le microclimat urbain, avec un certain potentiel de rénovation et d'adaptation des habitations dans les régions les plus centrales et les plus denses de la ville de Bruxelles.

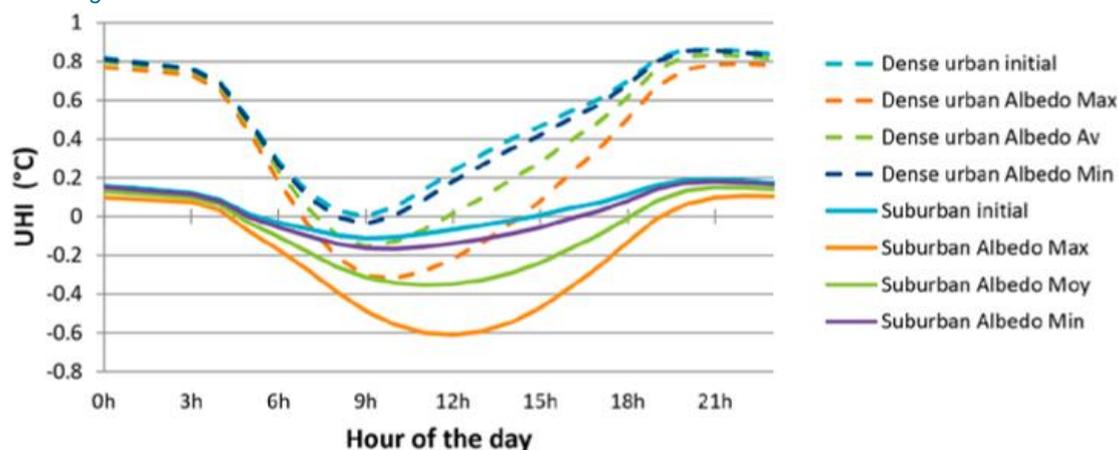


Cugnon et al. (2019), de leur côté, ont étudié les effets d'une modification de l'albédo et du couvert végétal.

- Ils montrent ainsi, pour un environnement urbain (*Dense urban* dans la Figure 6.8) et un environnement suburbain (*Suburban*), que des modifications sur l'albédo des bâtiments eux-mêmes peuvent avoir un impact sur l'effet d'îlot de chaleur. Plusieurs scénarios ont été envisagés (une augmentation minimale de l'albédo (*Albedo Min*), une augmentation moyenne (*Albedo Av*) et une augmentation maximale (*Albedo Max*) afin de quantifier les effets sur l'îlot urbain de chaleur. Ils ont ainsi montré que l'impact d'une modification de l'albédo se manifeste principalement durant la journée (puisqu'il est directement lié à la radiation entrante).
- Pour ce qui est du couvert végétal, deux scénarios sont également envisagés par comparaison à la situation initiale (à savoir 10% de couvert végétal dans les zones densément urbanisées) : un scénario à 30% (*Vegetation Fraction 0.3*), et un scénario à 50% (*Vegetation Fraction 0.5*) de couvert végétal (Figure 6.9). L'effet de cette modification du couvert végétal impacte beaucoup plus fortement l'effet d'îlot de chaleur durant la nuit (où il est le plus néfaste pour la santé puisqu'il empêche une bonne récupération grâce au sommeil). La végétation serait donc la solution la plus adéquate pour soulager les effets de la chaleur en environnement urbain.

