

**L'adaptation au changement climatique
en Région de Bruxelles-Capitale :**

**Élaboration d'une étude préalable
à la rédaction d'un plan régional d'adaptation**

Rapport final : Version du 20 juillet 2012

Auteurs : Xavier Pouria, Ghislain Dubois, Adeline Cauchy, Jean-Paul Ceron & Julien Ghuisoland

Ce rapport est le livrable final de l'étude : « L'adaptation au changement climatique (CC) en Région de Bruxelles-Capitale : élaboration d'une étude préalable à la rédaction d'un plan régional d'adaptation ».

Le premier chapitre « **Contexte et objectifs de l'étude** » se focalise sur l'intérêt et la nécessité d'élaborer les enjeux de l'adaptation au CC de la RBC.

Le second chapitre « **méthodologie de l'étude** » comprend la démarche choisie par la RBC pour mener « son » étude d'adaptation.

Le troisième chapitre « **Benchmark** » comprend une analyse du benchmark qui se base sur une analyse comparative de l'adaptation au CC à différentes échelles (nationale, régionale, urbaine, européenne et internationale).

Le quatrième chapitre est relatif aux **avenirs climatiques de la RBC** : à partir des évolutions climatiques au vingtième siècle, il se poursuit par les projections climatiques du climat de demain en RBC aux horizons 2030, 2050 et 2085.

Le cinquième chapitre définit les **vulnérabilités de la RBC** au climat selon les thématiques essentielles de la RBC (aménagement du territoire-infrastructures, santé, énergie, eau, biodiversité-forêts, tourisme).

Le sixième chapitre propose une **stratégie d'adaptation** au changement climatique en donnant des orientations stratégiques et en proposant de nouvelles mesures ainsi que la mise en place d'un dispositif **d'indicateurs de suivi et d'impact** du changement climatique.

Enfin le septième chapitre présente les **conclusions et perspectives** de l'adaptation au changement climatique en RBC.

Table des matières

1. CHAPITRE 1 : CONTEXTE ET OBJECTIFS	4
2. CHAPITRE 2 : METHODOLOGIE DE L'ETUDE	8
2.1 PHASE 1 : PREPARATION ET CADRAGE DE L'ETUDE	9
2.2 PHASE 2 : IDENTIFICATION DES IMPACTS OBSERVES ET ATTENDUS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE	9
2.3 PHASE 3 : ANALYSE THEMATIQUE ET TRANSVERSALE DE LA VULNERABILITE DE LA REGION BRUXELLOISE	10
2.4 PHASE 4 : VALIDATION DES PRIORITES STRATEGIQUES ET PROPOSITION DE MESURES NOUVELLES	11
3. CHAPITRE 3 BENCHMARK	12
3.1 INTRODUCTION AU BENCHMARK	13
3.2 LA PLACE DE L'ADAPTATION DANS LES POLITIQUES CLIMATIQUES DES ÉTATS	14
3.2.1 <i>Les motivations à s'engager dans l'adaptation</i>	14
3.2.2 <i>L'élaboration des stratégies adaptatives : un processus de longue durée</i>	16
3.3 LE PILOTAGE DES TRAVAUX SUR L'ADAPTATION	18
3.3.1 <i>L'articulation des différents niveaux institutionnels</i>	18
3.3.2 <i>La distribution des responsabilités et leur coordination</i>	19
3.3.3 <i>Le rôle des parties prenantes et leur participation au processus</i>	21
3.4 LA METHODOLOGIE DES STRATEGIES D'ADAPTATION	22
3.4.1 <i>Vulnérabilités : secteurs et thématiques</i>	22
3.4.2 <i>Identification des éventuelles opportunités</i>	25
3.4.3 <i>L'articulation de l'action publique avec la recherche</i>	25
3.4.4 <i>Communication et sensibilisation</i>	26
3.4.5 <i>Évaluation et mise à jour</i>	26
3.4.6 <i>Le cas particulier des zones urbaines</i>	27
3.4.7 <i>Les enseignements des travaux flamands, wallons et fédéraux</i>	39
3.5 CONCLUSION DU BENCHMARK	41
3.6 SYNTHÈSE DU BENCHMARK	42
4. CHAPITRE 4 : LES AVENIRS CLIMATIQUES DE DE LA REGION DE BRUXELLES-CAPITALE 44	44
4.1 LE CLIMAT PASSE EN REGION DE BRUXELLES-CAPITALE	45
4.1.1 <i>Température</i>	46
4.1.2 <i>Précipitations</i>	50
4.1.3 <i>Vent et tempêtes</i>	53
4.1.4 <i>Ensoleillement</i>	53
4.2 LE CLIMAT FUTUR EN REGION DE BRUXELLES-CAPITALE	54
4.2.1 <i>Méthodologie utilisée pour les projections climatiques en Région de Bruxelles-Capitale et indicateurs-clés</i>	54
4.2.2 <i>Résultats aux Horizons 2030 et 2050</i>	60
4.2.3 <i>Résultats à l'horizon 2085</i>	62
4.3 CE QU'IL FAUT RETENIR	75
4.3.1 <i>Le climat passé</i>	75
4.3.2 <i>Le climat futur de la Région de Bruxelles-Capitale</i>	76
5. CHAPITRE 5 : LES VULNERABILITES DE LA REGION DE BRUXELLES-CAPITALE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE : CARACTERISTIQUES, DEPENDANCE ACTUELLE AU CLIMAT ET VULNERABILITE FUTURE	78
5.1 INFRASTRUCTURES ET AMENAGEMENT DU TERRITOIRE	79
5.1.1 <i>Caractéristiques principales</i>	79
5.1.2 <i>Dépendance actuelle au climat</i>	85
5.1.3 <i>Les paramètres climatiques en lien avec la thématique</i>	90
5.1.4 <i>Les vulnérabilités futures</i>	90
5.2 RESSOURCE EN EAU	100

5.2.1	Caractéristiques principales.....	100
5.2.2	Dépendance actuelle au climat.....	102
5.2.3	Les paramètres climatiques en lien avec la thématique	104
5.2.4	Les vulnérabilités futures.....	105
5.3	SANTÉ.....	112
5.3.1	Caractéristiques principales.....	113
5.3.2	Dépendance actuelle au climat.....	116
5.3.3	Les paramètres climatiques en lien avec la thématique	123
5.3.4	Les vulnérabilités futures.....	123
5.4	ÉNERGIE	133
5.4.1	Caractéristiques principales.....	133
5.4.2	Dépendance actuelle au climat.....	136
5.4.3	Les paramètres climatiques en lien avec la thématique	139
5.4.4	Les vulnérabilités futures.....	139
5.5	BIODIVERSITE ET FORETS.....	145
5.5.1	Caractéristiques principales.....	145
5.5.2	Dépendance actuelle au climat.....	150
5.5.3	Les paramètres climatiques en lien avec la thématique	154
5.5.4	Les vulnérabilités futures.....	155
5.6	LE TOURISME.....	165
5.6.1	Les principales caractéristiques du tourisme en RBC.....	165
5.6.2	Dépendance actuelle au climat.....	168
5.6.3	Les paramètres climatiques en lien avec la thématique	168
5.6.4	Les vulnérabilités futures.....	169
5.7	ANALYSE TRANSVERSALE	172
5.7.2	Une vision temporelle des vulnérabilités.....	180
5.7.3	Les vulnérabilités marquantes pour la région Bruxelles-Capitale : une vision transversale.....	182
6.	CHAPITRE 6 : VERS UNE STRATEGIE D'ADAPTATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ...	187
6.1	LES PRINCIPES DIRECTEURS DE LA STRATEGIE	188
6.2	LES ORIENTATIONS STRATEGIQUES	190
6.2.1	Anticiper et s'adapter à la chaleur en ville et dans l'espace public.....	190
6.2.2	Renforcer et adapter la gestion de l'eau et de ses impacts à la nouvelle donne climatique.....	192
6.2.3	Renforcer la préservation de la biodiversité et améliorer la résilience des écosystèmes.....	194
6.2.4	Les problématiques organisationnelles et institutionnelles de nature transversale	196
6.3	PROPOSITION DE NOUVELLES MESURES	198
6.4	VERS UN DISPOSITIF DE SUIVI DU CC ET DE SES IMPACTS EN RBC (INDICATEURS).....	208
7.	CHAPITRE 7 : CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	227
8.	CHAPITRE 8 : ANNEXES.....	228
8.1	COMPTE RENDU DE LA PREMIERE SERIE D'ENTRETIEN (JANVIER 2012).....	228
8.2	COMPTE RENDU DE LA DEUXIEME SERIE D'ENTRETIEN - PHASE 3 (MAI 2012).....	234
8.3	LES SCENARIOS D'EMISSIONS DU RAPPORT SPECIAL DU GIEC SUR LES SCENARIOS D'EMISSIONS DE GES.....	242
9.	CHAPITRE 9 : BIBLIOGRAPHIE	243

Chapitre 1 : Contexte et objectifs

Chapitre 1 Contexte et objectifs

Pourquoi s'adapter aux changements climatiques?

Le changement climatique est l'un des problèmes économiques, sociaux et environnementaux majeurs auxquels nous serons confrontés au cours du XXI^{ème} siècle. En effet, les activités humaines (déplacements, utilisation d'énergies fossiles dans les bâtiments, agriculture...) engendrent un effet de serre additionnel qui amplifie l'effet de serre naturel ayant permis le développement de la vie sur terre en ramenant la température moyenne de -18°C à +15°C.

Cependant, depuis environ un siècle et demi, la concentration des GES dans l'atmosphère ne cesse d'augmenter au point que les scientifiques prévoient des hausses de température sans précédent qui pourraient avoir des conséquences dramatiques sur nos sociétés. L'ampleur des changements dépendra fortement de l'évolution des émissions mondiales de gaz à effet de serre. Plus ces dernières seront élevées, plus les changements seront marqués. Ces changements auront des répercussions sur l'environnement, l'économie et la société.

C'est pourquoi mettre en place les incitations, les institutions, les technologies et les méthodes nécessaires à l'émergence de politiques de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) est devenu une priorité.

Dans le contexte fédéral belge, l'effort pour réduire les émissions a été réparti entre l'État fédéral et les trois Régions dans un accord de coopération qui date du 8 mars 2004. Conformément à l'accord entre les quatre entités, la Région de Bruxelles-Capitale s'est vue octroyée un plafond d'émissions, pour la période 2008-2012, de +3,5% par rapport à 1990.

Selon la déclaration gouvernementale et l'accord de Gouvernement 2009-2014, la Région de Bruxelles-Capitale s'engage dans un objectif ambitieux sur le Climat de réduction de gaz à effet de serre (par rapport à 1990) de -30% pour 2025 en intégrant les préoccupations connexes, telles que la qualité de l'air, la pollution atmosphérique et l'énergie.

En complément des politiques d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre (GES), il faut aussi se 'préparer à l'inévitable' à savoir s'adapter, en diminuant la vulnérabilité des systèmes face aux changements attendus et améliorer la capacité des systèmes à faire face aux changements.

Dans ce contexte, la Région de Bruxelles-Capitale (RBC) doit aussi se préparer à faire face aux effets des changements climatiques. Des mesures d'adaptation doivent d'ores et déjà être prises et leur importance ne cessera de croître. En effet, la RBC présente une vulnérabilité particulière compte tenu d'une forte concentration de population et du regroupement d'infrastructures et de biens matériels sur son territoire : elle pourrait dès lors être très sensible à toute évolution brusque de son environnement naturel ou socio-économique. L'adaptation à l'accroissement de l'intensité ou de la fréquence de certains aléas climatiques constitue donc un enjeu important pour l'avenir de la société bruxelloise.

L'élaboration d'une stratégie d'adaptation passe par la connaissance des futurs climatiques de la Région, par l'analyse et la hiérarchisation de ses vulnérabilités, puis par la recherche de solutions opérationnelles.

Combiner atténuation et adaptation

L'atténuation des émissions de GES et l'adaptation aux impacts du changement climatique sont les deux faces des politiques climatiques, dont les frontières et les rapports sont complexes. Une mauvaise adaptation peut avoir des effets en retour sur les consommations d'énergie et les émissions de GES induites (recours à une climatisation intensive pour lutter contre les fortes chaleurs, par exemple). Mais l'adaptation peut aussi avoir des vertus pédagogiques, quand la prise de conscience d'une vulnérabilité permet de convaincre de la nécessité d'agir pour réduire ses émissions de GES.

Et, au-delà des conséquences directes sur le climat ou sur les ressources environnementales, les études d'impacts du changement climatique mettent en évidence que les impacts les plus rapides sur nos modes de vie risquent d'être liés aux politiques d'atténuation menées à tous les niveaux (local, national, international). Cette donnée, combinée à l'évolution du prix de l'énergie pour les décennies à venir, pourrait peser lourd dans nos décisions.

La vulnérabilité au changement climatique (CC) de la Belgique

Différents projets de recherche et études opérationnelles ont déjà montré les impacts pressentis des changements climatiques sur le territoire belge, en dépit de l'incertitude qui entoure les exercices de projections climatiques à cette échelle territoriale. L'augmentation attendue des températures et des vagues de chaleur, la variation des régimes de précipitations, l'élévation du niveau de la mer auront incontestablement des répercussions :

- environnementales : modification des aires de distribution et de la richesse des espèces, modification des débits des cours d'eau, érosion des sols...
- socio-économiques : augmentation du risque d'inondation urbaine, répercussions sur la santé des citoyens (hausse des canicules et des allergènes par exemple), effets sur les réseaux de transport et de production énergétique, impacts sur la production sylvicole et agricole, modification du potentiel touristique...

Déjà vulnérable à certains événements climatiques (ex : inondations), la Belgique devra donc, en dépit des politiques sectorielles à l'œuvre, accroître sa capacité d'adaptation au changement climatique, si elle veut réduire sa vulnérabilité.

L'adaptation, une approche à construire et valider, en premier lieu, au niveau régional

Consciente de cette vulnérabilité, la Belgique a initié en 2010 sa stratégie nationale d'adaptation et sa feuille de route quant à l'élaboration du futur plan national d'adaptation avec l'objectif de proposer un plan national d'adaptation en 2013. Compte tenu du caractère "bottom-up" (de la base vers le sommet) de l'adaptation et des compétences régionales en matière d'environnement, certaines initiatives régionales pour l'élaboration de ce plan d'adaptation ont déjà débuté : les Régions wallonne et flamande ont dernièrement réalisé des études sur la base desquelles elles établiront un Plan régional d'adaptation. C'est donc au tour de la RBC d'entamer ce processus. L'étude proposée doit dès lors servir de base à l'élaboration du plan d'adaptation de la RBC. Enfin, l'autorité fédérale examine à son tour le rôle qu'elle peut jouer et la contribution qu'elle peut apporter à l'adaptation au changement climatique.

Ces différentes initiatives et leurs résultats seront fusionnées dans un Plan national d'adaptation, fondé sur la Stratégie nationale d'adaptation et complémentaire à celle-ci.

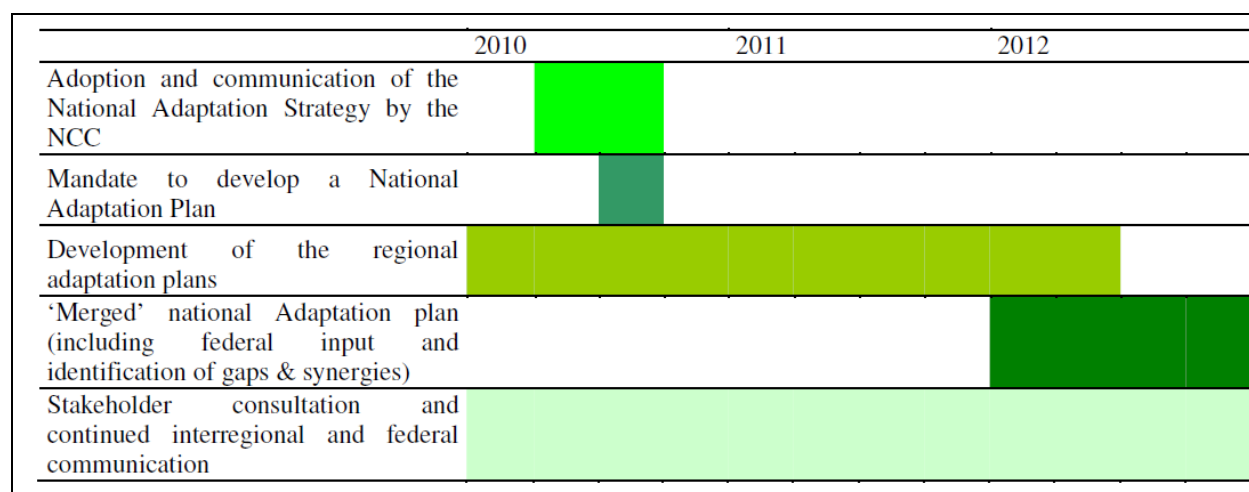


Figure 1-1: Feuille de route pour le plan d'adaptation national

(Source : National Climate Commission, 2010)

Chapitre 1 Contexte et objectifs

La RBC dispose de compétences-clés pour des politiques ambitieuses d'adaptation et d'atténuation au CC (environnement, aménagement du territoire, économie, transports, travaux publics, énergie...). Cependant ses caractéristiques socio-économiques la distinguent nettement des autres Régions car :

- plus densément peuplée ;
- essentiellement urbanisée avec une sensibilité au phénomène de l'îlot de chaleur ;
- dépendante des autres Régions dans certains domaines : disponibilité en eau potable, approvisionnement en énergie, ... ;
- plus hétérogène socialement (important dans les possibilités d'adaptation des populations).

Il convient donc d'évaluer précisément la vulnérabilité spécifique de la Région au regard de ses principales caractéristiques.

Il est également utile de rappeler que cette étude n'envisage que les impacts actuels et à venir des changements climatiques sur le territoire et la population de la RBC mais ne considère pas ou très peu d'autres influences à venir qui impacteront également de façon considérable la Région (raréfaction et hausse des prix des énergies fossiles, raréfaction des ressources naturelles, démographie croissante,...).

Chapitre 2 : Méthodologie de l'étude

Ce chapitre consacre la démarche méthodologique appliquée à l'étude d'adaptation menée en RBC (périmètres, phases, échéances...).

La méthodologie appliquée à cette étude, s'articule en quatre phases :

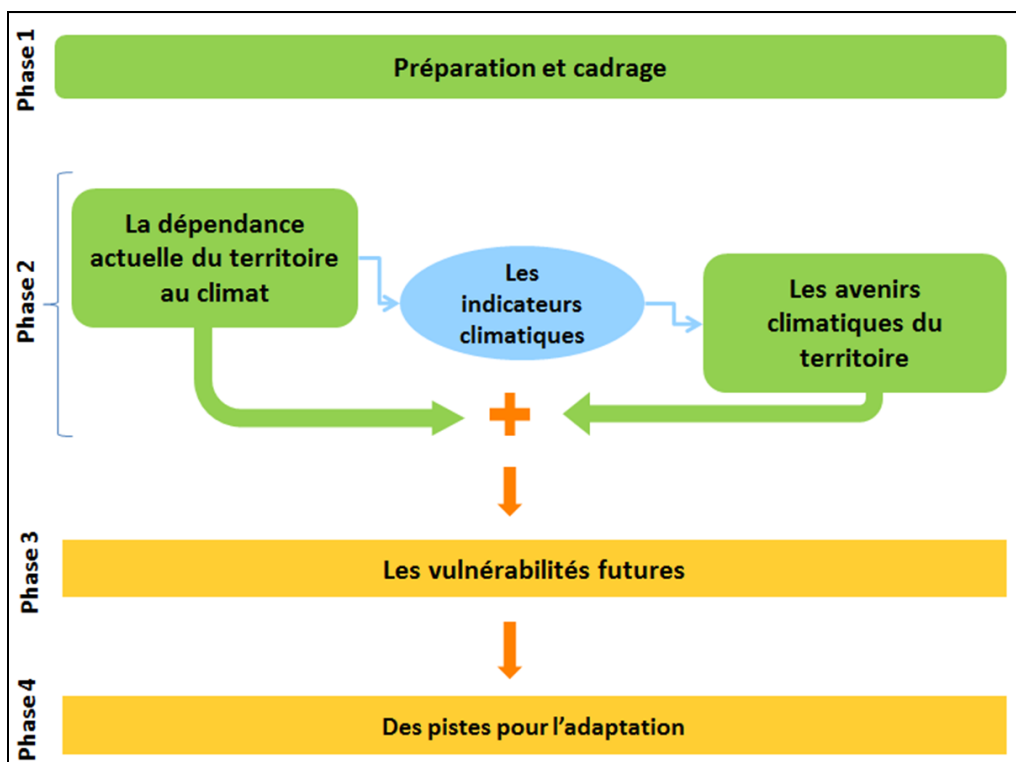


Figure 2-1 : déroulé méthodologique de l'étude

2.1 Phase 1 : Préparation et cadrage de l'étude

La phase 1 est consacrée au lancement de la mission, à la réalisation du benchmark international et à la définition d'un groupe de personnes ressources (acteurs institutionnels, socio-économiques et universitaires).

2.2 Phase 2 : Identification des impacts observés et attendus du changement climatique

La phase 2 documente les caractéristiques des secteurs impactés, détaille leurs vulnérabilités au climat actuel et recense les indicateurs du CC pertinents.

Les caractéristiques des secteurs (infrastructures et aménagement du territoire, santé, énergie, ressources en eau, biodiversité, tourisme) impactés par les changements climatiques sont présentées, en particulier les différents types de risques inhérents à ces secteurs. Les vulnérabilités identifiées au climat actuel en se référant notamment à certains événements et situations spécifiques observées, les conséquences de ces événements, les menaces et opportunités identifiées sont également analysées.

Les personnes ressources préalablement identifiées sont consultées lors d'un premier entretien téléphonique d'environ une heure afin de :

- renforcer l'identification de la bibliographie pertinente pour la Région de Bruxelles-Capitale ;
- mettre l'accent sur certaines particularités de la Région ;

Chapitre 2 Méthodologie de l'étude

- avoir un retour de terrain sur les mécanismes de la Région ;
- rendre compte d'un retour d'expérience climatique avec leur(s) domaine(s) de compétence ;
- les sensibiliser au changement climatique.

Un compte rendu des entretiens est présenté en annexe 1.

Les indicateurs du CC couramment utilisés pour observer et suivre les CC à l'œuvre, sont construits. Nous proposerons une liste d'indicateurs de suivi du changement climatique définis en nombre limités et fondés sur des statistiques existantes, en s'inspirant des travaux déjà effectués par d'autres organismes (Service de l'observation et des statistiques du ministère français de l'Ecologie, Observatoire National français sur les Effets du Réchauffement Climatique...) et des études spécifiques de la Région Flamande et de la Région Wallonne. Ils seront restitués sous forme de fiches.

On distinguera :

- des indicateurs climatiques (ex : évolution des températures, nombre de jours d'été, de gel, fréquence et intensité des fortes précipitations ;
- des indicateurs d'impacts (ex : évolution de la superficie de forêt, évolution de certaines espèces animales et végétales particulièrement menacées,...).
- des indicateurs de réponse (ou d'action ou encore d'adaptation) face aux CC (ex : Évolution du taux d'imperméabilisation des sols, ...).

Enfin, les projections climatiques de référence sont analysées afin de construire des scénarios des tendances climatiques à plusieurs horizons : 2030, 2050 et 2085 (avenirs climatiques de la Région).

2.3 Phase 3 : Analyse thématique et transversale de la vulnérabilité de la Région bruxelloise

Pour chaque thème étudié, les principales vulnérabilités identifiées lors de la phase 2 seront mises en perspective des projections climatiques afin d'évaluer le risque climatique au regard du scénario de référence.

L'analyse de la littérature existante permettra, en parallèle de l'analyse des vulnérabilités actuelles et futures :

- le recensement des actions déjà engagées ou planifiées, les indicateurs utilisés, les acteurs impliqués, le degré de mise en œuvre, le bilan qui peut en être tiré ;
- l'organisation et les différentes compétences des gestionnaires du territoire pour la prise en charge de ces questions.

Une seconde série d'entretiens en face à face avec les personnes-ressources permet de :

- vérifier ou d'approfondir des points identifiés lors de la phase 2, en particulier sur la mise en œuvre et le bilan des mesures d'adaptation ;
- confronter les études menées/ les mesures prises, aux projections climatiques réalisées : nous proposerons aux acteurs de réagir sur la base des données climatiques produites ;
- discuter des indicateurs de suivi du CC (indicateurs climatiques et indicateurs d'impacts) les plus pertinents pour les secteurs thématiques concernés ;
- Discuter des priorités stratégiques de chacun des thèmes traités pour la RBC ;
- Identifier les pistes d'action existantes, et discuter de nouvelles mesures envisageables.

Ainsi, Le développement des analyses sectorielles sera complété par une analyse des principales mesures d'adaptation engagées au regard des vulnérabilités identifiées et contribuera à l'analyse du risque climatique.

La mise en perspective des analyses thématiques dans une approche transversale permet d'exploiter l'ensemble des travaux réalisés afin de construire un diagnostic synthétique et de

prioriser les secteurs et les zones vulnérables. Un travail d'analyse transversale et de synthèse sera réalisé et formalisé sous forme de tableaux selon la caractérisation des impacts, l'évaluation du risque climatique et l'évaluation des mesures d'adaptations identifiées.

2.4 Phase 4 : Validation des priorités stratégiques et propositions de mesures nouvelles

Les priorités stratégiques dégagées en phase 3, sont synthétisées et validées.

Les nouvelles mesures sectorielles et transversales seront alors sélectionnées en tenant compte des priorités stratégiques.

Enfin les résultats sont présentés et discutés avec le Comité d'accompagnement, pour validation, et sur base des remarques et commentaires de la part du comité d'accompagnement, un rapport final complété et amendé, est remis.

Chapitre 3 Benchmark

Ce chapitre consacre le benchmark efficace des stratégies d'adaptation, travaux et expériences à différentes échelles (villes, Régions, États). En effet, Bruxelles est géographiquement une **ville** avec son espace périurbain, et administrativement une **Région** au sein d'un **État fédéral**, ce qui explique que les compétences en matière d'environnement de la Région de Bruxelles-Capitale se rapprochent de celles des autres États Européens.

3.1 Introduction au benchmark

Bruxelles est géographiquement une ville avec son espace périurbain, et administrativement une Région au sein d'un État fédéral, rassemblant à ce titre les compétences en matière d'environnement. **Un benchmark efficace doit donc s'inspirer de travaux et d'expériences menés à ces trois échelles : villes, Régions, États.**

Le benchmark international relatif à l'adaptation, se base sur une analyse comparative de :

- documents cadres (UNFCCC, Livre vert de la Commission européenne, EEA, etc.)
- plans et stratégies aux échelles nationale (France, Danemark, Finlande, Espagne, Irlande, Grande-Bretagne, etc.), régionale (Wallonie, Flandre, Grand Sud-Est de la France, Poitou-Charentes, etc.) et urbaine (Hambourg, Londres, etc.) en Europe.
- synthèses et analyses réalisées dans les Régions et villes européennes et d'autres métropoles mondiales (études de l'Ecologic Institute, de l'ONERC en France, de l'ONG canadienne the Clean Air Partnership, du projet européen INTERREG IV Grabs, etc.)

Les plans/stratégies d'adaptation au niveau des villes et Régions sont en nombre croissant. En général, dans les différents pays, l'effort a d'abord été concentré sur les exercices nationaux alors que les exercices concernant les villes et régions ont débuté plus récemment.

Les stratégies/plans nationaux sont plus nombreux et plus facilement accessibles, généralement disponibles en anglais ; ils évoquent fréquemment l'articulation avec les autres niveaux des territoires (le plus souvent en termes de perspectives). Par ailleurs, ils décrivent des approches de l'adaptation qui peuvent différer selon les pays : à cet égard, ils permettent des comparaisons et des mises en perspective intéressantes. La Région de Bruxelles-Capitale, étant donné ses compétences dans le domaine de l'environnement, peut s'inspirer de l'ensemble de ces démarches.

3.2 La place de l'adaptation dans les politiques climatiques des États

3.2.1 Les motivations à s'engager dans l'adaptation

Les motivations à s'engager dans une démarche d'adaptation aux CC sont à la fois liées à la protection des biens et des personnes (contre les aléas climatiques) et marquées par le contexte économique, social et démographique du territoire considéré, ainsi que par son insertion dans le contexte international.

On peut dresser une liste théorique de ces motivations, reprise dans la figure ci-dessous.

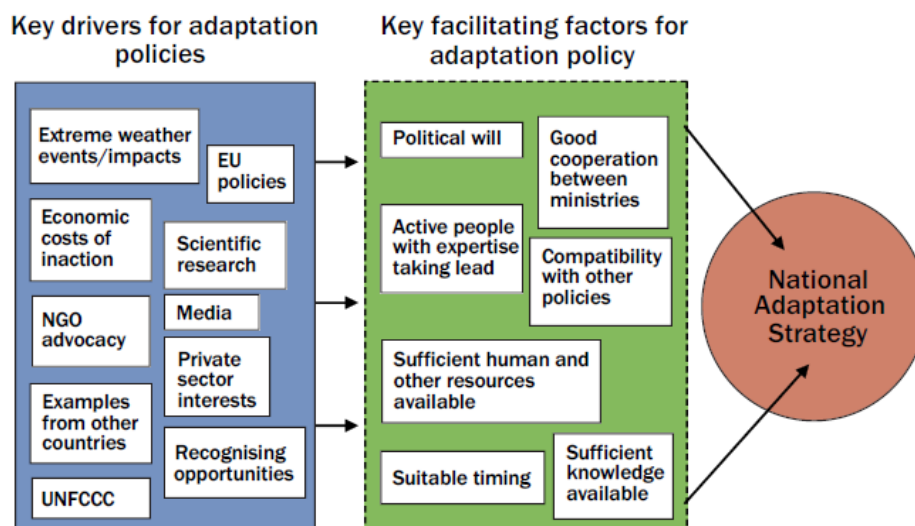


Figure 3-1: Motivations pour une politique d'adaptation au changement climatique

Source : [\(Swart, Biesbroek et al. 2009\)](#)

En règle générale et pour une entité donnée, il est difficile d'identifier une motivation dominante (les événements extrêmes par exemple), car l'attribution d'un tel événement au changement climatique (et non à la variabilité intrinsèque du climat) n'est pas assurée. De plus, les motivations interagissent les unes avec les autres : par exemple, des résultats scientifiques auront d'autant plus d'influence qu'ils seront répercutés auprès de l'opinion publique, elle-même largement façonnée par les médias.

Par ailleurs, un certain nombre de politiques actuelles prennent déjà en charge les aléas climatiques et/ou incluent parfois des considérations liées au changement climatique. S'il ne faut pas négliger leurs intérêts, il serait en revanche dangereux de s'en contenter. La mise bout à bout de mesures d'adaptation sectorielles (agriculture, tourisme, santé etc.) ou thématiques (inondations, disponibilités en eau douce, etc.) est insuffisante pour constituer un plan. Une vue plus large est nécessaire et un retour sur les motivations y contribue.

Les **négociations internationales** offrent un cadre conceptuel pour la mise en place des stratégies d'adaptation même si un certain nombre d'entre elles n'y font pas référence. Le site web de l'UNFCCC (*United Nations Framework Convention on Climate Change*) fournit une base de données sur les politiques d'adaptation et les expériences issues de divers endroits du monde¹, mais concerne essentiellement les pays les moins développés.

Les négociations internationales dans le cadre de l'UNFCCC créent également des **obligations** :

¹http://unfccc.int/adaptation/sbsta_agenda_item_adaptation/items/3633.php

Chapitre 3 Benchmark

- **Les articles 4.1 et 4.8 de l'UNFCCC** demandent aux parties de se préparer à et de mettre en œuvre l'adaptation au changement climatique et également d'aider les pays en développement à faire face aux conséquences du changement climatique;

La COP de Bali dans son plan d'action mentionne la nécessité pour les parties de renforcer leur action dans le domaine de l'adaptation et la nécessité de faire une place à l'adaptation dans les futurs accords post-Kyoto est maintes fois soulignée ;

- Le programme de travail de Nairobi sur cinq ans aide à la mise en place des programmes nationaux d'actions pour l'adaptation (NAPAs), mais cela concerne essentiellement les pays en développement (UNFCCC 2006) ;
- **La COP de Cancun** a permis de développer le programme de travail sur l'adaptation (Climate adaptation framework), qui invite toutes les parties à s'adapter, et distingue les pays développés, les Pays les Moins Avancés (PMAs) et les autres pays en développement ;
- **La COP de Durban** a permis de préciser la mise en œuvre des mécanismes : comité sur l'adaptation et Plan nationaux d'adaptation (NAPs et non plus NAPAs) dont la mise en œuvre par les PMAs ouvrira droit à des financements par la communauté internationale.

Au niveau européen, la référence reste le Livre Blanc sur l'adaptation, qui :

- pose l'adaptation comme un domaine dans lequel la subsidiarité s'applique ;
- fixe pour 2013 l'adoption par l'UE d'une stratégie communautaire d'adaptation ;
- recommande d'« Encourager le perfectionnement de stratégies d'adaptation nationales et régionales dans le but de les rendre obligatoires afin d'envisager l'adoption de stratégies obligatoires à partir de 2012 ».

L'UE est en outre, un important fournisseur de connaissances et de méthodes : mise en œuvre du portail de l'Agence Européenne de l'Environnement sur l'adaptation, élaboration de « Guidelines for the elaboration of Regional Climate Change Adaptations Strategies »...

Les **expériences d'autres pays ou Régions ou villes** peuvent également être source d'inspiration. Les informations les plus pertinentes sont à prendre des territoires présentant des conditions climatiques, socio-économiques et démographiques proches de celles de la RBC.

Les **recherches sur les vulnérabilités et les impacts** poussent également à la mise en place des stratégies d'adaptation. Il ne s'agit toutefois pas d'une démarche séquentielle où les études d'impact précèderaient systématiquement la réflexion sur les stratégies ; les premières laissent un certain nombre de domaines inexplorés alors que des réflexions sur les stratégies mettent en lumière des besoins de recherche.

Bien que sur le plan scientifique, il soit encore délicat d'établir une relation de causes à effets entre un événement extrême donné et le changement climatique, il n'en reste pas moins qu'en général, les **événements extrêmes** sont un facteur de prise de conscience des dangers des dérèglements climatiques dans l'opinion publique, et au-delà chez les décideurs. Cela favorise une prise en compte relativement précoce des risques de canicules, inondations et sécheresses.

Le **coût économique de l'inaction** face au changement climatique est également perçu comme une motivation à agir, en comparaison avec le coût de l'action. Au niveau planétaire, il faut rappeler l'impact décisif du rapport Stern ([Stern Review 2006](#)) qui a rompu avec des estimations des dommages bien plus faibles ([Nordhaus 1995](#); [Tol 2005](#)), en raison notamment de l'emploi d'un taux d'actualisation bien plus respectueux des intérêts des générations futures ([Godard 2010](#)). La démarche du rapport Stern reste très globale, les débats sur les coûts du changement climatique sont loin d'être terminés, et l'on manque d'études aux niveaux national, régional, local et/ou sectoriel. Toutefois celles-ci tendent à se multiplier, en particulier à l'initiative des assurances. Au fil des années on doit donc s'attendre à voir cet argument prendre de plus en plus d'importance.

3.2.2 L'élaboration des stratégies adaptatives : un processus de longue durée

Les démarches liées au changement climatique se sont longtemps concentrées sur l'aspect de l'atténuation, l'adaptation étant perçue comme défaitiste jusqu'à ce que l'on se rende progressivement compte qu'un niveau de changement climatique inévitable la rendait nécessaire.

Il résulte de cette démarche, la reconnaissance de la nécessité de deux piliers, atténuation et adaptation, constituants de « Plans climat ». Cette constatation toutefois ne met pas fin aux débats sur les « mérites comparés » de l'adaptation et de l'atténuation et sur la part respective des deux aspects dans la prise en charge du changement climatique par nos sociétés.

Comme le rappelle Olivier Godard, directeur de recherche au laboratoire d'économétrie de l'école Polytechnique, « *Au-delà de la prise en charge de la part inéluctable de transformation du climat [...] le thème de l'adaptation a, dans le passé, servi à minorer l'ampleur des efforts de réduction des émissions à consentir et, à présent, il est le vecteur d'un renoncement implicite à l'objectif de contenir l'augmentation de température à 2°C au-dessus du niveau préindustriel... Cette signification prend appui sur le mode de représentation économique qui pose l'adaptation et l'atténuation comme deux moyens alternatifs équivalents pour une même fin* ». Or, il se trouve qu'adaptation et atténuation ne sont pas symétriques, ne serait-ce qu'en raison du fait qu'« *au total, le centre de gravité des stratégies d'atténuation concerne une action immédiate et coûteuse à engager par les pollueurs pour un bénéfice collectif planétaire ..., tandis que le centre de gravité de l'adaptation est une action largement différée dans un temps assez éloigné, relevant de l'initiative privée des « victimes » pour des actions procurant des bénéfices privés, mais n'apportant à chaque fois que des réponses partielles et locales à tel ou tel aspect du changement climatique ... On est ainsi conduit à préconiser un double regard sur les mesures d'adaptation, en distinguant celles qui peuvent être mises en balance avec un effort de réduction des émissions dans un calcul d'ensemble et celles qui ne peuvent être éventuellement considérées que dans un état de nécessité où l'irréversible a déjà été commis* » (Godard 2010).

Le premier pays européen à avoir élaboré une stratégie nationale d'adaptation est la Finlande ([Ministry of Agriculture and Forestry 2005](#)). Ce travail fait suite à un plan climat (2001) et a été terminé fin 2004. Le document était appelé à connaître des approfondissements sectoriels et des plans d'action sous l'égide des différents ministères. D'autres pays ont suivi : jusqu'à la fin 2008 (date disponible sur le relevé de l'agence européenne de l'Environnement), la France ([ONERC 2007](#)), l'Espagne ([Gobierno de Espana 2008](#)), le Danemark ([The danish government 2008](#)), les Pays-Bas ([Ministry of Housing Spatial Planning and the Environment 2007](#)), le Royaume Uni ([HM Government 2010](#)) et l'Allemagne ([German Federal Cabinet 2008](#)) selon le recensement de l'EEA ([EEA 2010](#)). Naturellement, la situation évolue avec de nouvelles stratégies et l'approfondissement de celles publiées en direction de plans d'adaptation plus précis et listant des opérations (avec éventuellement les financements correspondants).

Ce processus d'élaboration d'un plan d'actions pour l'adaptation prend généralement plusieurs années. Par exemple, en France, des travaux préparatoires aboutissent à une stratégie validée fin 2006 ; des exercices d'évaluation des coûts et une concertation nationale aboutissent en 2009 à une série de recommandations détaillées. Un plan d'action les priorisant et précisant les financements a été élaboré en 2011, alors que certains voient dans cette échéance une précipitation excessive. L'Allemagne est calée sur une échéance de même type pour 2011. Au niveau régional, on peut citer l'état d'avancement des travaux de l'agglomération du Grand Londres ou de Hambourg qui permettent vraiment de parler de plans. Pour **Londres**, les actions sont spécifiées avec un acteur chef de file, des partenaires et des dates d'achèvement (même si ces actions consistent pour la plupart en une recherche de l'amélioration des connaissances) ([Mayor of London 2010](#)). **Hambourg** va encore plus loin en précisant dans un bon nombre de cas, le financement des actions ([Hamburg Parliament 2009](#)).

Chapitre 3 Benchmark

En outre, plusieurs pays ont adopté des plans climat dans lesquels figure un volet adaptation (ordinairement succinct) ; on peut citer la Turquie ([Republic of Turkey 2010](#)), l'Irlande ([Ireland 2007](#))...

En ce qui concerne les Régions, Etats fédérés ou grandes villes, il est encore plus délicat de dresser un inventaire à jour, que pour le niveau national. Le recensement de l'EEA identifie en Allemagne les exercices régionaux suivants : **Nord Rhénanie-Westphalie, Saxe, Bavière, Hesse et Brandebourg** ([EEA 2010](#)), ainsi qu'un plan climat très détaillé pour l'agglomération de Hambourg ([Hamburg Parliament 2009](#)). Le plan de Hambourg traite de l'atténuation pour la plus grande partie ; la prise en compte de l'adaptation est destinée à être renforcée dans le futur ; toutefois les actions proposées sont déjà suffisamment nombreuses et précises pour qu'il constitue une très intéressante source d'inspiration. De même, pour le Royaume-Uni, des exercices régionaux concernent **l'Ecosse** ([Scottish Government 2009](#)), le **Pays de Galles** ([Welsh Assembly Government 2010](#)). À cela, il faut ajouter la stratégie d'adaptation du Grand Londres ([Greater London Authority 2010](#)), à la limite de la stratégie et du plan, fournissant une liste détaillée de mesures envisagées mais demandant des études de faisabilité. En France on peut citer un exercice sur **cinq Régions du grand Sud-Est** (Auvergne, Corse, Languedoc-Roussillon, Provence-Alpes-Côte d'Azur, Rhône-Alpes) ([MEDCIE Grand Sud-est 2008](#)), , un autre en cours sur la **Haute Normandie**, et toutes les démarches menées dans le cadre des schémas régionaux climat air énergie (SRCAE) depuis l'adoption de la deuxième loi Grenelle qui rend obligatoire l'adoption de ce type de schéma avant fin 2012, avec un volet adaptation.

Il ne faut pas tirer de ces inventaires nationaux et régionaux des conclusions hâtives sur l'avancement des réflexions dans les différents pays. Certains ont opté pour une démarche descendante (top-bottom), ce qui permet d'adopter rapidement une stratégie nationale assez générale à laquelle des exercices régionaux et sectoriels viennent par la suite donner du corps : c'est le cas d'un bon nombre de pays dont la France. Le Royaume-Uni ([DEFRA 2008](#)) où un bon nombre d'exercices sectoriels ou de travaux méthodologiques (mise au point de démarches, guides) ex :([UKCIP 2008](#)) ont précédé ou accompagné la synthèse en une stratégie représente le cas de figure inverse (bottom-up).

3.3 Le pilotage des travaux sur l'adaptation

3.3.1 L'articulation des différents niveaux institutionnels

En Europe, l'articulation entre échelons territoriaux

L'échelle régionale est une des six échelles identifiées qui interviennent dans la prise en compte de l'adaptation au changement climatique ([Swart, Biesbroek et al. 2009](#)). Les 6 échelles sont : échelles internationale, supranationale, nationale, régionale, locale (les villes étant incluse dans l'échelle « locale »), échelle des parties prenantes et des individus. On peut s'attendre à ce que les relations entre les niveaux ne revêtent pas des caractères identiques entre les différents pays européens : convergences et différences méritent d'être explicitées.

Country	International	European	National	Regional	Local	Individual
Denmark		X	X	X	X	X
Finland		X	X			X
France	X	X	X	X	X	X
Germany	X	X	X	X	X	X
Netherlands		X	X	X	X	
Spain	X	X	X	X	X	
United Kingdom	X	X	X	X	X	X

Tableau 3-1: les niveaux multiples de gouvernance identifiés dans les stratégies nationales d'adaptation

Source : ([Swart, Biesbroek et al. 2009](#))

Le niveau international, dans le cadre de l'UNFCCC et des protocoles qui en découlent (ainsi que les accords passés lors des COPs), est une source d'obligations contraignantes pour les États. Ces obligations pèsent sur l'Europe qui les fait à son tour peser sur les autorités compétentes des Etats membres, via un cadre législatif contraignant.

Dans le cadre de cette étude, le niveau supranational concerné est l'UE qui, après s'être focalisée sur l'atténuation, a produit en 2007 un Livre vert (constat stratégique) sur l'adaptation ([Commission des Communautés Européennes 2007](#)), puis en 2009 un Livre blanc de propositions ([Commission des Communautés Européennes 2009](#)). Ces deux documents, bien que constituant des références fortes, n'ont pas de caractère contraignant.

L'UE insiste sur la nécessité de traiter l'adaptation aux niveaux institutionnels les mieux appropriés (principe de subsidiarité) et de bien définir les responsabilités des différents niveaux.

Le rôle attribué au niveau compétent est de définir un cadre, de lever les obstacles, de fournir des incitations et de coordonner les actions. Les stratégies d'adaptation dans les différents pays européens ne donnent pas les mêmes responsabilités à chaque catégorie de parties prenantes.

En Allemagne, les parties prenantes et les Länder ont été impliqués dans la mise en place de la stratégie nationale et le sont dans la construction en cours du plan ;

En Angleterre, une instance associant les trois Régions de l'Est, du Sud Est et le Grand Londres a été mise en place ;

La France se caractérise par une démarche inspirée du Grenelle de l'environnement associant les représentants de l'État, collectivités locales, du patronat, des syndicats et de la société civile ([Ministère de l'écologie de l'énergie du développement durable et de la mer 2010](#)). Les schémas régionaux climat, air, énergie (SRCAE), rendus obligatoires par la Loi Grenelle 2, ont répliqué le principe de cette gouvernance à cinq ;

Chapitre 3 Benchmark

En Finlande, très centralisatrice en la matière, il est prévu que la mise en œuvre de la stratégie d'adaptation dans les domaines de la planification spatiale se fasse en associant les régions ;

Au Danemark (sans doute le pays allant le plus loin dans la dévolution des responsabilités au niveau local), la stratégie fait appel au principe de subsidiarité pour faire porter sur les municipalités, les entreprises et les individus la responsabilité d'une adaptation à leur propre initiative et en temps utile. À titre d'exemple, les propriétaires fonciers en bord de mer sont clairement responsables pour la protection de leurs biens ;

En Ecosse, la stratégie insiste sur la nécessité de travailler avec les collectivités locales, (entrepreneurs etc.) et pour veiller à ce que les actions ne se traduisent pas par un renforcement des inégalités, ainsi qu'avec les organisations de la société civile qui bénéficient d'une large confiance de la part des citoyens.

3.3.2 La distribution des responsabilités et leur coordination

Dans tous les cas de figures, l'adaptation apparaît comme une responsabilité partagée, même si le partage n'est pas partout identique. Il en résulte bien évidemment un besoin de coordination entre les niveaux et les institutions. Trois possibilités émergent :

- une coordination à plusieurs niveaux proches du terrain, associée à une responsabilité centrale (cas de la Suède) ;
- une coordination centrale assurée par une administration publique (ex : département de l'Environnement (DEFRA) au Royaume-Uni) ;
- une coordination assurée par un organisme ad hoc (ex : Danemark).

On notera que le choix en matière de coordination peut précéder les décisions de partage des responsabilités, comme cela a pu être le cas pour la Suède, l'Espagne ou la Lituanie.

Chapitre 3 Benchmark

Le tableau 3.2 synthétise les réponses à ces deux questions pour un échantillon de cinq pays.