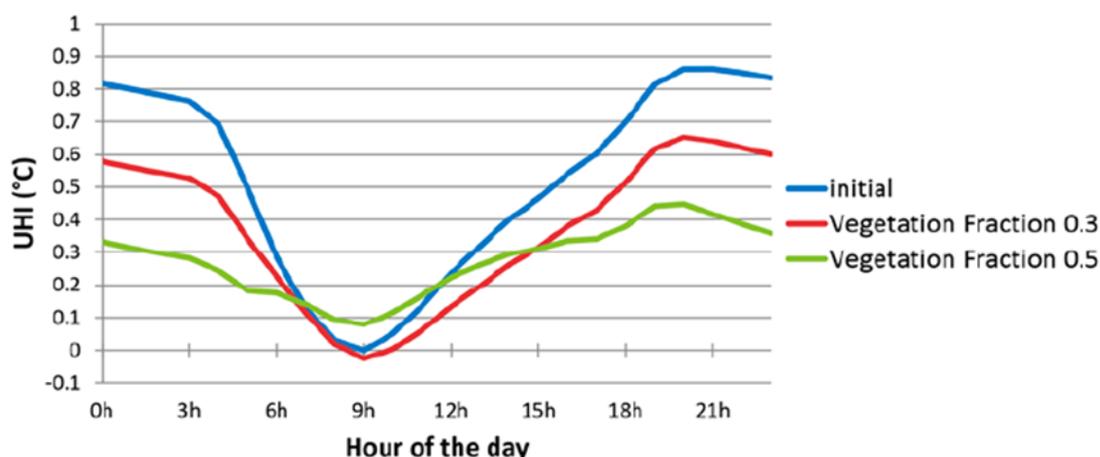
**Figure 6.8 : Cycle journalier de l'îlot urbain de chaleur<sup>11</sup> estival en milieu urbain (lignes pointillées) et suburbain (lignes pleines) en fonction de différents scénarios d'albédo**

Source : Cugnon et al. 2019



**Figure 6.9 : Cycle journalier de l'îlot urbain de chaleur<sup>11</sup> estival en milieu urbain en fonction de différents scénarios de couvert végétal**

Source : Cugnon et al. 2019



<sup>11</sup> L'indice UHI (Urban Heat Island) est obtenu en soustrayant la température initiale d'un environnement rural aux températures urbaines (lignes pointillées) et suburbaines (lignes pleines).

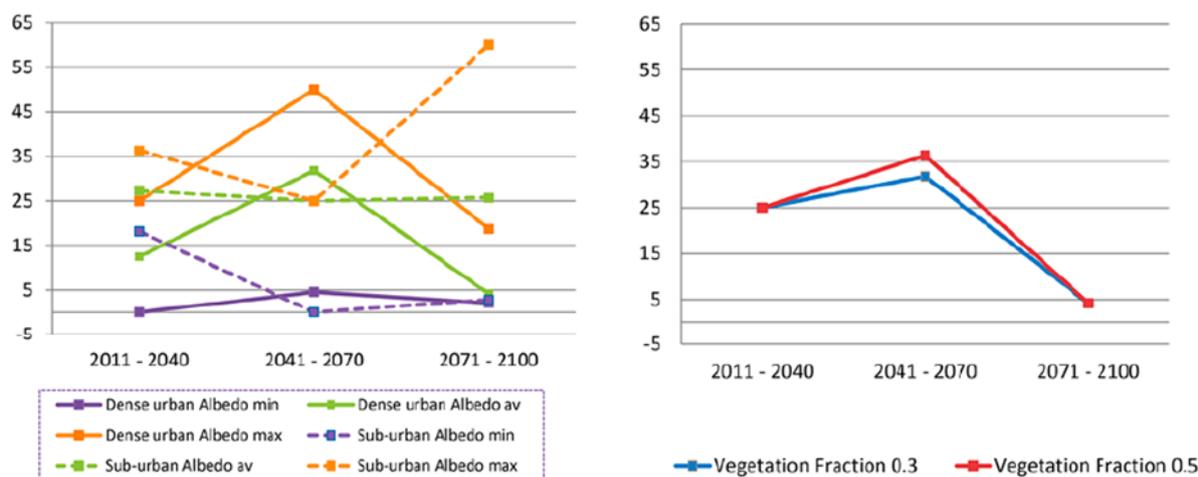


De même, ces mesures peuvent avoir un impact direct sur les vagues de chaleur dans le futur. La même étude s'est penchée sur leurs effets respectifs sur la proportion de vagues de chaleur évitée dans les années à venir (Figure 6.10). On constate alors que la modification de l'albédo et la modification du couvert végétal ont surtout un effet jusque dans les années 2070, mais diminuent très fortement ensuite (sauf pour le scénario d'un albédo maximal en milieu suburbain (orange pointillé)).

**Figure 6.10 : Portion de vagues de chaleur évitée (%) pour les scénarios sur l'albédo (gauche) et sur la végétation (droite), sur divers horizons temporels**

Source : Cugnon et al. 2019

Note : Les projections sont établies sur base du scénario RCP8.5.



Ainsi, de manière générale, de nombreuses études sur le sujet montrent également que ces adaptations sont en général très bénéfiques sur le moyen terme (2040-2070) mais deviennent presque insignifiantes sur le long terme (2070-2100) par rapport à la hausse de température généralisée annoncée suite au réchauffement climatique global. D'où la priorité à mettre sur la réduction des émissions de GES, de manière à ce que les adaptations urbaines voient leurs effets perdurer dans le temps.

## Sources

- BRUXELLES ENVIRONNEMENT, juin 2016. « Plan Régional Air-Climat-Energie », 185pp. Disponible sur : [http://document.environnement.brussels/opac\\_css/elecfile/PLAN\\_AIR\\_CLIMAT\\_ENERGIE\\_FR\\_DEF.pdf](http://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/PLAN_AIR_CLIMAT_ENERGIE_FR_DEF.pdf)
- BRUXELLES ENVIRONNEMENT, 2018. Projet de plan de gestion de la forêt de Soignes bruxelloise, Livre II - Objectifs et mesures de gestion. Disponible sur : [http://document.environnement.brussels/opac\\_css/elecfile/PLAN\\_Gestion\\_FS\\_Livre-II\\_FR](http://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/PLAN_Gestion_FS_Livre-II_FR)
- COMMISSION NATIONALE CLIMAT, décembre 2010. « Belgian National Climate Change Adaptation Strategy », 54pp. Disponible sur : [https://www.preventionweb.net/files/58312\\_belgiumnationaladaptationstrategy20.pdf](https://www.preventionweb.net/files/58312_belgiumnationaladaptationstrategy20.pdf) (uniquement en anglais)
- COMMISSION NATIONALE CLIMAT, décembre 2013. « Sixième communication nationale sur les changements climatiques en vertu de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques », 308pp. Disponible sur [https://climat.be/doc/NC6\\_FR\\_LR.pdf](https://climat.be/doc/NC6_FR_LR.pdf)
- COMMISSION NATIONALE CLIMAT, mai 2016. « Plan National d'adaptation pour la Belgique », 40pp. Disponible sur [https://environnement.brussels/sites/default/files/user\\_files/nap\\_fr.pdf](https://environnement.brussels/sites/default/files/user_files/nap_fr.pdf)
- CORDEX.BE, 2018. « Combining regional downscaling expertise in Belgium: CORDEX and beyond - Final Report », 119pp. Disponible sur : [https://www.belspo.be/belspo/brain-be/projects/FinalReports/CORDEXbe\\_FinRep\\_AD.pdf](https://www.belspo.be/belspo/brain-be/projects/FinalReports/CORDEXbe_FinRep_AD.pdf) (uniquement en anglais)