Pays	partage des responsabilités	coordination
Danemark	Responsabilités centrées sur le niveau sectoriel et municipal	Un forum de coordination piloté par le ministère du Climat et de l'Energie, indépendant des 9 ministères. Les associations des régions et des communes en font partie
Finlande	Coordination au niveau national. Le niveau régional ou local n'est pas mentionné	Groupe de coordination sous l'égide du Ministère de l'agriculture et de la forêt à des fins de suivi et d'appui à la stratégie
France	Obligations pour les niveaux infra-nationaux de développer leurs stratégies (schémas régionaux climat, air, énergie, co-pilotés par l'Etat et la Région)	Responsabilité de l'ONERC (Observatoire national des effets du réchauffement climatique)
Allemagne	Pas de partage défini mais la stratégie insiste sur la responsabilité du secteur privé et des collectivités locales. Le rôle du gouvernement fédéral est limité à la coordination, à l'arbitrage des conflits, à l'international, au conseil et parfois à la fiscalité	Coordination par le Ministère de l'environnement fédéral et application coordonnée par un groupe interministériel
Royaume - Uni	La stratégie nationale avalise les actions régionales et locales. L'Etat fixe le cadre, les obligations et lève les obstacles	Le gouvernement est responsable conjointement avec le DEFRA. Les questions internationales sont coordonnées par le Department for Energy and Climate Change

Tableau 3-2: Responsabilités et coordination

Source : ([Swart, Biesbroek et al. 2009](#))

3.3.3 Le rôle des parties prenantes et leur participation au processus

L'implication des parties prenantes peut permettre :

- de construire une connaissance partagée des impacts, vulnérabilités et des possibilités d'adaptation ;
- de mobiliser des savoirs et des savoir-faire qui sont inconnus dans l'espace public ;
- d'évaluer la capacité des acteurs à faire face aux impacts ;
- d'identifier les besoins prioritaires du point de vue des parties prenantes ;
- d'aider à identifier les adaptations possibles et à sélectionner les plus appropriées ;

Il est donc intéressant que les stratégies d'adaptation s'assurent une participation des parties prenantes lors de leur conception et/ou de leur mise en place, comme le montre le tableau suivant.

	<i>Participation in developing NAS Which and how were stakeholders involved?</i>	<i>Participation in implementing NAS Which and how will stakeholders be included?</i>
AT	<i>So far, through 2 stakeholder workshops, mainly experts and government officials</i>	<i>Not yet specified</i>
DE	<i>So far, through 3 stakeholder conferences, mainly experts and government/municipal officials</i>	<i>Not yet specified</i>
DK	<i>Public consultation process involving more than 40 respondents from a wide spectrum of society</i>	<i>Self-mobilisation of stakeholders is advocated in NAS. NGO's are not formally represented in the Coordination forum on adaptation</i>
FI	<i>Mainly representatives of ministries, researchers and sectoral stakeholders. Public hearing before NAS was finalised</i>	<i>The NAS is implemented in cooperation with sectoral stakeholders, primarily in the form of sectoral strategies and action plans.</i>
FR	<i>Stakeholder meetings</i>	<i>Not yet specified</i>
LV	<i>Mainly scientists, representatives of other ministries, agencies and enterprises. Development in workshops and interactive sessions</i>	<i>Not yet specified</i>
NL	<i>Mainly ministries, governmental representatives, experts on climate change</i>	<i>Regional consultation rounds and workshops with regional and sectoral representatives. Experiments with local interactive participation (B) in "Hotspots"</i>
PT	<i>Ministries, governmental representatives, local stakeholders, stakeholders per sector, mainly through workshops and conferences</i>	<i>Not yet specified</i>
ES	<i>Public consultation process for the adoption of the NAS</i>	<i>Not yet specified</i>
SE	<i>Participation and consultation processes are advocated in the upcoming climate bill</i>	<i>Not yet specified</i>
UK	<i>Developing the National Adaptation Strategy is mainly the work of scientists and policymakers.</i>	<i>Stakeholders are expected to be involved through the new "Partnership Board" to both advise government on the development of the programme and be active participants in it.</i>

Tableau 3-3: Les approches participatives dans les stratégies d'adaptation

Source : (Swart, Biesbroek et al. 2009)

On constate que lors de l'élaboration des stratégies, le cercle des participants est restreint aux fonctionnaires, experts représentant des collectivités locales (Ecosse) et associe des ONG (Danemark, Poitou-Charentes), des acteurs du privé (France), voire le public via une consultation par Internet (Espagne, Finlande, Grand Londres). Lorsque l'on s'oriente vers la mise en œuvre de la stratégie, le cercle des parties prenantes tend à s'élargir ; c'est ce que l'on constate par exemple pour le Royaume-Uni ou les Pays-Bas.

3.4 La méthodologie des stratégies d'adaptation

3.4.1 Vulnérabilités : secteurs et thématiques

Qu'il s'agisse d'approches nationales ou de niveau inférieur, on note de larges similitudes dans les études portant sur **l'identification des vulnérabilités**. Ceci étant, on peut distinguer les travaux qui optent pour une **vision large et exhaustive** des vulnérabilités (Allemagne, Poitou-Charentes ou Grand Sud-Est de la France) de ceux qui se focalisent probablement, dès le départ sur **quelques domaines prioritaires** (Ex : Grand Londres : risques inondation, sécheresse et chaleur) ([Mayor of London 2010](#)). La focalisation plus ou moins forte suivant les travaux renvoie à des choix initiaux de nature politique autant que scientifique : la liste des secteurs/problématiques est spécifiée dans le cahier des charges des études, même si l'expérience prouve qu'elle peut être infléchie par un dialogue entre le maître d'ouvrage et l'exécutant au début de l'étude.

Certains travaux **hiérarchisent** fortement les vulnérabilités (ex : Espagne, France, Pays-Bas, Poitou-Charentes), d'autres beaucoup moins. L'exercice de hiérarchisation ne se limite pas à un regard sur les secteurs d'activité, il est fréquemment associé à la mise en évidence de **problématiques transversales** (ex : Région wallonne, Région flamande, Poitou-Charentes) ; une problématique est qualifiée de transversale à partir du moment où les mesures d'adaptation la concernant conditionnent celles de plusieurs secteurs. Ainsi la stratégie nationale française identifie l'eau, la santé, la biodiversité, la gestion des risques comme problématiques transversales, à côté des secteurs économiques (agriculture, production d'énergie, tourisme, assurances, etc.).

Les problématiques transversales sont souvent considérées comme prioritaires (ex. pour Poitou-Charentes : l'eau, la gestion de la chaleur d'été et les submersions marines). Cas un peu particulier, le plan d'adaptation pour le Grand Londres identifie d'abord trois risques majeurs : les inondations, le manque d'eau et l'excès de chaleur, puis quatre problématiques transversales (cross-cutting issues) : la santé, l'environnement, l'économie, les infrastructures, qui recouvrent de fait des analyses de secteurs ou de milieu ([Mayor of London 2010](#)). La démarche est donc l'inverse de celle de Poitou-Charentes : les risques sont identifiés en premier, puis leurs implications sont déclinées par activité (ex : transports urbains).

Enfin, l'identification des vulnérabilités fait apparaître des spécificités nationales ou régionales : tout le monde n'est pas concerné par la vulnérabilité des milieux arctiques, des zones côtières, des montagnes, etc.

Vulnerable sector	DE	DK	ES	FI	FR	LV	NL	NO	PT	SE	UK
Agriculture	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Biodiversity/nature conservation	X	X	XX	X	XX	X	X	X	X	X	X
Energy, electricity supply	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Finance and insurance	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
Forests, forestry	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Human health	X	X	X	X	XX	X		X	X	X	X
Water resource management	X	X	XX	X	XX	X	XX		X	X	X
Construction and buildings	X	X	X	X	X		X		X	X	X
Fisheries	X	X	X	X		X		X	X	X	X
Coastal management	X	X	XX			X	X		X	X	X
Tourism and recreation	X		X	X	X		X		X	X	X
Spatial planning, land use	X	X		X			XX	X	X		X
Transport	X	X	X	X	X					X	X
Communications and infrastructure	X	X		X				X		X	
Industry	X		X	X	X						X
Emergency and rescue services	X	X				X					
Soils	X		X						X		
Foreign policy	X							X			
Hunting			X	X							
Mountainous zones	X		X								
Reindeer husbandry				X						X	
Arctic								X			

Tableau 3-4: Secteurs vulnérables et problématiques transversales repris dans les stratégies nationales

Source : (Swart, Biesbroek et al. 2009)

NB. Les secteurs clés(en vert) et les problématiques transversales (en bleu) sont affectés de X et XX

Chapitre 3 Benchmark

Régions / Villes	Ecosse	Pays de Galles	France Grand Sud-Est	Poitou-Charentes	Région wallonne	Région flamande	Hambourg	Londres
Vulnérabilités								
Eau								
Agriculture								
Forêt								
Biodiversité								
Aménagement du territoire								
Transports								
Infrastructures								
Logement								
Energie								
Santé								
Secours, urgences								
Entreprises								
Pêcheries								
Littoral								
Patrimoine historique								
Tourisme								
Risques naturels								

Tableau 3-5: Secteurs vulnérables et problématiques transversales repris dans les stratégies régionales

Source : ([MEDCIE Grand Sud-est 2008](#); [Hamburg Parliament 2009](#); [Scottish Government 2009](#); [Departement Leefmilieu 2010](#); [Mayor of London 2010](#); [Welsh Assembly Government 2010](#))

3.4.2 Identification des éventuelles opportunités

L'identification des aspects positifs du changement climatique est aussi pris en compte dans les travaux, quel que soit le niveau spatial ou institutionnel, du GIEC aux exercices régionaux.

En effet, des aspects positifs du changement climatique peuvent être actuellement constatés. Par exemple, l'augmentation de la période de croissance végétative et celle de la teneur en CO₂ de l'air se traduisent dans une bonne part de l'Europe par une augmentation des rendements agricoles et forestiers, ce qui ne manque pas d'être signalé. Des hivers plus doux signifient aussi moins de mortalité liée aux vagues de froids...

Cependant les travaux insistent sur le **caractère transitoire** et les **limites** de ces impacts positifs : avec le niveau attendu des changements climatiques à venir, des seuils seront franchis qui les annihilent.

3.4.3 L'articulation de l'action publique avec la recherche

Les différents types de recherche au service de l'adaptation

Du côté de la science, on peut distinguer trois types de recherches : fondamentales d'abord sur les systèmes climatiques, en second lieu sur les impacts et troisièmement sur les vulnérabilités et les adaptations. L'essentiel de la recherche a d'abord relevé de la première catégorie avant que ne se développent la seconde puis la troisième phase. En termes de moyens, la recherche sur les systèmes climatiques domine toujours ; elle est la plus éloignée et la moins aisément traduisible en termes pertinents à l'échelle locale.

On notera qu'au fil du temps, avec le resserrement de la maille des modèles, les résultats sont de plus en plus appropriables pour ces pays et peuvent même être utilisés à des échelles locales. Toutefois, les recherches sur les systèmes climatiques sont plus facilement transposables d'un pays à l'autre que les travaux sur les impacts, les vulnérabilités et l'adaptation, plus marqués par les spécificités locales, y compris socio-économiques. Il n'en reste pas moins que les travaux des pays ou Régions précurseurs peuvent être d'une grande utilité en termes de méthodes.

Les projections climatiques de référence

Les stratégies d'adaptation éprouvent naturellement le besoin de se référer aux futurs climatiques décrits par les scénarios. La nécessité d'un calage par rapport à plusieurs scénarios avec des perspectives de changements climatiques plus ou moins importants, essentiellement perçus à travers les températures², est bien plus fréquemment admise que celle d'utiliser plusieurs modèles (la stratégie nationale allemande le fait toutefois). Dans les stratégies nationales, la référence à des scénarios « SRES » (*Special report on emission scenarios*) est fréquente. Chaque pays ne choisit d'ailleurs pas les mêmes : cependant les stratégies danoise, suédoise et française ont en commun la référence A2 et B2. D'autres pays ou Régions (ex : l'Ecosse) se calent sur des scénarios construits par leurs instituts de recherche voire sur des scénarios aboutissant à une hausse de température de maximum 2°C, devenu l'objectif mondial.

Les exercices régionaux choisissent également des références diverses : la Région flamande se distingue en faisant référence aux quatre familles de scénarios SRES, la Région wallonne s'est plutôt focalisée sur la variabilité des résultats selon les modèles climatiques utilisés.

Créer des passerelles entre science et action

Le lien entre la science et ses utilisateurs nécessite des institutions, notamment pour établir des passerelles. Celles-ci doivent disposer des instruments, des méthodes, des techniques, des mécanismes permettant d'assurer la médiation entre sciences et politiques (ex : les études d'impacts), et également impliquer les acteurs des deux mondes, plus des professionnels de la médiation et de l'information.

Certaines institutions assurent d'abord un **appui méthodologique**. L'UKCIP, fondé en 1997, est un

² Le fait que les scénarios représentent des univers socio-économiques et démographiques différents est totalement passé sous silence

Chapitre 3 Benchmark

cas intéressant de ce type d'organisme. Travaillant à l'interface de la politique, de la science et de la société, il est connu pour ses analyses bottom-up, mais assurant le lien avec la recherche. Ainsi l'UKCIP Wizzard décrit de façon très détaillée les étapes de la construction d'une stratégie d'adaptation renvoyant pour chacune d'entre elles aux sources d'informations scientifiques ([UKCIP 2008](#)).

D'autres institutions assurent la **coordination** : elles peuvent être des services logés au sein de l'administration (ex : l'Observatoire nationale des effets du réchauffement climatique en France) ou des « projets » (ex : le climat « KOMPASS » au sein de l'Agence fédérale de l'environnement en Allemagne).

Des organismes ayant une fonction **de conseil et d'étude** constituent une troisième catégorie, comportant des universités ou organismes de recherche (ex. Potsdam Institute for Climate Impact Research), des agences à l'échelle Européenne (Agence européenne de l'Environnement) ou nationale (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie en France).

Enfin on doit inclure les structures qui se chargent de la **rédaction des stratégies**.

3.4.4 Communication et sensibilisation

Les documents analysés reconnaissent pour la majorité, la nécessité de communiquer et de sensibiliser. Les cibles sont à la fois les parties prenantes et le grand public. Dans la mesure où l'adaptation est souvent considérée comme étant l'affaire d'acteurs opérationnels, il est logique que ceux-ci soient convenablement informés.

Les premiers efforts de communication et de sensibilisation concernant le changement climatique ont porté sur l'atténuation, ce qui reflétait la priorité qui lui a été d'abord accordée, et qui se fait encore sentir.

Les outils mis en place pour la communication et la sensibilisation dans le cadre des stratégies ou plans d'adaptation sont très variables d'un pays à l'autre, notamment dans leurs ambitions et leurs façons de procéder. La question est plutôt de savoir si on se contente de mettre à disposition des informations « de base » (ex : Lituanie, Portugal) ou si un effort est fait sur des outils de vulgarisation tels que les brochures ou les guides et dans quelle mesure, la dimension de l'adaptation est présente. Par exemple, la stratégie / plan d'adaptation du Pays de Galles prévoit des actions de sensibilisation de la population vis-à-vis des impacts du changement climatique et plus particulièrement des risques d'inondations, des actions de communication ciblant les collectivités locales et les organisations de la société civile, ainsi que des informations et conseils en direction des entreprises ([Welsh Assembly Government 2010](#)).

Enfin il ne faut pas négliger l'apport des expériences étrangères, aspect destiné à être pris en charge au niveau de l'UE par la création (sous l'égide de l'EEA) d'une base de données et d'expériences sur les impacts, les vulnérabilités et l'adaptation mais également assurée par l'existence de réseaux tels que le projet Grabs, le Clean Air Partnership, ICLEI, etc.

3.4.5 Évaluation et mise à jour

L'adaptation ne doit pas être conçue comme un ensemble d'actions dont on peut dresser la liste aujourd'hui et qui assurerait une fois pour toute, l'adaptation du milieu à la transition du climat actuel au climat futur. On est en effet certain que nos sociétés vont devoir faire face à un climat qui va changer pendant des siècles (notamment en raison de l'inertie du système climatique) et dont on est loin de connaître actuellement toutes les conséquences. En bref, nos sociétés (et les sociétés qui suivront) devront s'adapter à un climat qui ne cessera d'évoluer.

Il en résulte que les stratégies d'adaptation devront être sans cesse révisées et qu'un plan d'adaptation portant par exemple sur les 20 années à venir, n'est qu'une étape dans un processus beaucoup plus long.

Ceci met en lumière la nécessité d'évaluer périodiquement les stratégies et les plans, de faire rapport sur ces évaluations, et, au final, de réviser les stratégies et plans en intégrant à la fois les connaissances nouvelles et les résultats de l'évaluation effectuée.

L'évaluation nécessite à la fois la fixation d'objectifs et le recours à des indicateurs si possible

quantifiés pour mesurer la progression effectuée. On en est loin, et seules les stratégies de la Finlande et du Royaume-Uni reconnaissent explicitement la nécessité de développer des indicateurs de performance quantitatifs (noter que l'Ecosse ne relaie pas cette exigence en dépit d'un programme d'évaluation et de révision plutôt précis ([Scottish Government 2009](#))).

Passer de l'intention à la réalisation ne sera pas aisé. Tout d'abord, on ne peut s'attendre à aboutir à un indicateur synthétique de l'adaptation, ce qui ne paraît ni réalisable (complexité) ni souhaitable (lisibilité, interprétation). Il semble plus intéressant de suivre chaque dimension ou action de l'adaptation via une série d'indicateurs, étant donné la diversité des enjeux. Même avec cette optique, le travail considérable effectué par le Potsdam Institute for Climate Impact Research ([Zebish, Grothmann et al. 2005](#)) sur les vulnérabilités et les capacités d'adaptation pour l'Allemagne ne réussit pas à aboutir à des indicateurs quantifiés et se replie sur des indicateurs qualitatifs qui peuvent parfois être subjectifs.

Face à ce type d'obstacle, la tentation est forte de recourir à des indicateurs déjà existants. Ainsi, la stratégie finlandaise recourt à des indicateurs existants de développement durable (autosuffisance alimentaire, usage de pesticides, etc.). Une autre voie consiste à se replier sur des indicateurs de procédures, quantifiés ou non (ex : nombre de plans de prévention des risques, existence de brochures sur l'adaptation au niveau régional), censés refléter des évolutions dans la prise de conscience ou les comportements.

3.4.6 Le cas particulier des zones urbaines

La question de l'adaptation dans les villes n'a commencé à être travaillée que récemment.

Les travaux en sont la plupart du temps encore à un stade exploratoire, à savoir un stade de diagnostic.

Les principaux facteurs de vulnérabilité identifiés, donc certains spécifiques aux villes, sont les suivants :

- un **urbanisme et un bâti inadaptés**, soumis au stress thermique et dont la consommation énergétique est loin d'être optimale ;
- des **normes de construction inadaptées** ou non respectées affectant la stabilité des constructions (problématique du retrait-gonflement des argiles affectant les constructions);
- des **ouvrages de protection inadaptés**, allant de pair avec une extension de l'urbanisation dans des zones à risques, en particulier des zones inondables ;
- un **usage non durable des ressources en eau** (ponction excessive, gaspillage, pollution) ;
- une mauvaise protection des ressources naturelles (ex. biodiversité), ne permettant pas de profiter de leurs services de régulation climatique;
- l'accumulation ou l'amplification possible d'effets, notamment **en termes de santé** (ex : qualité de l'air en cas de vagues de chaleur, îlot de chaleur).

La phase de l'identification des impacts et vulnérabilités est importante, mais elle peut parfois être quelque peu négligée parce qu'elle prend du temps, nécessite parfois quelques études, alors que les maîtres d'ouvrage de la stratégie ou du plan d'adaptation peuvent être pressés. Dans ce cas, le risque existe de se focaliser a priori sur les impacts les plus évidents, ou sur les domaines dans lesquels on a eu à pâtir récemment à cause d'événements extrêmes. C'est une critique qui a pu être formulée pour un certain nombre d'exercices d'adaptation dans les villes françaises, les faisant ainsi perdre en richesse d'approche par rapport à certaines expériences internationales.

Au-delà de la croissance des risques, il est également nécessaire de s'intéresser à leurs déterminants autres que le changement climatique. Par exemple l'augmentation du risque d'inondations est liée à l'urbanisation des zones inondables qui trouve sa raison majeure dans la pénurie du foncier, dans l'imperméabilisation des sols ou l'inadéquation des infrastructures. Plus généralement, la prospective de changement climatique doit être associée à une prospective des dynamiques urbaines qui peuvent en particulier jouer sur le long terme : le vieillissement de la population ou d'autres facteurs peuvent ainsi se traduire par une diminution de la population

Chapitre 3 Benchmark

(totale ou active) des villes dont il faudra tenir compte dans les politiques d'adaptation.

Le nombre de villes qui ont entrepris d'élaborer des stratégies et des plans d'adaptation s'accroît. Un grand nombre de documents produits par chaque ville est disponible sur Internet. La forme de ces documents et leur degré de détail varient considérablement (de quelques pages à quelques centaines de pages). La taille des villes concernées varie également : des grandes métropoles (Londres, New York, Melbourne) à des villes de taille moyenne (Nagoya au Japon, Keene aux Etats-Unis, etc.). L'Europe et le continent américain (USA, Canada) fournissent l'essentiel de cette documentation. Néanmoins, on trouve également des exemples au Japon, en Australie, en Afrique du Sud, etc.

Les sources d'information sont nombreuses :

- une majorité de ces expériences se retrouve dans un certain nombre de documents de synthèse et de recommandations ;
- les réseaux de villes (exemple : ICLEI, Energycities, Clean air partnership, Toronto ; The Climate Alliance.), elles se rencontrent et elles signent des manifestes (Convention des Maires ; Durban adaptation charter for local governments, etc.) ;
- parallèlement, certaines grandes institutions (l'Union européenne, la Banque mondiale...) ou gouvernements (la France avec l'ONERC) ont lancé des études sur les villes et l'adaptation.

Sans prétendre à l'exhaustivité, nous faisons état ci-dessous **de documents qui nous paraissent les plus importants**. Nous citons les villes étudiées sans toutefois rentrer dans le contenu individuel de leurs démarches d'adaptation, ce qui serait trop long.

3.4.6.1 L'étude sur l'adaptation au changement climatique dans les grandes villes européennes (Ecologic Institute, AEA et al. 2010).

Country	Name of city
Austria	Vienna
Czech Republic	Prague
Denmark	Copenhagen
United Kingdom	Birmingham
United Kingdom	London
United Kingdom	Manchester
Finland	Helsinki
France	Greater Lyon
Germany	Bremen/ Bremerhaven/ Oldenburg
Germany	Dresden
Germany	Hamburg
Hungary	Budapest
Hungary	Tatabánya
Italy	Bologna
Italy	Venice
Latvia	Riga
Portugal	Almada (Lisbon Metropolitan Area)
Spain	Zaragoza
Sweden	Stockholm
The Netherlands	Amsterdam

Tableau 3-6: L'adaptation dans les grandes villes européennes

Source : ([Ecologic Institute, AEA et al. 2010](#))

L'étude s'est intéressée à 20 cas reflétant la diversité des villes européennes. Sur ce nombre, cinq d'entre elles ne s'occupent pas d'adaptation en tant que telle et n'ont pas d'approche globale de celle-ci, même si certaines de leurs politiques (lutte contre les inondations...) ont des effets en termes d'adaptation.

Pour sept d'entre elles, adaptation et atténuation sont associées dans une même démarche stratégique.

L'étude permet plus de dresser un tableau des vulnérabilités (Tableau 3.7) que d'aboutir à un bilan de mesures d'adaptation. En effet, les villes sont à un stade exploratoire de la démarche même si la plupart d'entre elles devaient terminer leur plan ou stratégie fin 2011. Des mesures d'adaptation peuvent être mentionnées, mais les auteurs se disent incapables d'évaluer leur capacité à faire face aux vulnérabilités décrites. Dans ces conditions, il est bien évidemment difficile de dérouler un catalogue de bonnes pratiques.

Table 3: Relevance and coverage of adaptation challenges

	River floods	Heat waves/ urban heat islands	Wind / storm damages	Drought and water efficiency	Sea level rise	Intense precipitation, drainage, flash flooding
Most relevant	9	10	3	8	7	11
Relevant	10	9	13	8	3	7
Covered by strategy	11	10	7	11	3	10
Partially covered by strategy	5	4	5	3	2	4
	Wild fires	Water quality	Increased health, disease problems	Biodiversity loss	Migration, differential social impacts	
Most relevant	/	/	/	/	/	
Relevant	1	16	16	18	15	
Covered by strategy	1	8	10	8	7	
Partially covered by strategy	/	3	6	5	1	

Tableau 3-7: Pertinence et couverture des enjeux

Source : ([Ecologic Institute, AEA et al. 2010](#))

3.4.6.2 L'étude du Clean Air Partnership (The Clean Air Partnership 2007)

Le Clean Air Partnership est une ONG basée à Toronto. Son étude date de 2007 et concerne six grandes villes et leurs alentours, dont cinq en Amérique du Nord : New York, Boston, Halifax, Vancouver, Seattle, ainsi que Londres qui, en matière de traitement du changement climatique a eu indéniablement un rôle de précurseur.

Le travail fournit une liste des adaptations possibles recensées par les six ensembles urbains.

SECTOR or SYSTEM	ADAPTATION OPTIONS
Water Supply	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conduct baseline monitoring and inventories for: <ul style="list-style-type: none"> ○ Water resources ○ Condition & capacity of water distribution and treatment systems ○ Number, size & location of businesses with high water demand ▪ Implement enhanced conservation & demand management programs to counteract increased water demand and potential decrease in supply, e.g. <ul style="list-style-type: none"> ○ Leak identification & repair ○ Metering and increased water prices ○ Efficiency standards for appliances ○ Xeriscaping ○ Restrictions in periods of drought, etc. ▪ Develop additional reservoir capacity ▪ Capture and reuse rainwater for irrigation and other uses ▪ Reclaim and reuse grey water or water from sewage treatment (in place in King County) ▪ Prepare plans to balance the needs of competing users when water availability is reduced
Stormwater/ Flooding	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Prepare high resolution topographic mapping to identify high risk areas ▪ Implement sustainable urban drainage systems including: <ul style="list-style-type: none"> ○ Permeable pavements ○ Green roofs to increase on-site retention of stormwater ○ Increased use of stormwater retention ponds, constructed wetlands and swales ▪ Create natural eco-system buffers for vulnerable water bodies, low-lying areas ▪ Expand capacity of storm sewers to manage extreme weather events ▪ Institute land-use planning and zoning to avoid buildings and infrastructure in flood or landslide prone areas ▪ Flood-proof buildings in vulnerable locations
Energy	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Expand conservation, energy efficiency and demand side management strategies to reduce demand on hydropower systems dependent on snowpack or vulnerable to drought, and to reduce peak loads during heat waves that make transmission systems vulnerable to blackouts ▪ Increase street tree planning and maintenance, green roofs and high-albedo surfaces to reduce urban heat and unsustainable energy demand for air conditioning ▪ Amend building codes to decrease energy needs for cooling ▪ Implement weatherization programs to reduce building loads, especially for low-income people ▪ Invest in distributed energy systems such as cogeneration, and local renewable energy systems to reduce vulnerability to transmission interruptions from storms and high winds ▪ Invest in increased power generation to meet peak demands
Transportation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Assess opportunities to extend the winter shipping season ▪ Evaluate the vulnerability of port facilities and associated infrastructure due to changes in water level, increased wave activity, storm surges and ice pile-up ▪ Raise levels of dykes in areas vulnerable to flooding ▪ Relocate coastal roads, rail lines and other infrastructure subject to sea-level rise

Chapitre 3 Benchmark

Transportation Continued	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Assess and retrofit vulnerable transportation infrastructure systems such as culverts, tunnels, bridges, subway entrances, etc. ▪ Ensure critical components such as switch gear or substations are above flood levels ▪ Investigate transportation modal shifts (from subways to private cars, for example) in response to high heat ▪ Ensure alternative routes are available in case of disruption and/or need for evacuation
Buildings	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Take account of the increased risks of flooding, heat waves, intense storms, windspeed and other climate change effects on building developments ▪ Strengthen building code requirements to reduce heat gain in summer ▪ Design drainage systems and entrance thresholds to cope with more intense rainfall ▪ In areas with flooding potential, use ground-floor spaces for flood-compatible uses such as car parking, or raise the ground floor above likely flood levels ▪ Design buildings for improved natural ventilation ▪ Utilize green roofs to insulate against heat gain and reduce stormwater runoff ▪ Ensure roof systems and cladding materials can cope with higher wind speeds ▪ Increase use of swales and on-site water storage ▪ Use permeable surfaces wherever possible
Urban Ecosystems	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Protect existing ecosystems (parks, tree stands, waterways, ponds, lakes, ravines, wetlands, etc.) and develop connected greenway system to allow natural species migration ▪ Consider designation of coastal hazard zones and limits on development in high hazard areas ▪ Adopt erosion setback requirements ▪ Restrict new development in existing green spaces ▪ Create and protect green spaces in low-lying areas that might serve for flood management ▪ Increase shoreline buffers to protect against increased runoff from more intense storms ▪ Plant diverse trees species and shrubs with a broad range of environmental tolerance ▪ Enhance conditions for street tree survival and growth (increase space for roots, control soil compaction, increase watering and maintenance) ▪ Monitor and control pests and invasive species that can expand with warmer winters
Health	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conduct public education on climate-related health threats (vector-borne diseases, heat, air pollution, floods and storms) and prevention ▪ Interventions to reduce heat island effects including: <ul style="list-style-type: none"> ○ Increased street trees and tree canopy coverage ○ Increased parks and green spaces ○ Green roofs ○ High albedo (reflective) building and road surfaces ○ Heat alert systems ○ Heat response systems (cooling centres, water distribution, etc.) ▪ Interventions to reduce air pollution impacts, especially emissions reduction measures including: <ul style="list-style-type: none"> ○ Traffic restrictions ○ Restrictions on processes and materials releasing volatile organic compounds ○ Improved public transport ○ Pollution warning system ▪ Interventions to prevent impacts from expansion of vector-borne diseases <ul style="list-style-type: none"> ○ Early detection and warning systems ○ Spraying to control infestations ○ Control of other factors that support the expansion of disease-carrying insects (e.g. standing water) ▪ Interventions to reduce health and security impacts from extreme weather events <ul style="list-style-type: none"> ○ Early warning systems ○ Flood protection systems (see Stormwater/Flooding section above) ○ Emergency response systems

Tableau 3-8 : Les actions d'adaptation des six ensembles urbains

Source :([The Clean Air Partnership 2007](#))

Une des dimensions les plus intéressantes de cette initiative est qu'elle tire de manière synthétique des leçons des expériences qu'elle analyse. On ne peut reprendre ici le contenu in extenso mais on peut mentionner certains points qui nous ont paru particulièrement intéressants :

Concernant l'analyse des impacts et de la vulnérabilité :

- l'intérêt de l'implication des parties prenantes pour s'assurer que la recherche puisse leur être utile et que les données et les hypothèses qu'elle fait sur les secteurs ou les systèmes sont corrects ;
- la nécessité que les analyses d'impact étudient les interactions entre les facteurs de stress actuels et le changement climatique interagit avec ;
- les données sur les tendances historiques du climat, l'analyse des événements extrêmes et de la variabilité climatique peuvent être très utiles pour la compréhension des impacts climatiques futurs ;
- il est important d'analyser les impacts sur les forêts et l'agriculture dans les zones rurales environnantes qui influent avec l'environnement urbain ;
- une information crédible sur les coûts de l'inaction vs les coûts d'adaptation peut inciter à l'action ; elle est cependant difficile à produire ;
- etc.

Concernant les actions d'adaptation :

- les villes qui ont créé et financé des mécanismes institutionnels pour s'occuper du changement climatique progressent beaucoup plus rapidement que celles qui traitent la question dans le cadre d'un projet ponctuel ;
- Les mécanismes institutionnels devraient mettre sur pied un forum qui rassemble régulièrement les pouvoirs publics et les parties prenantes afin de leur permettre de suivre les derniers développements sur le changement climatique et sur ses impacts et de discuter sur les possibilités d'adaptation ;
- etc.

3.4.6.3 Le projetGRaBS (Green and blues space adaptation for urban areas and eco-towns)

www.grabs-eu.org

Il s'agit d'un projet INTERREG IVC (politique de cohésion de l'union Européenne). Y participent des institutions des pays suivants : Autriche, Grèce, Italie, Lituanie, Pays-Bas, Slovaquie, Suède, et Royaume-Uni. Le projet a abouti entre autres à la création d'une base de données qui décrit en détail les processus qui ont conduit à la mise en place des mesures d'adaptation dans un certain nombre de villes dans le monde. Le projet conduit une analyse de type SWOT (S-trengths (forces), W-eaknesses (faiblesses), O-pportunities (opportunités), T-hreats (menaces)) sur les différentes études de cas qui ont été sélectionnées. La base de données décrit ainsi les points forts des processus d'adaptation dans les villes étudiées.

Nous en reprenons ci-dessous certains éléments.

Toronto	La stratégie date de 2008. Les deux principales préoccupations sont les vagues de chaleur et les inondations. La stratégie insiste sur la gestion des pluies d'orage, les parcs et les forêts urbaines.
Stuttgart	En raison de son environnement industriel, de sa situation en fond de vallée et de vents faibles, depuis les années 70 Stuttgart est affectée par une qualité de l'air médiocre. Ceci contribue à un phénomène d'îlot de chaleur face auquel a été mise en place une stratégie d'urbanisme pour favoriser les courants d'air frais. Ceci a nécessité une cartographie de la ville, un zonage, une planification urbaine pour préserver les espaces ouverts et accroître la présence de végétation dans les zones bâties de forte densité.
La Nouvelle-Orléans	Suite à la catastrophe de l'ouragan Katrina, la ville a non seulement décidé de recevoir son système de protection des digues mais également de mettre en place une politique de protection et de restauration des zones humides qui constituent des zones-tampon entre la mer et la ville.
Faenza (Italie).	Dans le cadre d'un programme visant à économiser l'énergie, à promouvoir la qualité esthétique de la ville, il est également cherché à créer un meilleur microclimat pour se préparer à l'augmentation des températures associées aux changements climatiques. Les mesures incluent une augmentation des droits à construire (superficies constructibles) dans le cas où les promoteurs respectent certains critères de développement durable : en particulier les toits et des murs végétalisés, des systèmes de rétention et de stockage d'eau et la création d'espaces verts continus. Il n'y a pas de normes fixées et chaque projet est négocié au cas par cas avec une volonté de raccourcir les délais administratifs.
Berlin	En règle générale, la construction à Berlin doit respecter une certaine proportion d'espaces verts, avec notamment l'objectif d'en introduire plus dans les zones densément bâties.
Le quartier d'Augustenborg à Malmö	Ce quartier a été victime dans les décennies passées d'inondations dues aux débordements des systèmes d'évacuation des eaux. Pendant l'opération de réhabilitation de ce quartier en difficulté, un système durable d'évacuation des eaux a été mis en place, comprenant des fossés, des bassins de rétention, des toits végétalisés et des espaces verts. Le ruissellement des eaux a diminué de moitié.

Chapitre 3 Benchmark

La ville de Bâle	il s'agit de la ville qui a la plus grosse proportion de toits végétalisés dans le monde. Leur création a été stimulée par des incitations financières et des normes de construction depuis 2002 ; depuis lors ces normes ont été renforcées dans le but d'accroître les économies d'énergie et également de préserver la biodiversité.
Chicago	La ville de Chicago a mis en place un système incitant à la végétalisation des toits. L'incitation consiste en un raccourcissement des délais, qui permet aux promoteurs des gains en termes de temps et d'argent. Cette initiative fait partie d'un portefeuille de mesures plus vastes visant à rendre l'environnement de Chicago plus vert. Des bénéfices en termes d'économie d'énergie et d'émissions de CO2 sont également attendus (réduction des besoins de chauffage et de climatisation).
Le Bourg de Sutton à Londres	Cette municipalité veut s'assurer que son développement futur sera adapté aux impacts du changement climatique. La question des hausses de température et des vagues de chaleur est traitée mais la politique se focalise avant tout sur les risques d'inondations pour les nouveaux quartiers et en provenance de ceux-ci.
La ville de Nagoya au Japon	Les développements de l'industrie et de l'urbanisation ont réduit la part des espaces verts de Nagoya à environ 25 % de la superficie de la ville. La crainte d'un renforcement de l'îlot de chaleur urbain conduit à s'interroger sur des styles de vie plus durable. La ville a formulé une stratégie pour la biodiversité à 2050 qui a pour but d'améliorer et d'étendre la superficie des espaces verts de la cité ; un plan de revitalisation de l'eau vise à accroître l'infiltration par l'usage d'espaces verts.

Tableau 3-9 : points forts des processus d'adaptation dans les villes étudiées

Source : (www.grabs-eu.org)

3.4.6.4 L'étude « Ville et adaptation au changement climatique » (ONERC 2011)

Ce document a une portée méthodologique et, sur la base de la littérature existante, délivre des analyses d'un certain nombre de vulnérabilités et d'opportunités auxquelles les villes peuvent être confrontées et des adaptations potentielles :

- Microclimat urbain et l'îlot de chaleur ;
- Risques sur la santé ;
- Stress thermique ;
- Extension des aires de répartition des maladies ;
- Diminution de l'accès aux ressources en eau ;
- Qualité de l'air ;
- Risques de catastrophes naturelles ;
- Inondations dues à des crues et au ruissellement ;
- Tempêtes ;
- Risques sur certaines activités économiques ;
- Variations de la consommation énergétique ;
- Impact sur le tourisme ;
- Changement des flux migratoires ;
- Diffusion des pertes économiques d'un secteur aux autres et les rôles spécifiques des réseaux ;
- Combinaison d'impacts sectoriels.

Par ailleurs, l'étude s'intéresse aux expériences d'une sélection de villes françaises et étrangères. Les villes françaises sont au nombre de cinq : la communauté urbaine de Dunkerque, le Grand Lyon, Nantes, Paris, le quartier Luciline de Rouen. Le tableau ci-dessous présente les risques considérés et les mesures proposées pour l'adaptation de ces villes.

Chapitre 3 Benchmark

	Communauté urbaine de Dunkerque	Grand Lyon	Nantes Métropole	Paris	Quartier Luciline (Rouen)
Inondations	<ul style="list-style-type: none"> Diagnostic de l'état des ouvrages de protection de la mer Travaux d'entretien de ces ouvrages Modélisation des scénarios de ruptures et de franchissements de digues et atlas de zones inondables Meilleure gestion des zones humides, tampon en cas de submersion 	<ul style="list-style-type: none"> Perméabilisation des sols 	<ul style="list-style-type: none"> Modélisation de la Loire 	<ul style="list-style-type: none"> Révision du PPRI 	<ul style="list-style-type: none"> Création de fossés de récupération d'eau de pluie Séparation eaux pluviales / eaux usées Augmentation des surfaces perméables Analyse du débit de la rivière Luciline
Stress thermique	<ul style="list-style-type: none"> Valorisation de l'eau et de la végétation en centre ville 	<ul style="list-style-type: none"> Modélisation et cartographie d'ICU, et mesures de température par satellite Espaces verts Toitures végétalisées Utilisation de l'eau pour rafraîchir sur les berges du Rhône 	<ul style="list-style-type: none"> Valorisation des espaces verts Toitures végétalisées 	<ul style="list-style-type: none"> Activation du Plan Canicule de Paris Adaptation des bâtiments pour améliorer le confort d'été (maîtriser le recours à la climatisation, développer une filière professionnelle dédiée) Prolongation du programme de végétalisation 	<ul style="list-style-type: none"> Végétalisation de la ville Valorisation de l'eau en tant qu'élément climatiseur
Ecosystèmes		<ul style="list-style-type: none"> Choix d'espèces adaptées au climat futur 			

Tableau 1 : Risques considérés et mesures proposées dans les plans d'adaptation de cinq villes françaises

NB : Les informations disponibles sur les impacts anticipés, les risques considérés et les actions proposées par les villes sont lacunaires. Ce tableau ne doit donc pas être lu comme une liste exhaustive des démarches engagées par les villes citées, mais comme une liste d'exemples de quelques actions qu'elles entreprennent ou qu'elles envisagent.

Tableau 3-10 : Les mesures préconisées dans 5 villes françaises

([ONERC 2011](#))

L'étude de l'ONERC s'intéresse également à un certain nombre d'expériences internationales.

Le tableau ci-dessous fournit une liste des impacts identifiés pour une sélection de huit villes.

De l'identification des impacts découle celle des secteurs d'activité qui doivent s'adapter ou qui peuvent être mis à contribution dans le cadre de politiques d'adaptation.

Chapitre 3 Benchmark

Impacts anticipés

	Chicago	Durban	Keene	Londres	New York	Port Phillip	Rotterdam	Toronto
Eau - disponibilité		X	X	X	X	X	X	X
Eau - qualité	X	X			X ¹	X	X	X
Inondations	X	X	X	X	X	X	X	X
Maladies	X	X	X	X	X	X		X
Diminution de la production agricole / insécurité alimentaire		X	X	X				
Érosion côtière		X			X	X		
Stress thermique	X	X	X	X	X	X	X	X
Sensibilité des infrastructures	X	X	X	X	X	X		X
Assurances			X	X	X	X		
Impacts économiques	X	X	X	X	X	X	X	X
Écosystèmes	X	X	X	X	X		X	X
Hausse des demandes de services d'urgence / sécurité	X	X	X		X	X		
Augmentation des tempêtes / événements extrêmes	X	X	X	X	X	X		X
Affaissement du sol				X			X	
Migration								X
Hausse de la demande en énergie	X	X	X	X	X	X	X	X

	Chicago	Durban	Keene	Londres	New York	Port Phillip	Rotterdam	Toronto
Eau	X	X	X	X	X	X	X	X
Services d'urgence	X	X	X	X		X		
Agriculture/alimentation		X	X					
Tourisme		X						
Recherche et développement							X	
Gestion des déchets				X				

Infrastructures (dont transports, activités aéroportuaires et portuaires, infrastructures énergétiques)	X	X	X	X	X	X	X	X
Urbanisme et cadre bâti	X	X	X	X	X	X	X	X
Santé	X	X	X	X		X		X
Énergie	X	X	X	X		X		X
Biodiversité / environnement naturel	X	X	X	X	X	X	X	X

Tableau 3-11 : Impact anticipés et services à mobiliser pour l'adaptation

Source : Onerc, 2011

3.4.7 Les enseignements des travaux belges, flamands, wallons et fédéraux

3.4.7.1 La stratégie nationale belge d'adaptation au CC

La stratégie nationale belge d'adaptation au CC (Commission nationale climat, 2010) a été adoptée en décembre 2010.

Les secteurs impactés et identifiés sont :

- la santé ;
- le tourisme ;
- l'agriculture ;
- la forêt ;
- la biodiversité, les écosystèmes et l'eau ;
- l'environnement marin, côtier et des marées ;
- les systèmes de production énergétiques et infrastructures.

Les défis majeurs sont l'augmentation du niveau de la mer, les inondations côtières et des basses altitudes, les sécheresses et les vagues de chaleur qui affecteront les forêts wallonnes.

Les mesures d'adaptation déjà prises sont répertoriées. Il est intéressant d'observer que les mesures ne sont pas seulement des mesures défensives face à la menace mais aussi des mesures d'opportunités suite à des changements favorables.

La stratégie d'adaptation décrit la route pour construire un plan d'adaptation national. Dans cette optique, le périmètre des mesures d'adaptation prises en compte dans la stratégie devra être élargi afin de couvrir tous les secteurs impactés par le CC et éviter la maladaptation. Cela mènera à un plan d'adaptation nationale, plus complet et cohérent.

Afin de développer la stratégie nationale d'adaptation, un groupe de travail "adaptation", créé sous l'égide de la commission nationale climat, se concentre sur les problèmes d'adaptation, le suivi des mesures d'adaptation et les mesures développées à l'échelle régionale et fédérale.

3.4.7.2 L'adaptation en Flandre

L'étude préalable au plan d'adaptation en Flandre intitulée : « Bouwstenen om te komen tot een coherent en efficiënt adaptatie plan voor Vlaanderen » (Afdeling Milieu-, Natuur- en Energiebeleid, 2010) a pour objectifs :

- de synthétiser l'information technique et scientifique pertinente concernant les impacts du changement climatique et les mesures d'adaptation existantes;
- d'adopter une feuille de route pratique et efficace décrivant les différents obstacles à prendre en compte, pour la création d'un plan d'adaptation englobant de nouvelles mesures pertinentes;
- la rationalisation du processus d'adaptation et la création d'une plate-forme pour l'adaptation en Flandre comme premier pas vers le véritable plan flamand d'adaptation.

Les impacts du CC en Flandre sont évalués, les effets physiques du CC, les différents scénarios du CC, l'évolution attendue des variables socio-économiques, les impacts potentiels sur les différents secteurs ainsi que la méthode pour quantifier la vulnérabilité d'un secteur sont présentés.

Les secteurs étudiés sont :

- le tourisme ;
- la coopération au développement ;
- les entreprises ;

- la santé publique ;
- l'agriculture et la pêche ;
- les ressources en eau ;
- la nature ;
- la biodiversité ;
- l'énergie ;
- les infrastructures et la mobilité ;
- le logement.

Viennent ensuite les types de mesures contre les effets du CC, l'élaboration d'un cadre pour la mise en place des mesures d'actions. Les opportunités du CC sont également révélées. Une approche des coûts et des effets des mesures est proposée.

Enfin, la typologie des stratégies d'adaptation, les outils pour identifier la stratégie et établir les priorités, l'importance de l'intégration la stratégie d'adaptation aux plans et mesures existantes ainsi que les futures étapes de l'élaboration de la stratégie d'adaptation sont présentés.

3.4.7.3 L'adaptation en Région wallonne

Dans l'étude « *L'adaptation au changement climatique en région wallonne* », préparatoire à l'élaboration du plan régional d'adaptation, la **Région wallonne**, a pris le parti d'une approche assez exhaustive et scientifique :

- des projections climatiques ad hoc, dérivées du projet européen ENSEMBLES ont été réalisées : elles ont permis de sélectionner une projection climatique « de référence », et de deux projections « d'encadrement » permettant de traiter l'incertitude propre aux projections climatiques ;
- cette étude a ensuite conduit à dresser un bilan exhaustif – caractérisation, vulnérabilités actuelles, vulnérabilités futures – de la région Wallonne suivant sept thématiques : l'agriculture, l'eau, les infrastructures/l'aménagement du territoire, la santé, l'énergie, la biodiversité et la forêt ;
- une consultation élargie d'experts de la région Wallonne a permis de dégager les principales mesures à mettre en œuvre afin d'adapter la région Wallonne au changement climatique ;
- les rendus se composent d'une note d'orientations stratégiques, d'un rapport de synthèse et de rapports thématiques (projections climatiques et fiches thématiques pour les enjeux mentionnés plus haut).

Il est à noter que la Région travaille en 2012 :

- à l'élaboration du plan régional d'adaptation, inspiré du catalogue d'actions produit lors de l'étude de 2011 ;
- à la construction d'un outil d'auto-évaluation de la vulnérabilité au changement climatique, à destination des communes.