7. CUGNON G., CALUWAERTS S., DUCHENE F., HAMDY R., TERMONIA P., TOP S., VERGAUWEN T., VAN SCHAEYBROECK B., décembre 2019. « Climate Sensitivity to Land Use Changes over the City of Brussels ». *Geographica Pannonica*. Disponible sur : <https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/0354-8724/2019/0354-87241904269C.pdf> (uniquement en anglais)
8. DAISE J., VANWIJNSBERGHE S., CLAESSENS H., janvier 2011. « Analyse de l'adéquation actuelle et future des arbres à leur station en Forêt de Soignes bruxelloise ». *Forêt Wallonne*. Disponible sur : [https://www.foretwallonne.be/images/stories/pdf/folder/fw110\\_3-21\[adequation\].pdf](https://www.foretwallonne.be/images/stories/pdf/folder/fw110_3-21[adequation].pdf)
9. EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, février 2017. « Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016 », 424pp. Disponible sur : <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-and-vulnerability-2016#:~:text=This%20report%20is%20an%20indicator,and%20the%20underlying%20knowledge%20base> (uniquement en anglais)
10. EUROSTAT, septembre 2016. « Urban Europe – Statistics on cities, towns and suburbs ». 286pp. Disponible sur : [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Urban\\_Europe\\_%E2%80%94\\_statistics\\_on\\_cities,\\_towns\\_and\\_suburbs](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Urban_Europe_%E2%80%94_statistics_on_cities,_towns_and_suburbs) (uniquement en anglais)
11. HAMDY R., GIOT O., DE TROCH R., DECKMYN A., TERMONIA P., mars 2015. « Future climate of Brussels and Paris for the 2050s under the A1B scenario ». *Urban Climate*. (uniquement en anglais)
12. INSTITUT ROYAL METEOROLOGIQUE DE BELGIQUE (IRM), mai 2015. « [Vigilance climatique 2015](#) ». 87 pp.
13. INSTITUT ROYAL METEOROLOGIQUE DE BELGIQUE (IRM), 2020. « [Rapport Climatique 2020 – De l'information aux services climatiques](#) ». 92 pp.
14. LAFONTAINE R-M., DE SCHAEZTEN R., 2009. « Que s'est-il passé depuis l'an 2000 pour les libellules méridionales en Wallonie et à Bruxelles ? ». *Les naturalistes belges*. Disponible sur : <http://biodiversite.wallonie.be/servlet/Repository/?ID=21335>
15. LATTE N., décembre 2015. « Dendroécologie du hêtre en Forêt de Soignes : Les cernes des arbres nous renseignent sur les changements récents et futurs ». pp. 8-21. *Forêt.Nature*. Disponible sur : [http://document.environnement.brussels/opac\\_css/elecfile/ART\\_201512\\_DendrochronoHetreSoignes\\_VF](http://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/ART_201512_DendrochronoHetreSoignes_VF)
16. PARMESAN C., YOHE G., janvier 2003. « A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems ». *Nature* (uniquement en anglais)
17. RAVEN J., 2019. « From Climate Science to Design Practice ». *Urban Design Group* (uniquement en anglais)
18. VAN VUUREN D.P., EDMONDS J., KAINUMA M., RIAHI K., THOMSON A., HIBBARD K., HURTT G.C., KRAM T., KREY V., LAMARQUE J.F., MASUI T., MEINSHAUSEN M., NAKICENOVIC N., SMITH S.J., ROSE S.K., 2011. « The representative concentration pathways : An overview ». *Climatic Change*. Disponible sur : <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10584-011-0148-z.pdf> (uniquement en anglais)
19. VAN ZALINGE B.C., FENG Q.Y., AENGENHEYSER M., DIJKSTRA H.A., 2017. « On determining the point of no return in climate change ». *Earth System Dynamics*. Disponible sur : <https://esd.copernicus.org/articles/8/707/2017/esd-8-707-2017.pdf> (uniquement en anglais)
20. VERDONCK M-L., DEMUZERE M., HOOYBERGHS H., PRIEM F., VAN COILLIE F., juin 2019. « Heat risk assessment for the Brussels capital region under different urban planning and greenhouse gas emission scenarios ». *Journal of Environmental Management* (uniquement en anglais)
- WOUTERS H., DE RIDDER K., POELMANS L., WILLEMS P., BROUWERS J., HOSSEINZADEHTALAEI P., TABARI H., VANDEN BROUCKE S., VAN LIPZIG N.P.M., DEMUZERE M., septembre 2017. « Heat stress increase under climate change twice as large in cities as in rural areas: A study for a densely populated midlatitude maritime region ». *Geophysical Research Letters*. Disponible sur :



<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/2017GL074889> (uniquement en anglais)

21. Le site de l'Institut Royal Météorologique belge : [meteo.be](https://meteo.be). Dernière consultation : 29.06.2020
22. Le site fédéral belge pour une information fiable sur les changements climatiques : [climat.be](https://climat.be). Dernière consultation : 06.07.2020
23. Le site de Bruxelles Environnement sur l'Etat de l'Environnement en Région de Bruxelles-Capitale : <https://environnement.brussels/lenvironnement-etat-des-lieux>. Dernière consultation: 06.08.2020
24. Le site de l'Institut national de santé publique belge : <https://www.sciensano.be/fr/coin-presse/3-periodes-de-surmortalite-pendant-lete-2019>. Dernière consultation : 29.06.2020

## Autres fiches à consulter

Thème Climat :

- 2. Évolution du climat en Région bruxelloise - température et précipitations
- 3. La Région de Bruxelles-Capitale face au changement climatique
- 4. Les accords internationaux et engagements belges et bruxellois pour lutter contre le changement climatique
- 5. Les émissions de gaz à effet de serre en Belgique et en Région de Bruxelles-Capitale

Thème Eau :

- 8. Eaux pluviales et inondations

Thème Santé et Environnement :

- 44. La maladie de Lyme

## Auteur(s) de la fiche

RONSMANS Gaétane

Relecture : DAVESNE Sandrine, VERBEKE Véronique

Date : Juin 2020