Le pilotage de l'étude a été assuré par l'Agence wallonne de l'air et du climat (AWAC). L'étude a été réalisée par les bureaux d'étude TEC et Ecores, en association avec quatre universités belges (ULB, Université catholique de Louvain, Université de Liège, facultés agronomiques de Gembloux), et l'appui de la Wageningen University (Pays Bas) pour les projections climatiques ;

3.5 Conclusion du benchmark

Actuellement on ne peut dresser qu'un état des lieux incomplet des démarches d'adaptation en Europe. Les États et les niveaux sub-nationaux en sont à des degrés d'avancement très divers, depuis le lancement de prémices à l'élaboration d'une stratégie jusqu'à la production de plans d'action précis avec une prévision (partielle) des financements. Les éléments dont nous disposons pour un benchmark n'en sont pas moins riches et permettent d'éclairer les différentes options qui s'offrent pour les stratégies et plans en construction, notamment sous les aspects suivants :

- L'implication et la communication vers les acteurs concernés (syndicats, entreprises, société civile...), pour la participation et/ou l'information ;
- La place des approches sectorielles dans la démarche et le traitement des questions et thématiques transversales (risques,...) ;
- L'organisation du lien avec la recherche ;
- La question du suivi et du monitoring des stratégies ;

On constate également que les stratégies de communication et de sensibilisation en sont à des niveaux très différents selon les pays et que les processus d'évaluation et de révision des plans et des stratégies sont dans la grande majorité des cas très flous.

3.6 Synthèse du benchmark

Bruxelles est géographiquement une ville avec son espace périurbain, et administrativement une Région au sein d'un État fédéral, rassemblant à ce titre les compétences environnementales. **Un benchmark efficace doit donc s'inspirer de travaux et d'expériences menés à ces trois échelles : villes, Régions, États.**

Le chapitre 2 'Benchmark international relatif à l'adaptation' se base donc sur une analyse comparative de :

- Documents cadres (UNFCCC, Livre vert de la Commission européenne, EEA etc.,)
- Plans et stratégies aux échelles nationale (France, Danemark, Finlande, Espagne, Irlande, Grande-Bretagne, etc.), régionale (Wallonie, Flandre, Grand Sud-Est de la France, Poitou-Charentes, etc.) et urbaine (Hambourg, Londres, etc.) en Europe.
- Synthèses et analyses réalisées dans les Régions et villes européennes et d'autres métropoles mondiales (études de l'Ecologic Institute, de l'ONERC en France, de l'ONG canadienne the Clean Air Partnership, du projet européen INTERREG IV Grabs)

Trop longtemps mise à l'écart de la gouvernance et des stratégies climatiques, l'adaptation aux effets des CC semble aujourd'hui inéluctable au regard des effets attendus du CC.

Les motivations à agir sont multiples et sont autant d'arguments pouvant être mobilisés par la RBC :

- Le cadre belge défini dans la stratégie adaptation ;
- La montée progressive de l'adaptation dans les négociations internationales (cadre conceptuel, obligations, urgence de l'action) ;
- Le cadre européen (Livres vert et blanc sur l'adaptation, etc.) ;
- L'amélioration de la connaissance des impacts ;
- L'expérience des événements extrêmes (inondations, etc.) ;
- Le coût économique de l'inaction (ex. rapport Stern 2006) ;
- Le retour d'expérience des études menées ailleurs.

Une stratégie d'adaptation doit se penser sur le long terme, ce que confirment les diverses expériences prises en compte : Finlande, France, Allemagne, etc.

En termes de gouvernance **les travaux régionaux doivent nécessairement s'articuler avec les différents niveaux institutionnels** : partage des responsabilités et coordination, articulation des compétences, recherche de transversalités entre les thématiques, mise en commun des savoirs. Les articulations sont différentes selon les systèmes institutionnels en place.

Même si on relève des obstacles à **l'implication des parties prenantes** (manque de volonté de coopérer, de connaissance, d'intérêt), cette dernière constitue un atout incontestable dans le processus : choix transparent des projections climatiques, partage des hypothèses et d'une vision des impacts, identification des mesures d'adaptation possibles, etc. Le partenariat mis en place doit nécessairement se poursuivre sur le long terme, notamment pour l'appropriation des mesures d'adaptation. Ce partenariat complète, alimente, mais évidemment ne se substitue pas à un processus plus classique de validation politique.

Un certain nombre de facteurs de vulnérabilités spécifiques aux villes ressortent dans une grande majorité de cas et peuvent faire écho à la présente étude :

- un cadre du bâti inadapté au stress thermique ;
- des ouvrages de protection ou des pratiques (imperméabilisation) inadaptés à un accroissement de l'aléa inondation ;
- une protection des ressources naturelles perfectible
- l'accumulation des risques....

A ce titre, **Les thématiques de vulnérabilité retenues pour l'étude de la RBC** sont cohérentes avec la majeure partie des études et tiennent nécessairement compte des spécificités socio-économiques et environnementales de la Région : aménagement du territoire, eau, énergie, santé, forêt/biodiversité.

Les **risques** relatifs aux impacts sur **la santé** (vagues de chaleurs, extension des aires de répartition des maladies), à **l'augmentation des événements extrêmes potentiellement à l'origine de dégâts** (inondations urbaines, tempêtes), aux **répercussions économiques** (vulnérabilité énergétique) et sociales (impact sur les populations les plus précarisées) sont aussi des points d'attention majeurs. L'analyse des événements extrêmes passés (via par exemple le retour d'expériences) est une approche utile à la démarche d'analyse. Les interactions entre les différents risques/secteurs font souvent l'objet d'une mise en perspective transversale.

En ce qui concerne l'adaptation, **l'étude pourra s'inspirer et s'appuyer sur nombre d'études relatives aux villes, aux régions et aux états** pour déterminer **les pistes d'action et les modalités d'instauration d'une gouvernance de l'adaptation**. Aussi, certains exemples pourront être regardés de près, comme celui de Toronto (qui s'intéresse aux vagues de chaleur et aux inondations avec une insistance particulière sur la gestion des pluies d'orage, les parcs et les forêts urbaines), ou encore de Stuttgart, Farenza, Berlin etc.

Un certain nombre **d'enseignements transversaux** peuvent enfin permettre d'alimenter les réflexions sur les modalités d'un ancrage fort du processus d'adaptation en Région de Bruxelles-Capitale :

- la mise en place par certaines villes ou Régions de mécanismes institutionnels (ex : agence parisienne du climat) et de forums pérennes sur l'adaptation, au-delà de telle ou telle étude ;
- les liens à créer avec la recherche : la recherche sur le changement climatique délivre de plus en plus de résultats appropriables par les régions ; par ailleurs la thématique de l'adaptation nécessite toujours une prise en compte fine des conditions locales. La mise en place de passerelles entre la recherche et les parties prenantes bénéficie d'un investissement croissant ;
- le manque de processus d'évaluation et de révision souvent constaté dans les documents étudiés.

Chapitre 4 : Les avenir climatiques de de la Région de Bruxelles-Capitale

Ce chapitre spécifie **les avenir climatiques** de la RBC à savoir :

- Le point 4.1 décrit les observations climatiques passées et du présent de la RBC ;
- Le point 4.2 synthétise l'avenir climatique de la RBC : méthodologie (modèles et données disponibles, horizons à moyen et à long terme, indicateurs climatiques), les résultats-clés des projections climatiques à 2030, 2050 et 2085 pour les indicateurs climatiques considérés ;

Enfin, le point 4.3 synthétise les messages clés du climat passé, présent et futur attendus de la Région de Bruxelles-Capitale.

4.1 Le climat passé en Région de Bruxelles-Capitale

Dans les simulations du climat futur, la première étape consiste généralement à simuler le présent, afin d'appréhender la justesse de sa représentation par le(s) modèle(s) et de caractériser les biais éventuels. Les biais mesurent l'adéquation entre les résultats des projections et ces tendances, c'est-à-dire l'écart systématique qui pourrait exister entre une valeur simulée et une valeur observée. Connaître ce biais présente l'intérêt de le garder à l'esprit lors de l'analyse des résultats simulés pour le futur.

Pour cela, l'étude de différents indicateurs climatiques observés depuis des décennies offre la possibilité d'évaluer les tendances du climat en un point considéré (station météorologique d'Uccle).

Au-delà des tendances climatiques présentées sur des longues périodes de temps (dizaines d'années), les variabilités annuelles du climat restent fortes, et une tendance climatique à la hausse pour des températures par exemple, n'exclut pas une éventuelle année plus froide.

Les observations et leurs représentations graphiques qui illustrent ce chapitre 4 sont intégralement issues du rapport « **Vigilance Climatique** » (Institut Royal Météorologique, 2008), qui constitue une référence récente pertinente pour la RBC puisque la station d'Uccle est incluse au territoire de la RBC.

En Belgique, les plus longues séries de relevés climatologiques sont les séries d'observations effectuées de manière régulière depuis 1833 tout d'abord à **Saint-Josse-ten-Noode** (à l'ancien emplacement de l'Observatoire de Belgique), **puis à Uccle** à partir de 1886 (l'Observatoire fut déplacé dans la partie sud de la Région pour garantir un meilleur environnement pour les observations astronomiques).

Ainsi, on dispose **de séries de mesures de plus de cent ans** pour la température et l'humidité de l'air, la quantité et le nombre de jours de précipitations, la pression, la vitesse du vent, la durée d'ensoleillement, le nombre de jours de neiges et l'enneigement du sol.

Un résultat est dit **statistiquement significatif ou très significatif** si le pourcentage de chance que le changement détecté ne soit dû qu'au hasard, et non à un réel changement climatique, **est au plus égal, respectivement, à 10 % ou 5 %**.

4.1.1 Température

4.1.1.1 La température augmente-elle ?

La **température moyenne annuelle** a augmenté d'environ 2 degrés entre 1833 et 2007.

Ce réchauffement montre deux sauts d'environ un degré, l'un vers 1910 et l'autre vers la fin des années 1980. En dehors de ces variations ponctuelles, la relative stabilité des températures est matérialisée sur la Figure 4-1 par les segments de droite, horizontaux grisés, qui donnent la valeur moyenne de la température moyenne annuelle sur chacune de ces périodes. La température augmente de manière significative depuis plus d'un siècle.

Les observations depuis 2006 suggèrent une nouvelle élévation de la température moyenne annuelle. Cependant, un nombre plus élevé d'années est nécessaire pour conclure statistiquement à un nouveau saut de la température.

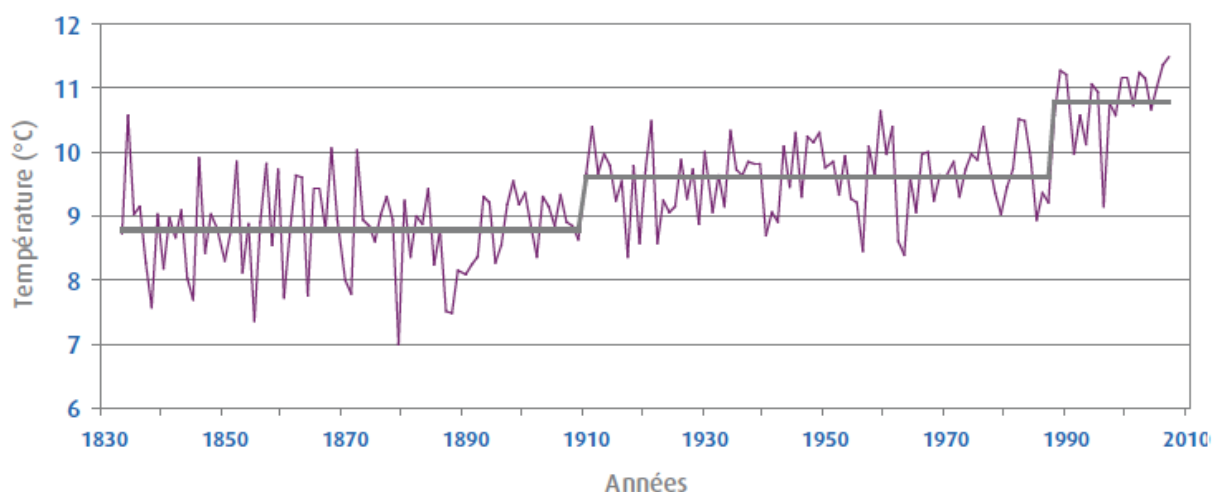


Figure 4-1: Température moyenne annuelle (en °C) à Saint-Josse-ten-Noode/Uccle, sur la période 1833-2007. La courbe en violet fournit les valeurs annuelles du paramètre et les lignes horizontales en gris donnent les valeurs moyennes du paramètre sur les différentes périodes au cours desquelles les valeurs annuelles furent relativement stables autour de ces moyennes
(Institut Royal Météorologique, 2008).

L'examen des séries de **températures saisonnières** indique que les **températures moyennes hivernale et printanière** ont également connu, comme la température annuelle, un premier réchauffement relativement abrupt et très marqué vers 1910 et un second vers la fin des années 1980. L'été et l'automne ont aussi connu deux réchauffements très marqués, mais le premier se produisit vers 1925-1930 et le second vers le début des années 1980.

4.1.1.2 Quelle est l'évolution des températures extrêmes ?

En examinant les séries des températures extrêmes, on remarque que le premier saut (première moitié du 20^e siècle) est lié principalement à une augmentation très significative des températures maximales alors que le second (celui des années 1980) est lié à une augmentation très marquée à la fois des valeurs maximales et minimales.

L'augmentation des températures minimales au cours du 20^e siècle se marque également dans les dates des premier et dernier jours de gel au cours de l'année (représentés sur les figures 4.2 et 4.3. Entre 1901 et 2007, le début de la période de gel a eu tendance à être retardé – avec un saut marqué vers 1955 – alors que la fin de la période de gel s'est avancée dans l'année – avec des sauts marqués vers 1930 et 1980.

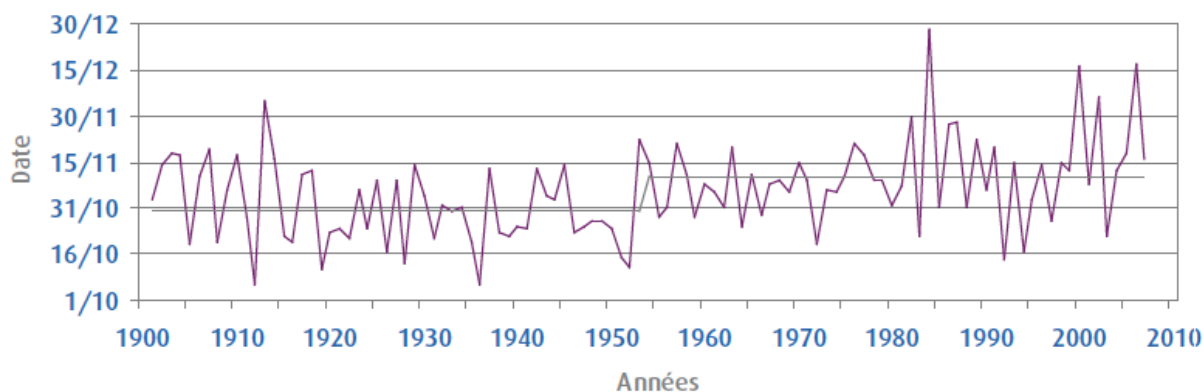


Figure 4-2: Date du premier jour de gel (température minimale inférieure à 0°C) à l'approche de l'hiver à Uccle, sur la période 1901-2007
(Institut Royal Météorologique, 2008)

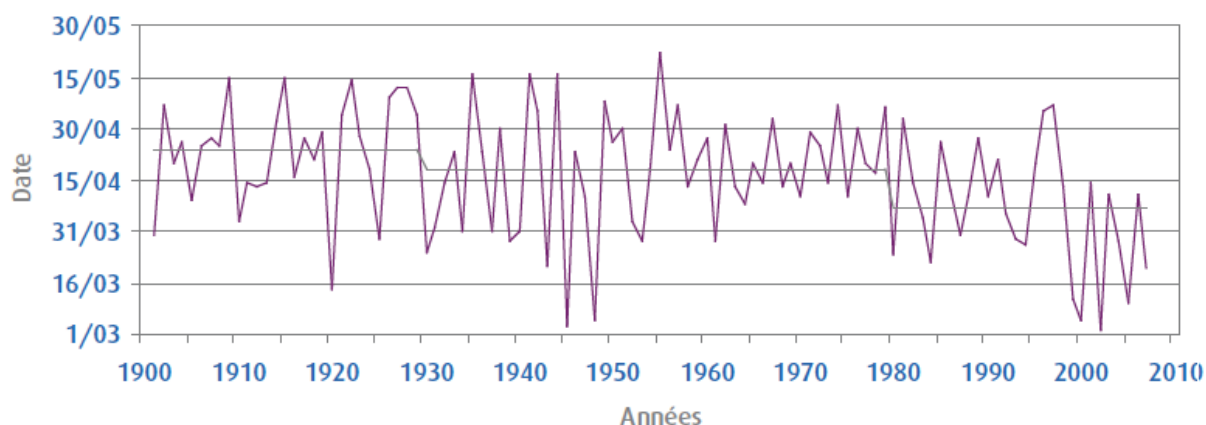


Figure 4-3: Date du dernier jour de gel (température minimale inférieure à 0°C) à la sortie de l'hiver à Uccle, sur la période 1901-2007
(Institut Royal Météorologique, 2008)

4.1.1.3 Des vagues de chaleur de plus en plus fréquentes et intenses?

Les périodes de forte chaleur peuvent être caractérisées sur base des observations de températures journalières extrêmes.

La vague de chaleur est définie par l'institut royal météorologique de Belgique (Institut Royal Météorologique, 2008) comme la période d'au moins cinq jours consécutifs au cours de laquelle les deux critères suivants sont vérifiés simultanément :

- La température maximale atteint ou dépasse 25 °C chaque jour (correspond à la définition d'un jour d'été) ;
- La température maximale atteint ou dépasse 30 °C au moins à trois reprises durant la période considérée (correspond à la définition d'un jour de canicule).

Sur base **du nombre de jours d'été** (nombre de jours par an où la température maximale a atteint au moins 25 °C), depuis les années 1900, il n'y a pas de tendance significative sur la période observée mais une variabilité forte à l'échelle de quelques décennies.

Une augmentation de leurs fréquences a été observée au milieu des années 1990, similaire à celle connue dans les années 1940.

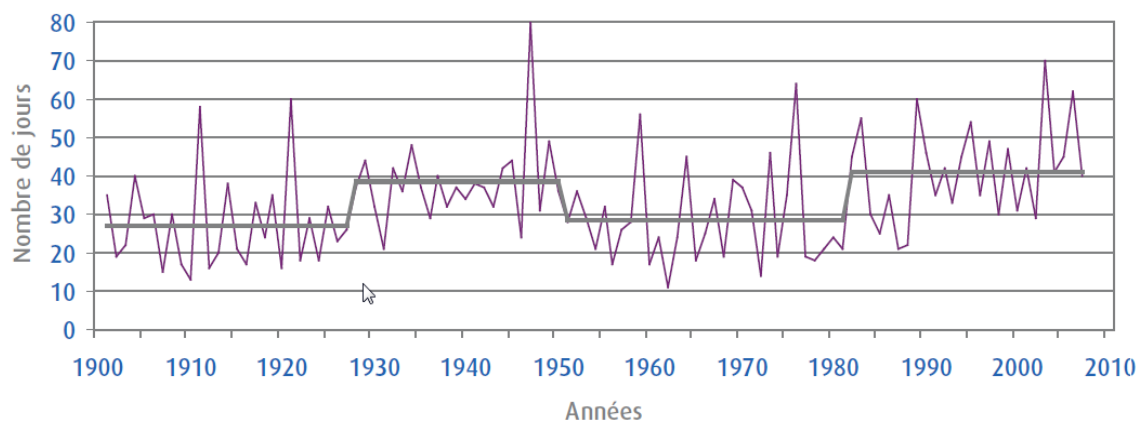


Figure 4-4 : Nombre annuel de jours d'été à Uccle sur la période 1901-2007
(Institut Royal Météorologique, 2008)

Par contre, **une hausse significative du nombre annuel de vagues de chaleur s'observe vers le milieu des années 1990** (il a été relevé sur la station d'Uccle, 8 vagues de chaleur entre 2000 et 2007). En moyenne sur le 20^e siècle, il y a une vague de chaleur presque une année sur deux. On remarque que les vagues de chaleur furent relativement fréquentes principalement dans les années 1940 et à nouveau depuis un peu plus d'une dizaine d'années.

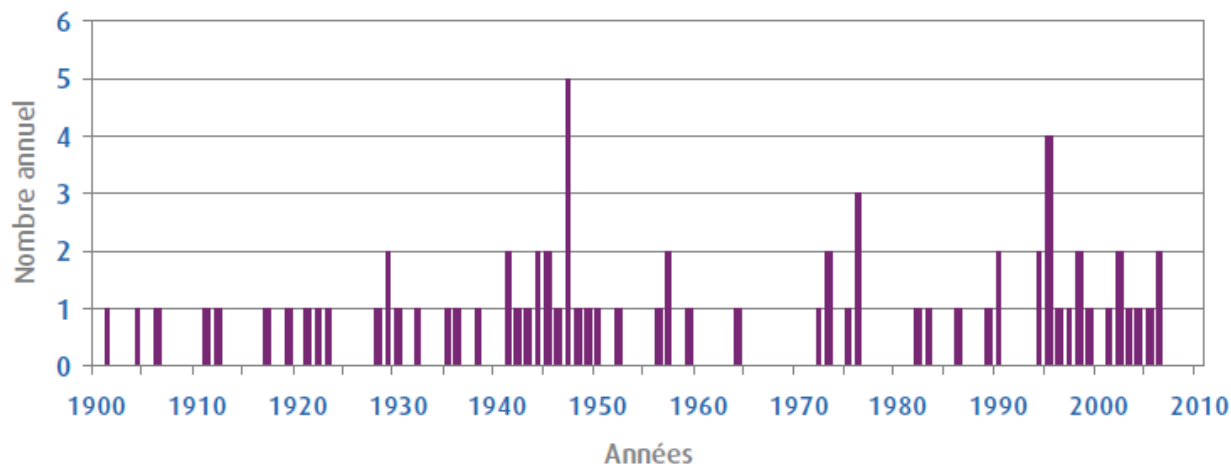


Figure 4-5: Nombre annuel de vagues de chaleur à Uccle, sur la période 1901-2007
(Institut Royal Météorologique, 2008)

4.1.1.4 Y a-t-il moins de vagues de froid ?

Sur base de l'évolution depuis 1901 du nombre annuel de jours de gel (nombre de jours par an où la température minimale est descendue en dessous de 0 °C), on observe une diminution indiscutable de ce paramètre sur l'ensemble du 20^e siècle, avec un saut abrupt très significatif vers 1970.

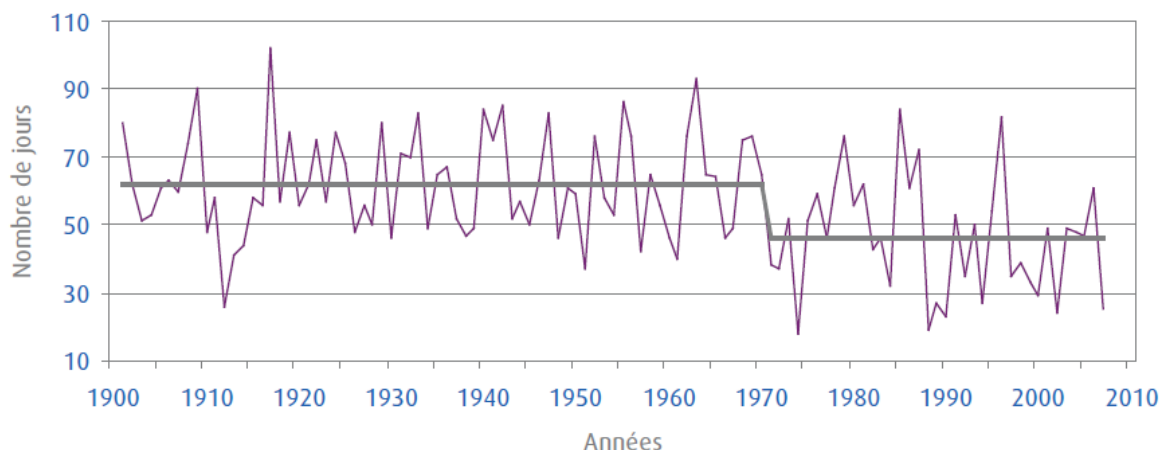


Figure 4-6: Nombre annuel de jours de gel à Uccle, sur la période 1901-2007
(Institut Royal Météorologique, 2008)

À l'instar d'une vague de chaleur, une vague de froid est définie par l'institut royal météorologique de Belgique (Institut Royal Météorologique, 2008) comme une période d'au moins cinq jours consécutifs au cours de laquelle les deux critères suivants sont vérifiés simultanément :

- la température minimale est négative chaque jour (c'est-à-dire que chaque jour est un jour de gel) ;
- la température maximale est négative au moins à trois reprises durant la période considérée (c'est-à-dire qu'on a au moins trois jours d'hiver sur la période, au cours desquels il gèle donc en permanence).

L'évolution du nombre annuel de vagues de froid à Uccle depuis 1901 est représentée sur la Figure 4-7: Nombre annuel de vagues de froid à Uccle, sur la période 19001 – 2007. En moyenne sur le 20^e siècle, il y a à peu près une vague de froid annuellement et la tendance correspond à une diminution de la fréquence des vagues de froid, avec un saut à la baisse marqué vers le début des années 1970.

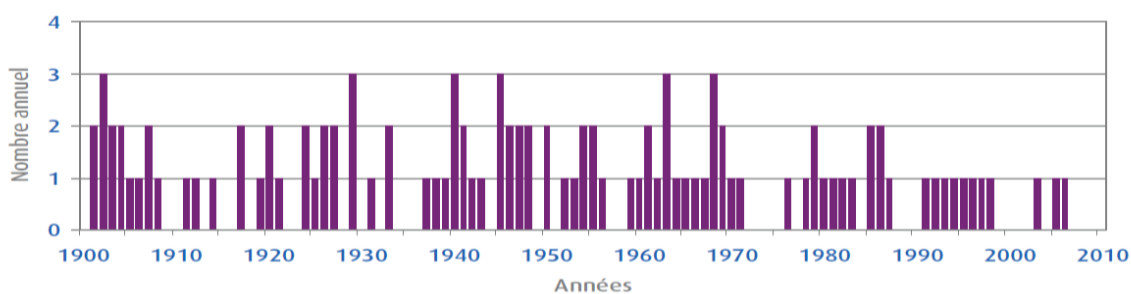


Figure 4-7: Nombre annuel de vagues de froid à Uccle, sur la période 19001 – 2007
(Institut Royal Météorologique, 2008)

Il est intéressant de remarquer que le réchauffement qui se produit en hiver et au printemps au début du 20^e siècle n'a pas conduit en même temps à une diminution durable du nombre de vagues de froid, alors qu'une diminution de ce type semble plus clairement être associée au réchauffement de la fin du 20^e siècle.

4.1.2 Précipitations

4.1.2.1 Pleut-il plus ou moins ?

Sur base de l'évolution du cumul pluviométrique annuel, les précipitations annuelles ont augmenté de 7 % entre 1833 et 2007 avec un saut significatif vers 1910, comme le montre la figure 4.8.

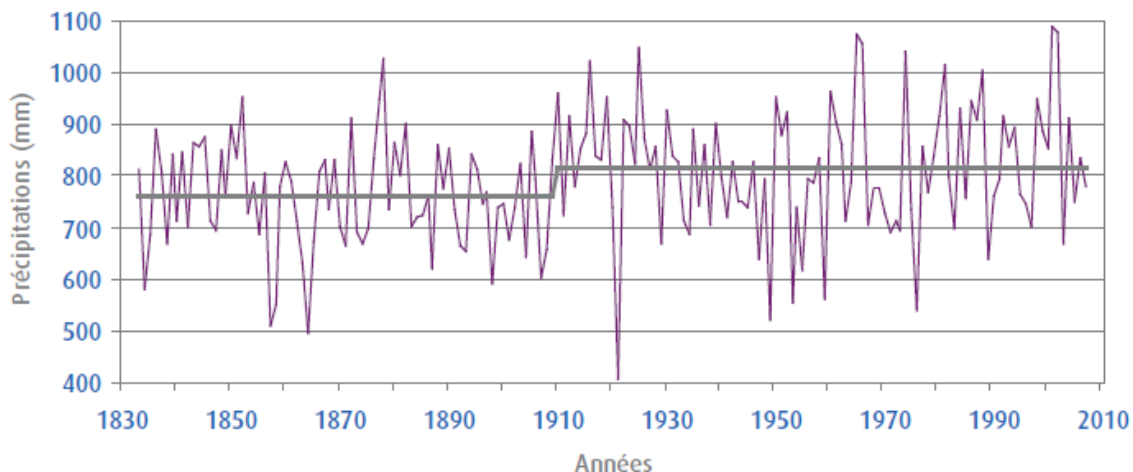


Figure 4-8: Quantités annuelles de précipitations (en mm) à Saint Josse Ten Noode/Uccle sur la période 1833/2007

(Institut Royal Météorologique, 2008)

D'un point de vue saisonnier, l'augmentation est plus forte pour le printemps et l'hiver (+15 %).

4.1.2.2 Les pluies intenses sont-elles plus fréquentes ? Quantitativement plus importantes ?

Pour la station d'Uccle, la figure 4.9 donne l'évolution entre 1901 et 2007 du nombre de jours durant l'été (période juin-juillet-août) au cours desquels la quantité journalière de précipitations a atteint au moins 20 mm. En été, de telles quantités sont causées généralement par des averses orageuses intenses qui tombent sur une courte période de temps (quelques heures au maximum).

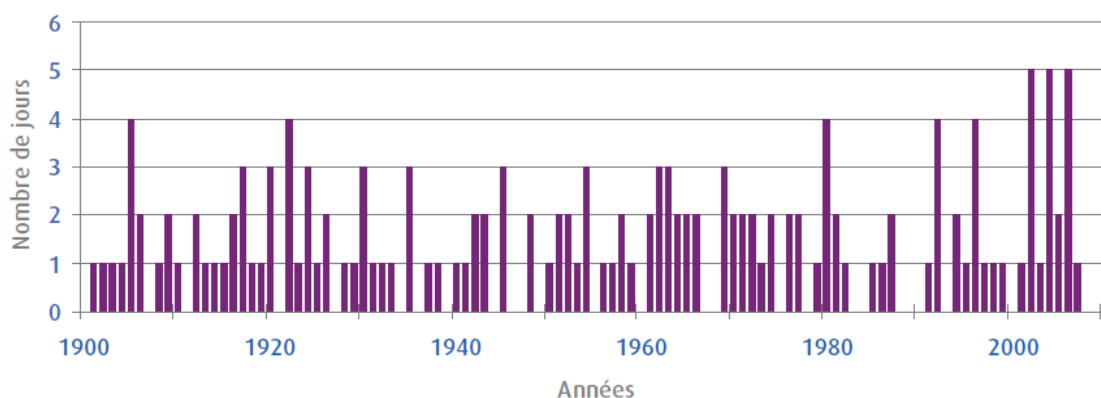


Figure 4-9: Nombre de jours par été au cours desquels la quantité journalière de précipitations a atteint au moins 20 mm à Uccle, sur la période 1901-2007

(Institut Royal Météorologique, 2008)

La Figure 4-9 n'indique aucune tendance significative. Si au cours de ces dernières années, on observe les trois valeurs les plus élevées de la série, il est cependant encore trop tôt pour affirmer de manière indiscutable si les précipitations orageuses abondantes sont plus fréquentes

aujourd'hui que par le passé.

Par contre, les extrêmes de pluies cumulées sur plusieurs jours ont augmenté et sont plus représentées en hiver, caractérisées par un saut abrupt vers la fin des années 1970 (cf. Figure 4-10).

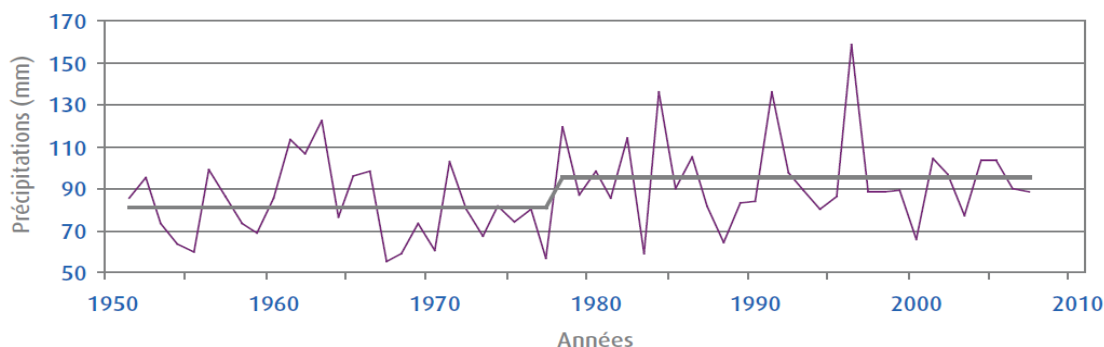


Figure 4-10: Maximum annuel de la quantité de précipitations tombée en dix jours (en mm) à Uccle, sur la période 1951-2007

(Institut Royal Météorologique, 2008)

On peut retenir que les cumuls pluviométriques annuels, hivernaux et printaniers ont augmenté à Uccle depuis le 19^e siècle et qu'il en est de même, pour l'ensemble du pays depuis les années 1950, pour les extrêmes annuels des cumuls sur plusieurs jours (qui se produisent souvent en hiver). Par contre, pour des durées comprises entre une heure et 24 heures, les séries des extrêmes annuels ne présentent pas de tendance.

4.1.2.3 Quelle est la tendance concernant les précipitations de courte durée ?

Le rapport final « Climate change impact on hydrological extremes along rivers and urban drainage systems in Belgium, CCI-HYDR » (Source : P. WILLEMS, P. BAGUIS, V. NTEGEKA, E. ROULIN, 2010) rapporte les tendances historiques cycliques des précipitations saisonales extrêmes de courte durée (10 min) depuis les années 1898 jusqu'à 2005, survenues à la station de Uccle.

Les oscillations cycliques (Voir la figure 4.11) montrent des précipitations extrêmes « élevées » aux périodes 1910-1920, dans les années 1960 et récemment durant les 15 dernières années.

Les précipitations extrêmes « basses » sont observées aux périodes 1930-1940, et dans les années 1970. On remarque des oscillations des précipitations extrêmes cycliques d'une période de 30 à 40 ans. Les résultats indiquent clairement une augmentation des précipitations extrêmes de courte durée, durant la période 1990-2005.

En hiver, les précipitations extrêmes durant les 15 dernières années sont 25% plus élevées par rapport à la moyenne de la série historique (1898-2005), ce qui est 19% plus élevé que lors des précédentes périodes de précipitations élevées.

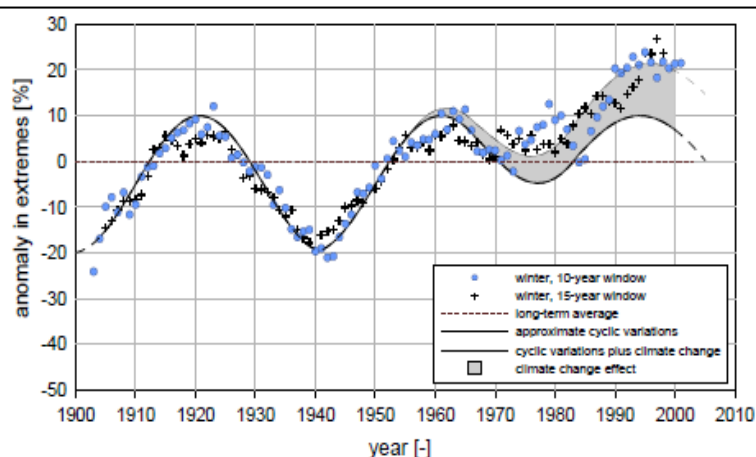


Figure 4-11:Évolution des variations des précipitations extrêmes d'une durée de 10 minutes en hiver
(Source : P. WILLEMS, P. BAGUIS, V. NTEGEKA, E. ROULIN, 2010)

4.1.2.4 Y a-t-il moins de neige ?

Directement relié à l'augmentation des températures, la quantité de précipitations sous forme de neige a fortement déclinée au cours du 20^e siècle à Uccle et ce, de manière très significative, depuis le saut des températures de la fin des années 1980.

Une première diminution très marquée s'était déjà produite vers 1920, à l'occasion du saut des températures observé au début du 20^e siècle. Les tendances observées pour les paramètres neigeux sont principalement à mettre en relation avec les tendances des températures durant la partie froide de l'année.

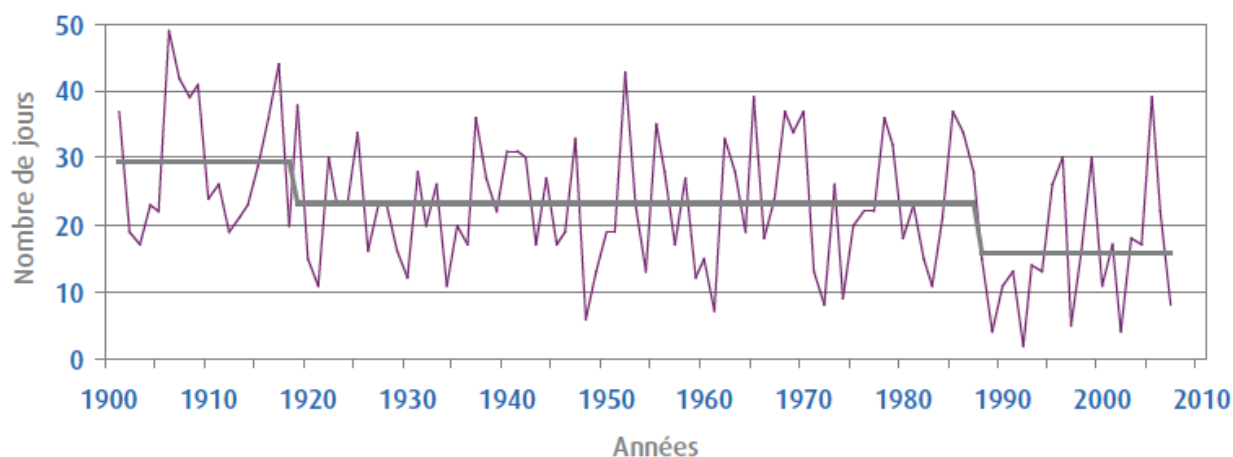


Figure 4-12 : Nombre annuel de jours avec des précipitations neigeuses à Uccle, sur la période 1901-2007

(Institut Royal Météorologique, 2008)

4.1.2.5 Les périodes de sécheresse sont-elles plus longues ?

La notion de sécheresse ne peut pas être définie de manière simple et générale car elle dépend du domaine auquel on s'intéresse. Dans tous les cas, le déficit de précipitations, considéré sur une période plus ou moins longue, joue un rôle crucial, mais d'autres paramètres (comme le vent, la température, le contenu en eau du sol...) peuvent aussi intervenir pour caractériser la sévérité d'une sécheresse et expliquer l'ampleur de ses impacts.

En considérant que la durée des périodes sans précipitations notables est un indice utile pour

caractériser l'intensité des périodes de sécheresse, les observations réalisées ne montrent pas que les sécheresses soient devenues plus (ou moins) intenses au cours du 20^e siècle.

4.1.3 Vent et tempêtes

Une diminution très marquée de la vitesse moyenne annuelle du vent a été observée à Uccle ainsi qu'à l'aéroport de Zaventem, lors de la deuxième moitié du 20^e siècle avec une diminution de la vitesse du vent de l'ordre de 10 % entre le début des années 1980 et les années 2005-2007. Mais des incertitudes, liées à l'évolution du couvert végétal autour des sites de mesures, entachent ces observations. La lecture des résultats est dès lors à faire avec précaution.

4.1.3.1 Les tempêtes sont-elles plus fréquentes ?

Un jour de tempête est défini par l'Institut royal météorologique de Belgique (Institut Royal Météorologique, 2008) comme une journée au cours de laquelle **les pointes de vent ont dépassé au moins à une reprise, la valeur-seuil de 70 km/h**. Les jours de tempêtes se produisent généralement entre octobre et avril et peuvent parfois être à l'origine de dégâts importants dans notre pays.

L'évolution du nombre annuel de jours de tempêtes à Uccle, sur la période 1940-2007 ne montre pas de changements significatifs.

En effet, les analyses menées jusqu'ici sur les vents forts, depuis 1940 pour Uccle, ne montrent aucune tendance particulière, ni dans l'intensité des vents annuels les plus forts, ni dans la fréquence des vents forts.

4.1.4 Ensoleillement

Depuis le début des relevés en 1887, aucune tendance globale d'évolution n'a été observée dans **l'ensoleillement annuel et saisonnier** à Uccle, malgré une variabilité assez importante à l'échelle multi-annuelle, avec des valeurs généralement élevées sur la période 1920 à 1950 et des valeurs généralement faibles sur la période 1960 à 1990. Au cours des vingt dernières années, les durées d'ensoleillement sont revenues à des valeurs annuelles oscillant autour de la valeur moyenne sur le 20^e siècle, comme le montre la Figure 4-13.

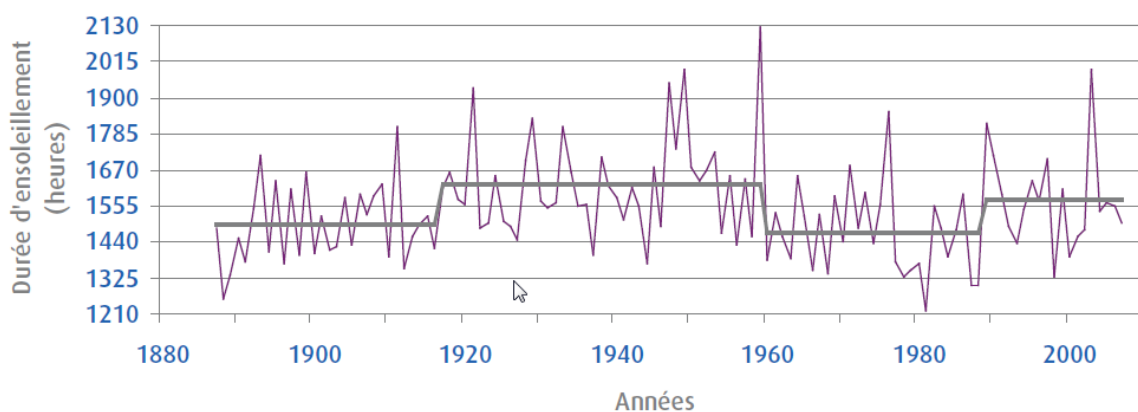


Figure 4-13 : Durée annuelle d'ensoleillement (en heures) à Uccle, sur la période 1887-2007

(Source : Institut Royal Météorologique, 2008)

4.2 Le climat futur en Région de Bruxelles-Capitale

4.2.1 Méthodologie utilisée pour les projections climatiques en Région de Bruxelles-Capitale et indicateurs-clés

Lors d'une étude d'adaptation aux changements climatiques, il est nécessaire de poser les bases scientifiques sur lesquelles s'appuyer, afin de faire le choix le plus pertinent, en l'état actuel des connaissances, et de spécifier les limites des données climatiques.

4.2.1.1 Des projections climatiques pour dessiner le futur

Selon le Groupe d'experts Inter-gouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC), les changements du climat, et la hausse de la température moyenne qui l'accompagne, sont très probablement attribuables aux émissions de gaz à effets de serre anthropiques. Dans les travaux du GIEC, les changements de concentration en gaz à effet de serre et en aérosols sont paramétrés en utilisant des scénarios d'émissions idéalisés, qui donnent des informations sur ce qui pourrait arriver dans le futur, suivant des hypothèses variées concernant la population, le style de vie, l'intensité carbone.... Ce sont les **scénarios dits SRES (Special Report on Emissions Scenarios)**, construits sur base d'hypothèses de mondes futurs possibles : monde homogène (globalisation) vs monde hétérogène (régionalisation), monde économique vs monde durable (Voir en annexe au chapitre 3.5). Le résultat d'une telle modélisation est appelé « **projection climatique** ».

Cette démarche néglige donc l'état initial du climat, qui serait basé sur les observations passées ou actuelles. Ainsi, en choisissant des conditions climatiques arbitraires et qui ne se focalisent que sur les changements du climat projeté, le biais lié aux caractéristiques des modèles utilisés – c'est-à-dire leur représentation la plus exacte possible du climat actuel – n'est pas pris en compte. Cette démarche fonctionne très bien pour simuler la façon dont le climat répond à des scénarios d'émissions variés sur **le long terme**, puisque sur ces longues échéances, les incertitudes sur les émissions anthropiques surpassent celles des modèles en eux-mêmes.

Les modèles climatiques utilisés pour évaluer ces changements sur le long terme à l'échelle de la planète sont appelés **Modèles de Circulation Générale** (GCM pour Global Climate Model). Au départ, ils ne prenaient en compte que les processus atmosphériques, mais ils ont évolué pour intégrer les océans, les processus de surface terrestre et d'interface océan-glace. Ce sont les modèles couplés atmosphère-océan, dit **Modèles du Climat Global Atmosphère-Océan**, (AOGCM pour Atmosphere-Ocean General Circulation Models).

Malgré l'augmentation des ressources informatiques disponibles pour faire fonctionner ces modèles, l'échelle caractéristique des GCM (appelée **grille**) est de l'ordre de plusieurs centaines de kilomètres. Certains processus se déroulant à des échelles plus petites, comme les nuages, les fronts, les ondes de gravité et la turbulence ne sont habituellement pas résolus explicitement et, par conséquent, représentent des phénomènes dits de **sous-grille**. En outre, la résolution des GCM ne permet pas non plus l'estimation d'impacts des changements climatiques à une échelle locale, comme par exemple les inondations.

C'est pourquoi depuis quelques années, les modèles régionaux – **RCM pour Regional Climate Model** – connaissent un intérêt de plus en plus fort, et par conséquent une augmentation des recherches qui leurs sont associés. Les modèles globaux apportent les conditions limites sur lesquelles s'appuient les modèles régionaux pour produire une information régionalisée.

Différentes méthodes de régionalisation (down-scaling) existent pour augmenter la résolution spatiale des résultats :

- **La méthode dynamique** (dynamical downscaling) qui utilise le couplage d'un modèle de circulation générale (GCM) avec un modèle climatique régional (RCM). Le modèle global fournissant les conditions d'entrée aux limites spatiales du modèle régional ;
- **La méthode statistique** (statistical downscaling): le transfert des variables à grandes échelles vers des échelles plus fines est effectué via une fonction mathématique, appelée fonction de transfert.

Les modèles régionaux sont la plupart du temps couplés avec des GCM, afin de prendre en compte à la fois **les données liées aux observations** (calibrage du modèle régional) et **les scénarios d'émissions nécessaires pour établir une projection climatique**. Naturellement, la meilleure résolution des RCM permet d'appréhender avec plus de justesse les changements projetés ainsi que les conséquences qui en découleront.

4.2.1.2 Prendre en compte la gestion des incertitudes

La mesure et la représentation de l'**incertitude** sont des questions clés dans la science du climat, et devraient l'être dans le processus de définition **des politiques climatiques**.

Les principales incertitudes qui entachent toute projection climatique sont :

- Les incertitudes sur le développement socio-économique, les futures émissions de gaz à effets de serre et aérosols ainsi que les futurs changements d'utilisation du sol ;
- Les incertitudes de facteurs externes comme l'activité solaire et les éruptions volcaniques ;
- Les incertitudes dues aux connaissances imparfaites du système climatique et à la puissance de calcul limitée des ordinateurs ;
- Les incertitudes dues au comportement chaotique (fortement non-linéaire) du système climatique (= variabilité interne).

Si l'incertitude liée à la variabilité interne du climat domine dans les 20 premières années de simulation, celle liée aux modèles est prédominante après 30 années simulées, alors que l'incertitude liée aux scénarios socio-économiques devient prépondérante entre 60 et 100 années de simulation (en fin du 21^e siècle) et la variabilité interne, quasi inexistante.

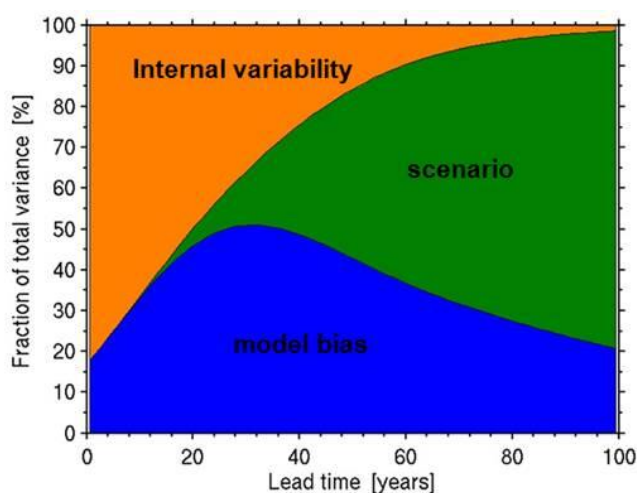


Figure 4-14: Les sources d'incertitudes des projections climatiques à différents horizons temporels (Hawking E, Sutton R, 2009)

Si les incertitudes des projections climatiques sont nombreuses, elles ne doivent pas servir de prétexte à l'inaction. Afin d'explorer au mieux les futurs climatiques d'une région, il convient donc d'être transparent sur le choix de la méthodologie retenue et sur le type d'incertitude qu'elle a vocation à traiter, car à ce jour, aucune méthodologie n'est estimée meilleure qu'une autre pour réduire les incertitudes.

C'est dans ce contexte d'évolution des connaissances dans le domaine de la modélisation du climat, qu'il est utile de préciser les sources de données initiales et les résultats découlant des projections climatologiques qui seront utilisées dans l'étude d'adaptation de la RBC.

La méthodologie retenue est décrite ci-après et intègre alors les spécificités des modélisations qui seront utilisées, que ce soit en termes de source des données, de simulation, d'incertitude ou de disponibilité des résultats découlant des projections climatiques.

4.2.1.3 L'analyse des travaux existants

Étant donné la taille restreinte de la zone d'étude concernée, la grille du modèle régional utilisé doit avoir une résolution assez fine, de l'ordre d'une dizaine de kilomètres.

Dans l'état actuel des recherches, trois sources de données sont potentiellement utilisables :

- L'étude intitulée « KNMI Climate Change Scenarios 2006 for the Netherlands » (Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, 2006);
- Celle réalisée en partenariat entre la KUL (Katholieke Universiteit Leuven) et l'IRM (Institut Royal Météorologique) intitulée « CCI-Hydr - Climate change impact on hydrological extremes along rivers and urban drainage systems in Belgium »; (P. WILLEMS, P. BAGUIS, V. NTEGEKA, E. ROULIN, 2010) ;
- L'étude intitulée « L'adaptation au changement climatique en Région wallonne » (Groupement Ecores-Tec, 2011) se basant sur le projet de modélisation climatique européen « ENSEMBLES »³.

Les bases essentielles de ces études sont reprises de manière synthétique ci-après :

- **Scénarios « KNMI »** : Ces scénarios ne sont pas spécifiques à la Région de Bruxelles-Capitale (mais au territoire des Pays-Bas) et se basent sur un changement de comportement de circulation des masses d'air à grande échelle. Les modélisations résultantes fournissent 4 scénarios, qui varient dans la gamme d'élévation de températures (modérée et forte) et dans le schéma de circulation d'air au-dessus des Pays-Bas (renforcement ou non des vents d'ouest).
- **Scénario s« CCI-hydr »** : Ces scénarios ont été réalisés pour la Belgique et couvrent également la Région de Bruxelles-Capitale. Ils se basent essentiellement sur les impacts du changement climatique liés aux risques hydrologiques extrêmes. Les modélisations ont été regroupées via une analyse probabiliste en 3 catégories (bas, moyen et haut), qui couvrent la gamme des changements attendus. De plus, la station de référence utilisée est celle d'Uccle, située au sein de la RBC.
- **Scénarios « Ensembles »** : Dans le cadre de l'étude intitulée « L'adaptation au changement climatique en Région wallonne », les résultats de projections à haute résolution spatiale mais aussi temporelle (données journalières) du projet « Ensembles », sont utilisés pour la Région wallonne. L'ensemble des projections régionales disponibles via le projet « ENSEMBLES » résultent de la combinaison d'une vingtaine de modèles climatiques globaux et régionaux. Les données sont disponibles par sous-région (régions limonaise, Condroz-Famenne, Ardenne, Lorraine).

³ <http://www.ensembles-eu.org>

4.2.1.4 La justification géographique

Pour un horizon temporel lointain (2085), l'étude « CCI-Hydr » servira de référence puisque les résultats issus de l'étude « CCI-Hydr » sont ceux correspondant à la **maille géographique** (d'une résolution spatiale de 25 km de coté) **dont le centre est le plus proche d'Uccle**.

L'étude « CCI -Hydr » est donc plus spécifique à l'objectif de l'étude d'adaptation en RBC que l'étude « KNMI ». En effet, bien que le climat des Pays-Bas soit proche de celui qui prévaut en Région de Bruxelles-Capitale, l'extrapolation des données de l'étude « KNMI » provoquerait une incertitude supplémentaire sur les résultats.

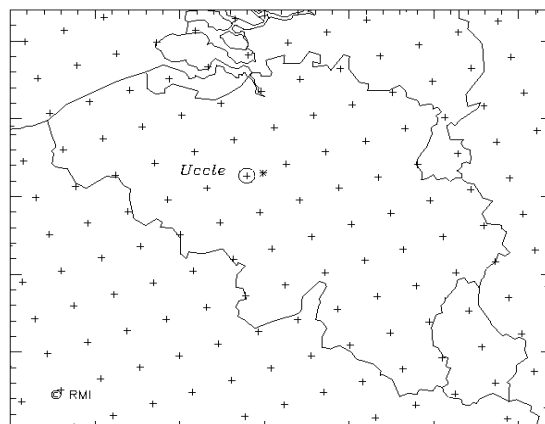


Figure 4-15 : Maillage géographique du RCM utilisé dans l'étude CCI-Hydr

(Source : P. WILLEMS, P. BAGUIS, V. NTEGEKA, E. ROULIN, 2010)

Pour un horizon temporel à moyen terme (2030 et 2050), nous utilisons les résultats de l'étude « L'adaptation au changement climatique en Région wallonne » en ce qui concerne les résultats propres à la **sous-région limoneuse** puisque les conditions climatiques et topographiques sont semblables entre la Région bruxelloise et la Région limoneuse (zone située juste au Sud des plateaux limoneux brabançons) avec dans les deux cas, des basses altitudes alternant des bas plateaux limoneux et des petites vallées. Néanmoins, **un biais** est présent au niveau de l'occupation des sols puisque la région limoneuse est majoritairement agricole, alors que les sols sont essentiellement bâtis en RBC.

Par ailleurs, gardons à l'esprit qu'aucun modèle climatique actuel ne prend en compte l'effet d'îlot de chaleur urbain.

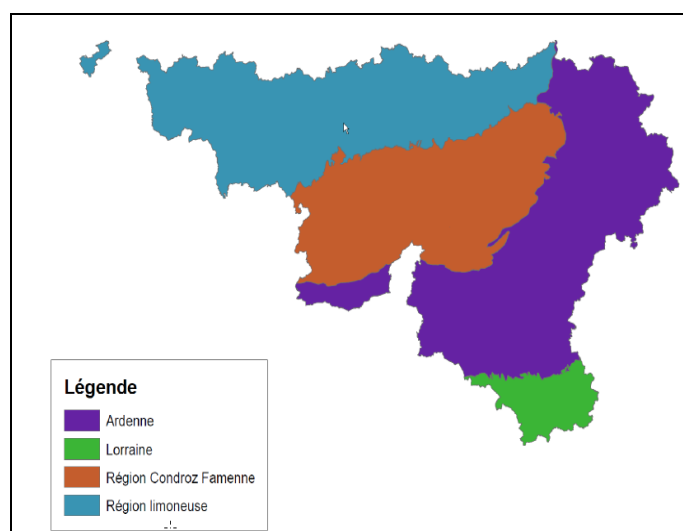


Figure 4-16: Les sous-régions de la Région wallonne

(Source : Cellule Etat de l'environnement wallon, 2007)

4.2.1.5 Le choix de l'horizon temporel

• La période de référence

La **période de référence** correspond à la période de départ à laquelle les projections climatiques à différentes échelles de temps (2030, 2050, 2085) vont être comparées.

La **période de référence** est 1975 (moyenne de l'intervalle de 30 ans {1961-1990}) et est identique pour tous les scénarios simulés à savoir les scénarios « CCI-Hydr » et les scénarios « ENSEMBLES ».

Il convient de garder à l'esprit que tous les résultats des modèles sont des résultats simulés, y compris ceux pour la période de référence 1975 (1961-1990), afin de ne pas prendre en compte le biais du modèle. Les résultats pour cette période peuvent donc varier de façon significative entre les modèles. Par conséquent, il est plus pertinent de se référer aux **changements entre les projections et la période de référence** que d'utiliser les valeurs absolues.

• L'horizon 2085

Le choix temporel est dépendant de la disponibilité des résultats fournis par les modélisations. En effet, au regard du calendrier de la mission et des effectifs qui lui sont alloués, il n'est pas possible de réaliser de nouvelles simulations. Dès lors, nous utiliserons les projections de l'étude « CCI-Hydr », réalisées à l'horizon 2085 (moyenne d'un intervalle de 30 ans {2070-2100}), pour lequel les résultats simulés sont disponibles.

Si cela s'avérait nécessaire au vu des conclusions de cette étude, l'utilisation d'un outil pour interpoler les résultats entre aujourd'hui et l'horizon fin du 21^{ème} siècle – appelé « CCI-Hydr Perturbation Tool » – pourrait permettre de s'attacher à manipuler les données et obtenir de nouveaux résultats à de plus courtes échéances (2030, 2050).

Les changements climatiques à cette échéance lointaine (2085) ont pour ambition de montrer à quels extrêmes climatiques pourraient conduire différents modes de développement socio-économique mondial. L'intérêt de se focaliser sur une échéance lointaine est de pouvoir prendre les mesures adéquates pour des phénomènes à long pas de temps, de ne pas devoir revoir continuellement les mesures d'adaptation et éviter par là le risque de mal-adaptation, voire de sous-adaptation. Il convient donc de s'imprégner d'**une vision à long terme**.

En outre, certains processus requièrent des prises de décisions sur des échelles de temps de l'ordre du siècle. Par exemple, la gestion forestière doit être anticipée et préparée le plus tôt possible (dans le cas d'une disparition progressive du hêtre en Forêt de Soignes, par exemple) compte tenu du temps nécessaire pour retrouver un état d'équilibre ou encore la construction de ponts ou tunnels (durée de vie des grandes infrastructures de l'ordre de 100 à 150 ans).

Néanmoins, les orientations stratégiques à développer sont **également pertinentes pour un futur plus proche**. En effet, anticiper, mettre en place à court terme des législations, évaluer, décider et implémenter des mesures d'adaptation pour des événements susceptibles de se produire à ces échéances lointaines est important et bénéfique pour la société **à moyen terme**. La plupart des actions d'adaptation peuvent ainsi déjà s'entreprendre à plus courte échéance, à l'horizon 2030.

Il est donc impératif de **prendre aujourd'hui les mesures adéquates afin de réduire la vulnérabilité future de la RBC aux changements climatiques** et cela d'autant plus que les observations de ces dernières années montrent que le développement économique mondial est plus rapide que n'importe quel scénario SRES envisagé par le GIEC. Dès lors, des changements possibles pour la fin du 21^{ème} voient leur probabilité d'occurrence potentiellement augmenter à moyen terme.

• L'horizon 2030 et 2050

Puisque l'étude « CCI-Hydr » n'envisage que des projections climatiques à un horizon temporel pour la fin du 21^e siècle, il est dès lors nécessaire de se tourner vers des résultats d'autres projections climatiques pour couvrir les horizons de temps à moyen terme (2030 et 2050).

Dès lors, nous utiliserons les résultats des projections climatiques simulées par le projet européen « **ENSEMBLES** » pour la Région wallonne aux horizons 2030 et 2050, et utilisées notamment pour la réalisation de l'étude intitulée « **L'adaptation au changement climatique en Région wallonne** ».

Couvrir le moyen terme est essentiel pour orienter les actions opérationnelles qui seront proposées dans le futur plan d'action de la RBC. **L'horizon 2050** est généralement l'horizon de décision prioritaire de la majorité des projets d'adaptation actuels.

4.2.1.6 Le choix des modèles, des scénarios de GES et de la méthode de régionalisation du climat

• Horizons 2030 et 2050

Les modélisations réalisées dans le cadre du projet « ENSEMBLES » fournissent des projections à haute résolution spatiale et temporelle pour l'Europe. Seul le scénario A1B est utilisé dans l'étude « ENSEMBLES ». Dans le panel des scénarios possibles, le scénario A1B représente un scénario dit modéré : la croissance mondiale, très rapide, s'appuie sur des sources d'énergie équilibrées entre fossiles et autres (nucléaire, renouvelables). De plus, de nouvelles technologies plus efficaces sont introduites rapidement (Voir en Annexe 8.3, le détail des scénarios SRES).

Les résultats sont construits à partir d'un ensemble de modèles, régionaux comme globaux.

Afin d'augmenter la lisibilité des résultats, il a fallu sélectionner des modèles dans la vingtaine de combinaisons disponibles. Les 2 modèles qui produisent des résultats plus éloignés (mais pas les plus extrêmes) de la moyenne (moyenne des simulations des 20 modèles) ont été sélectionnés, chacun délimitant ainsi le champ des extrêmes possibles. Il ne s'agit pas des résultats les plus extrêmes, mais suffisamment éloignés de la moyenne pour déterminer une gamme possible de changement du climat auquel il faudra s'adapter.

Un troisième modèle (modèle de référence) a été sélectionné à savoir le modèle le plus proche de la moyenne (moyenne des simulations des 20 modèles).

Les résultats de ces 3 modèles ont été retenus :

- Les « **projections moyennes** » (issues du modèle de référence): elles prennent une position intermédiaire tant en termes d'élévation moyenne des températures et précipitations que de distribution mensuelle.
- Les « **projections sèches** » (issues du modèle extrême « haut ») : elles indiquent un réchauffement général beaucoup plus marqué que pour les autres projections et une forte hausse des températures estivales accompagnée d'une baisse significative des précipitations à cette même période.
- Les « **projections humides** » (issues du modèle extrême « bas ») : elles montrent un réchauffement global très modeste. Les changements majeurs attendus pour ces projections se situent à la saison hivernale avec une augmentation marquée des températures et des précipitations.

• Horizon 2085

L'étude « CCI-Hydr » établit une projection des données climatiques pour l'analyse d'impact qui en est faite. Une étude des données historiques a été entreprise afin d'identifier les anomalies dans les périodes d'observations. Ces tendances historiques servent aussi à vérifier la cohérence des estimations des modèles climatiques.

Pour les modélisations, l'étude « CCI-Hydr » se base essentiellement sur les résultats régionaux du projet européen « PRUDENCE » (Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate Change Risks and Effects (Christensen, 2005)). Le projet PRUDENCE fournit des données à haute résolution (12-50km) à partir de simulations effectuées au moyen de 11 RCM et ce, pour le climat de référence (1961-1990) et pour le climat futur à la fin du 21^{ème} siècle (2071-2100).

Pour le climat de la période de référence, les RCM ont été évalués selon leurs précisions par rapport aux observations, pour la cohérence dans la moyenne, la saisonnalité, la variabilité spatiale, la variabilité inter-annuelle et les tendances. Leurs performances ont été testées à la fois au niveau ponctuel (station d'Uccle) et au niveau régional (pour l'entièreté de la Belgique). C'est en combinant les mesures de performances ponctuelle et régionale qu'une sélection de

modèles climatiques pour le climat belge a pu être décidée. Les résultats de l'étude « CCI-Hydr » conviennent donc particulièrement bien pour la RBC, puisque les performances locales des RCM ont été testées via les données de la station d'Uccle, elle-même située au sein de la Région de Bruxelles-Capitale.

Pour les projections – afin de simplifier l'interprétation et tenir compte de l'incertitude de la modélisation – une méthode statistique a été employée pour regrouper l'ensemble de toutes les projections des 11 modèles utilisés, selon 3 catégories. **Ces 3 catégories (valeurs hautes, valeurs moyennes et valeurs faibles)** représentent ainsi la gamme du changement climatique attendu et correspondent **respectivement** aux catégories « humides », « moyennes » et « sèches ».

Les scénarios d'émission de GES sont ceux utilisés dans le projet « PRUDENCE », à savoir les scénarios SRES A2 et B2 (voir définition des scénarios en annexe). Cependant, des facteurs dits « d'ajustement » (provenant des modèles AR4 du GIEC) ont été mis en place dans l'étude « CCI-Hydr » pour prendre aussi en compte les scénarios A1 et B1 et limiter par la même occasion l'incertitude sur les émissions.

Néanmoins, les résultats donnent en général des valeurs pour les scénarios A2, B2 et pour une moyenne de tous les scénarios SRES regroupés.

4.2.2 Résultats aux Horizons 2030 et 2050

Les résultats des projections réalisées dans le cadre du projet « ENSEMBLES » selon les 3 modèles de projections retenus (de référence – sèches – humides) sont présentés ci-dessous, **pour la sous-région limoneuse**, la plus proche de la Région de Bruxelles-Capitale.

4.2.2.1 Les températures

Plusieurs paramètres de températures et liés à la température sont présentés dans le tableau 4.1 selon leur évolution en fonction des projections en 2030 et en 2050 par rapport aux simulations sur la période de référence 1961-1990.

	2030	2050
Δ Températures moyennes à 2m (moyenne annuelle)(°C)	0.84 < 0.76 / 1.94>	1.51 < 1.31 / 2.76>
Δ Températures moyennes à 2m (hiver)(°C)	0.74 < 1.69 / 2.10>	1.50 < 2.39 / 2.46>
Δ Températures moyennes à 2m (été)(°C)	0.87 < -0.10 / 2.27>	1.79 < 0.52 / 3.14>
Δ Nombre de jours de gel (moyenne annuelle)	-12.66 < -23.91 / -30.10>	-19.78 < -33.59 / -38.05>
Δ Nombre de jours de vagues de chaleur/canicule (définition belge) ⁴ sur l'année	0.90 < -0.55 / 14.55>	1.98 < 0.26 / 22.53>

Tableau 4-1 : Projection de la variation d'indicateurs relatifs aux températures pour la région limoneuse.

Ecarts par rapport à la période de référence (1961 – 1990)

Lecture des valeurs : projections moyennes < projections humides / projections sèches >

Les températures devraient augmenter en **moyenne annuelle, de minimum 0,76°C en 2030** et de **maximum 2,76°C en 2050**. Cependant, selon les projections sèches, une augmentation proche de 2°C pourrait déjà se faire sentir dès 2030.

Nous pouvons aussi remarquer que l'incertitude sur les mois d'été est plus forte puisque la

⁴Période de Canicule (définition « belge ») selon l'IRM de Belgique: Une période d'au moins cinq jours consécutifs avec une température de 25°C ou plus et comprenant au moins trois jours avec 30°C ou plus

Chapitre 4 : Les avenir climatiques de la RBC

gamme possible s'étend en effet de $-0,1^{\circ}\text{C}$ à $+3,14^{\circ}\text{C}$. Le nombre de jours de vagues de chaleur par an exprime aussi cette étendue de changements possibles, avec un minimum de -0.55 jour mais pouvant aller jusqu'à une vingtaine de jours supplémentaires (22,53 jours). Une autre caractéristique importante des températures est leur augmentation marquée en hiver, que ce soit pour les projections humides ou sèches. Les températures projetées varient entre $+0.74$ et $+2,46^{\circ}\text{C}$.

Ce résultat est à mettre en parallèle au nombre de jours de gel qui baisse fortement en 2030 et 2050 (de -12 à -30 jours par an en 2030 et de -19 à -38 jours par an en 2050).

4.2.2.2 Les précipitations

Plusieurs paramètres de précipitations et liés à la précipitation sont présentés dans le Tableau 4-2 selon leur évolution en fonction des projections en 2030 et en 2050 par rapport aux simulations sur la période de référence 1961-1990.

	2030	2050
Δ Précipitations (mm) sur l'année	1.97 <27.71 / 2.41>	-1.98 <61.12 / -38.66>
Δ Précipitation en hiver (mm)	26.67 <34.17 / 22.47>	40.96 <42.38 / 10.05>
Δ Précipitation en été (mm)	-10.32 <-15.67 / -21.63>	-24.36 <-11.93 / -36.54>
Δ Nombre de jours de très fortes précipitations sur l'année	1.27 <0.19 / 0.57>	0.90 <0.8 / 0.57>

Tableau 4-2: Projection de la variation d'indicateurs relatifs aux précipitations pour la région limoneuse.

Écarts par rapport à la période de référence (1961 – 1990)

Lecture des valeurs : projections moyennes < projections humides / projections sèches >

Les précipitations annuelles ne montrent pas de changements majeurs pour la projection de référence à 2030 et à 2050. Des variations existent si l'on regarde les projections humides et sèches. Mais au regard des précipitations totales sur une année (environ 800 mm), ces variations sont relativement faibles et incertaines (de -38 à +61 mm en 2050). Par contre, un signal saisonnier fort existe, à savoir **une augmentation des précipitations en hiver et une diminution en été**, quelle que soit la projection considérée.

Le nombre de jours de très fortes précipitations ne montre pas de changement sensible.

4.2.2.3 Le vent

La vitesse du vent est présentée dans le Tableau 4-3 selon son évolution en fonction des projections en 2030 et en 2050 par rapport aux simulations sur la période de référence 1961-1990.

	2030	2050
ΔVitesse du vent à 10 m d'altitude en m/s sur l'année	0.01 < 0.12 / 0.05>	-0.07 < 0.16 / -0.01>

Tableau 4-3 : Projections de la variation de la vitesse du vent.

Ecarts par rapport à la période de référence (1961 – 1990)

Lecture des valeurs : projections moyennes < projections humides / projections sèches >

Les projections ne permettent pas de tirer de conclusions sur l'évolution de la vitesse du vent.

En effet, les valeurs projetées montrent des résultats opposés sur les horizons 2030 et 2050 (+ 0.01 m/s en 2030 et -0.07 m/s en 2050) pour le scénario moyen et des résultats sans tendance nette pour les projections humides (augmentation continue pour les projections humides en 2030 et 2050 (respectivement +0,12 m/s et +0,16 m/s) et sèches (augmentation en 2030 et diminution en 2050).

4.2.3 Résultats à l'horizon 2085

Comme évoqué précédemment, il ne sera pas possible dans le cadre de cette étude de réaliser de nouveaux graphes ou cartes ou même d'établir de nouvelles valeurs (températures, précipitations, ...). On utilisera donc, pour les paramètres climatiques clés, une sélection de graphes réalisés dans l'étude « CCI-Hydr », en général pour le scénario A2 mais aussi pour une moyenne de tous les scénarios SRES.

Aussi, des valeurs chiffrées ont été reprises sous forme de tableau, reprenant les résultats pour le scénario SRES A2, à la fois pour la modélisation via les modèles régionaux et pour les modèles globaux. Ces résultats sont subdivisés pour les **3 catégories (haut, moyen, faible)** et sont exprimés via des « facteurs de perturbation ». Ces facteurs de perturbation expriment la variation estimée de la variable considérée entre la modélisation de contrôle (le climat présent (1960-1990) et la modélisation future (2070-2100). Les facteurs de perturbation sont soit des différences ou des quotients entre la valeur projetée en 2085 et la valeur de référence. Des différences sont estimées dans le cas des températures et des quotients dans tous les autres cas.

Les données (tableaux et graphes) pertinentes dans le cadre de cette pré-étude seront donc reprises telles quelles.

4.2.3.1 Les températures

D'ici la fin du 21ème siècle, les projections montrent une tendance claire, à savoir une augmentation significative des températures moyennes prévues pour chaque mois de l'année en RBC, quelque soit la catégorie envisagée (faible ou sec- moyenne – haute ou humide).

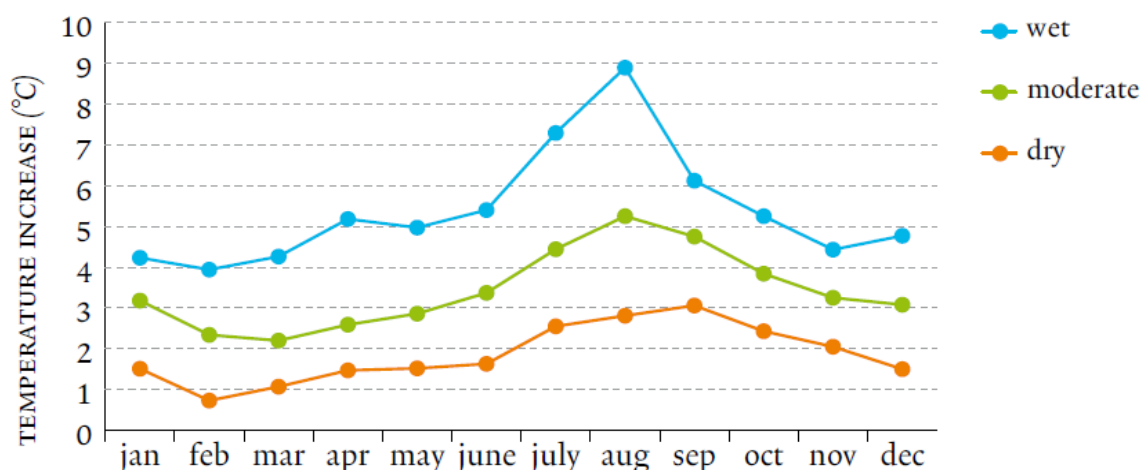


Figure 4-17: Évolution des températures mensuelles moyennes selon les 3 catégories climatiques projetées (sec – moyen – humide) pour tous scénarios SRES

Uccle, période 2071-2100 comparé à la période de référence 1961-1990

(Source : Van Steertegem, 2009 ; sur base des données de l'étude CC « Hydr » (P. WILLEMS, P. BAGUIS, V. NTEGEKA, E. ROULIN, 2010)

De combien de degrés sera l'augmentation demeure incertain. Par exemple, selon la saison, la gamme possible de réchauffement varie avec l'été, proposant des températures potentielles fortement élevées (**jusqu'à +8,9°C**). En outre, le scénario considéré implique une intensité de réchauffement différente. Le scénario B2, plus modéré voit en effet une augmentation maximale de +5,7°C en été (Tableau 4-4).

A2			B2		Tous scénarios SRES	
Hiver		Été	Hiver	Été	Hiver	Été
Projection « Faible »	1,7–2,9	2,2–3,2	0,7–1,5	1,6–2,8	0,7–1,5	1,6–2,8
Projection « Moyenne »	2,4–3,4	3,6–5,5	2,1–2,6	2,7–4,4	2,3–3,2	3,4–5,3
Projection « haute »	3,3–4,8	5 – 8,9	3,4–4,3	3,8– 5,7	3,9–4,8	5,4– 8,9

Tableau 4-4: Évolution des températures en 2085 par rapport à la période de référence (1960-1990).

Les valeurs sont les valeurs minima et maxima projetés par saisons pour les mois d'hiver et d'été (Hiver= DJF et Été = JJA)

Les températures annuelles moyennes ont donc tendance à augmenter de 1,9°C jusqu'à 5,4°C selon les catégories et les scénarios envisagés (Tableau 4-5).

Scénarios A2	Scénarios B2	Tous scénarios SRES
Valeurs moyennes annuelles		
Projection « Faible »	2,3	1,9
Projection « Moyenne »	3,6	2,9
Projection « Haute »	5,3	4,2
		5,4

Tableau 4-5: Évolution des températures moyennes annuelles en 2085 par rapport à la période de référence (1960-1990).

À côté des températures moyennes, les températures extrêmes à savoir les températures des jours les plus chauds et les plus froids vont augmenter également de manière significative. L'augmentation attendue des températures les plus froides (à savoir les minima des séries de températures ou encore sous le seuil des 10% des séries d'observations – appelés 10^{ème} centile) est de 1,5 à 6°C en hiver et de 2 à 5°C en automne (l'hiver et l'automne sont les saisons pour lesquels l'augmentation est la plus forte) provoquant **une diminution drastique du nombre de jours avec des températures sous 0°C**.

Concernant les températures les plus chaudes (à savoir les maxima des séries de températures ou encore au-dessus du seuil des 90% des séries d'observations – appelés 90^{ème} centile), la plus grande augmentation concerne les mois d'été de 3,2 à 9,5°C, signifiant des températures journalières maximales plus élevées, **menant à des étés plus chauds qu'aujourd'hui**.

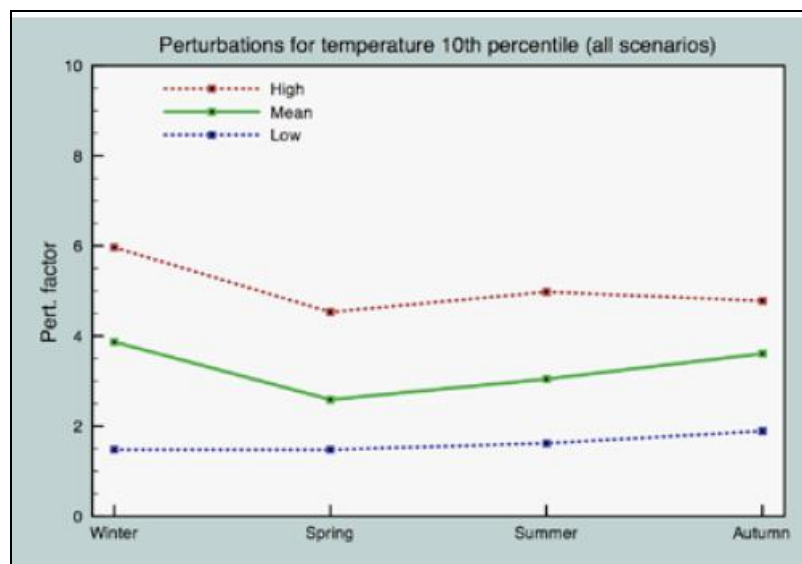


Figure 4-18: Prédiction des variations de températures les plus basses (<10^{ème} centile) à l'horizon 2085 selon les 3 catégories (hautes, moyennes, faibles) pour les projections selon l'ensemble des scénarios
(Source : P. WILLEMS, P. BAGUIS, V. NTEGEKA, E. ROULIN, 2010)

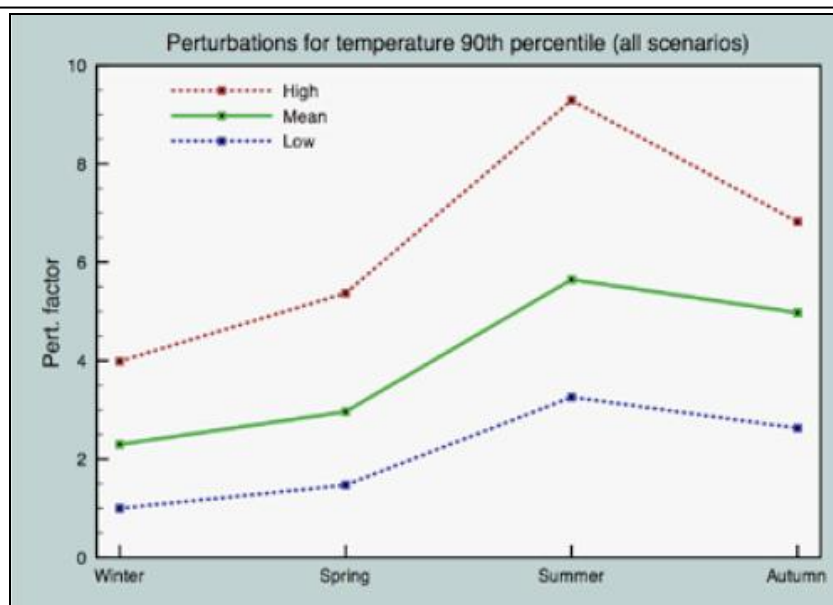


Figure 4-19: Prédiction des variations de températures les plus hautes (> 90 ème centile) à l'horizon 2085 selon les 3 catégories (hautes, moyennes, faibles) pour les projections selon l'ensemble des scénarios

(Source : P. WILLEMS, P. BAGUIS, V. NTEGEKA, E. ROULIN, 2010)

4.2.3.2 Les précipitations

Les résultats basés sur les RCM et les GCM conduisent globalement à prévoir, pour les précipitations saisonnières moyennes, une diminution des précipitations en été et une augmentation en hiver.

Ainsi, la Figure 4-20 montre les changements possibles des précipitations mensuelles moyennes. Les simulations pour Uccle montrent que les GCM (modèles climatiques globaux) indiquent des variations de précipitation plus fortes que les modèles régionaux (RCM), suite à une gamme plus vaste de scénarios d'émissions de GES disponibles pour les GCM.

Cependant, les estimations basées sur l'ensemble des modèles (globaux et régionaux) sont analysées et indiquent une évolution significative vers des étés plus secs. Néanmoins, la différence dans les résultats entre les GCM et les RCM induit une incertitude sur les résultats en été, concernant la catégorie de valeurs « haute ».

Les précipitations moyennes pour le mois d'août diminuerait de 76 à 78% par rapport à la période de référence, pour la catégorie « faible ou sèche ». Selon la catégorie « moyenne », la réduction serait de 17 à 43% et selon la catégorie « haute ou humide » et le modèle régional, seulement de 8%.

La plus forte augmentation des précipitations est attendue pour le mois de janvier (Évolution entre « presque pas de changement » et une augmentation de 64% selon les catégories et les modèles).

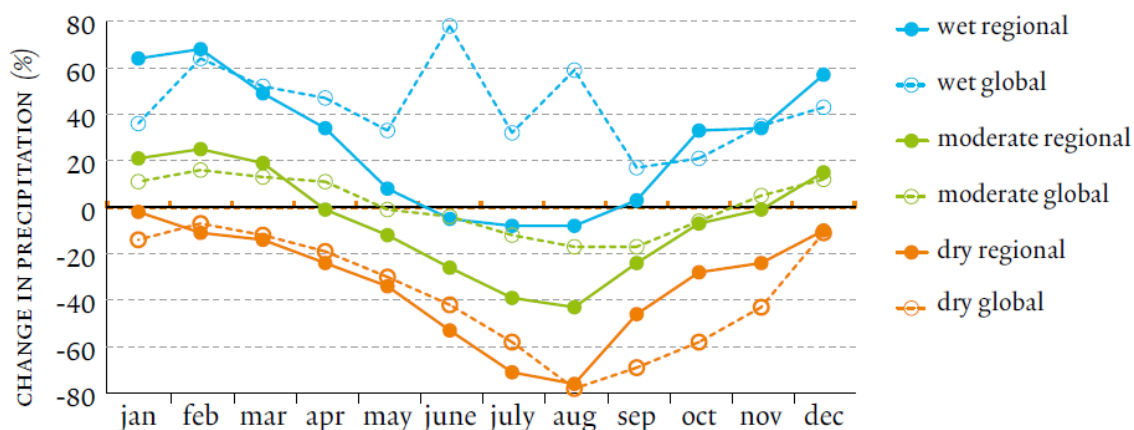


Figure 4-20: Prédiction des variations de précipitations à l'horizon 2085 à Uccle selon les 3 catégories (hautes ou humides, moyennes, faibles ou sec) pour les projections des modèles globaux et régionaux selon l'ensemble des scénarios SRES

Source de la figure: Van Steertegem, 2009 ; sur base des données de l'étude CC « Hydr » (P. WILLEMS, P. BAGUIS, V. NTEGEKA, E. ROULIN, 2010)

Les tableaux ci-dessous indiquent l'évolution des précipitations (en mm) selon les différentes catégories de projections et selon les différents modèles pour les saisons hivernales et estivales.

	RCM - A2		GCM - A2		RCM - tous les scénarios considérés		GCM - tous les scénarios considérés	
	Hiver	Eté	Hiver	Eté	Hiver	Eté	Hiver	Eté
Projection « Faible » ou sec	-15	-139	-10	-121	-15	-139	-21	-122
Projection « Moyenne »	+41	-79	+29	-42	+38	-75	+25	-23
Projection « Haute » ou humide	+122	-14	+76	+80	+122	-14	+91	+117

Tableau 4-6 : Évolution des précipitations en mm en 2085 par rapport à la période de référence (1960-1990).

Les valeurs fournies sont les précipitations projetées par saisons (Hiver = DJF et été = JJA)

Scénarios RCM - A2	Scénarios GCM - A2	Tous scénarios SRES - RCM	Tous scénarios SRES - GCM	
Valeurs moyennes annuelles				
Projection « Faible » ou sec	-257	-273	-265	-95
Projection « Moyenne »	-52	-14	-51	+7
Projection « Haute » ou humide	+218	+275	+218	+346

Tableau 4-7: Évolution des précipitations sur l'année en mm en 2085 par rapport à la période de référence (1960-1990).

Les valeurs sont annuelles.

4.2.3.3 L'évapotranspiration potentielle

L'**évapotranspiration** correspond à la quantité d'eau totale transférée du sol vers l'atmosphère par l'évaporation au niveau du sol et par la transpiration des plantes.

L'évapotranspiration **potentielle** correspond à l'eau susceptible d'être perdue quand elle n'est pas facteur limitant (à la différence de l'évapotranspiration réelle qui correspond à l'eau réellement « perdue » sous forme de vapeur).

Quelle que soit la méthodologie employée pour calculer la perte en eau des sols, les résultats tendent à simuler un déplacement des valeurs d'évapotranspiration potentielle vers des valeurs plus élevées, même pour le scénario le plus faible, ce qui est conforme à l'augmentation des températures à la fois en hiver et en été. Les maxima projetés atteignent des valeurs de 200% par rapport à la valeur de la période de référence (Facteur de perturbation > 2). Une journée d'été type évapore environ entre 2,5 et 3 mm d'eau par jour **en Belgique** alors qu'une journée d'hiver enregistre une évapotranspiration quasi nulle (1 mm équivaut à un litre par m²). Pour des sols imperméabilisés, l'évapotranspiration est évidemment réduite.

Par exemple, en février, l'augmentation de l'évapotranspiration est comprise entre -3 % and +37 % selon les catégories et la méthode de calcul. En août, l'évaporation a tendance à augmenter jusqu'à 73%.

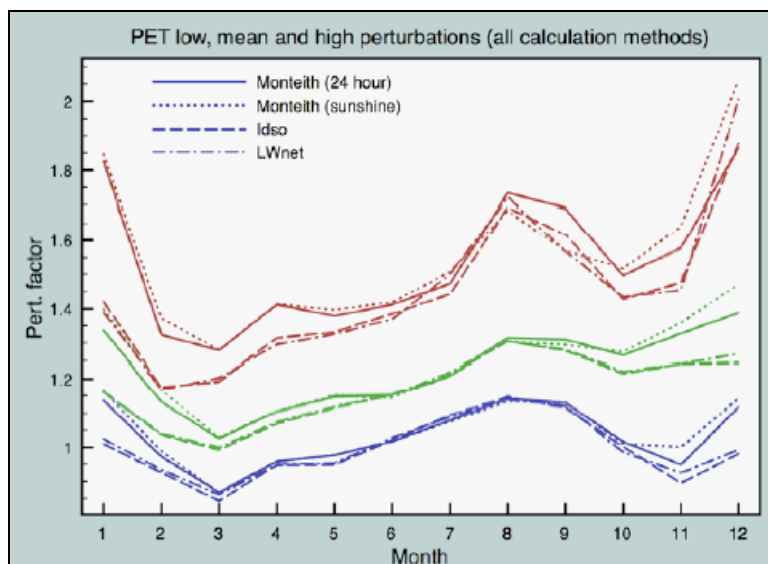


Figure 4-21: Prédiction des variations de l'évapotranspiration potentielle à l'horizon 2085 selon les 3 catégories (hautes, moyennes, basses) pour les projections selon l'ensemble des scénarios SRES, et selon plusieurs méthodes de calcul de l'évapotranspiration

(Source : P. WILLEMS, P. BAGUIS, V. NTEGEKA, E. ROULIN, 2010)

4.2.3.4 Le vent

Les résultats des projections montrent une variation projetée (pour la moyenne des scénarios SRES) à la hausse en hiver (10 à 20 %) alors qu'il n'y a pas de tendances projetées ni à la hausse ni à la baisse en été.

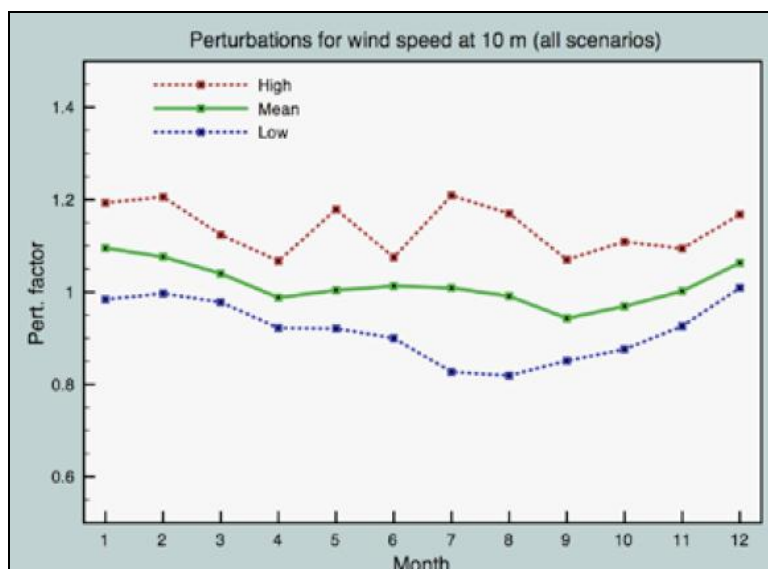


Figure 4-22: Prédiction des variations de la vitesse du vent à l'horizon 2085 selon les 3 catégories (hautes, moyennes, basses) pour les projections selon l'ensemble des scénarios SRES

(Source : P. WILLEMS, P. BAGUIS, V. NTEGEKA, E. ROULIN, 2010)

4.2.3.5 Extrêmes hydrologiques

Les variations (perturbations) des résultats précédents de précipitations à l'horizon 2085 étaient calculées pour des valeurs moyennes mensuelles. Néanmoins, les perturbations dépendent aussi de la période d'agrégation (jour – semaine – mois – saison) ainsi que de la période de retour (durée statistique moyenne entre deux occurrences d'un événement naturel d'une intensité donnée).

Tenant compte de la période d'agrégation et de la période de retour, le Tableau 4-8 fournit les variations pour les précipitations et l'évapotranspiration potentielle entre le climat en 2085 (période 2071-2100) et la période de référence (1961-1990). Ces pourcentages ont été calculés **pour des événements extrêmes** dont les périodes de retour varient entre 0,1 et 30 ans. Les précipitations prennent en compte les scénarios SRES A1, A2, B1, B2 alors que l'évapotranspiration n'est simulée qu'à partir des scénarios SRES A2 et B2.

Variable	Season	Aggregation	Low(%)	Mean(%)	High(%)
Precipitation	Winter	Daily	-2	+10	+43
		Weekly	-9	+6	+41
		Monthly	-7	+8	+36
		Seasonal	-15	+8	+37
	Summer	Daily	-27	+4	+16
		Weekly	-22	+10	+25
		Monthly	-21	+7	+28
		Seasonal	-38	-4	+23
ETo	Winter	Daily	+0	+13	+28
		Weekly	-6	+13	+35
		Monthly	-9	+11	+30
		Seasonal	+4	+23	+41
	Summer	Daily	+7	+13	+25
		Weekly	+8	+17	+39
		Monthly	+8	+19	+40
		Seasonal	+10	+22	+51

Tableau 4-8 : Évolution des précipitations et de l'évapotranspiration potentielle en 2085 (2070-2100) par rapport à la période de référence (1960-1990) ; pour tous les valeurs de période de retour comprises entre 0,1 et 30 ans.

(Source : P. WILLEMS, P. BAGUIS, V. NTEGEKA, E. ROULIN, 2010)

De nouveau, les pourcentages saisonniers (scénario moyen) impliquent des hivers plus humides et des étés plus secs.

Le nombre de jours humides diminuera probablement en été car les changements journaliers (scénario moyen) en été sont positifs alors que les changements saisonniers sont négatifs ce qui indique que le volume saisonnier des précipitations diminue, en lien avec une augmentation de la fréquence des jours secs. En hiver, les changements journaliers comme saisonniers montrent une légère augmentation, en liaison avec la fréquence de jours humides.

Une plus forte évapotranspiration se produira aux deux saisons (changement saisonniers positifs), rendant les sécheresses plus probables.

Scenario	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
High (%)	+18	+20	+21	+7	+2	+0	-5	-10	-8	+9	+6	+9
Mean (%)	+5	+7	+6	-5	-11	-18	-26	-32	-20	-7	-6	-1
Low (%)	-7	-7	-8	-18	-24	-39	-48	-55	-35	-23	-19	-10

Tableau 4-9 : Changement dans la fréquence des jours humides (basé sur les RCM du projet PRUDENCE) (les chiffres de 1 à 12 correspondent aux 12 mois de l'année).

(Source: P. WILLEMS, P. BAGUIS, V. NTEGEKA, E. ROULIN, 2010)

Le Tableau 4-9 montre le pourcentage de changement dans la fréquence des jours humides simulés à partir des données journalières et selon les scénarios A2 et B2

Les changements en saison d'hiver (DJF) indiquent que les futurs hivers (horizon 2085) seront plus humides alors que les étés (JJA) seront plus secs.

4.2.3.6 Les courbes IDF

Les relations IDF (Intensité – Durée – Fréquence) représentent des courbes donnant la probabilité de diverses intensités de pluie de courte durée pour diverses durées en un lieu donné. Il s'agit souvent d'une famille de courbes, dont chacune représente une certaine fréquence d'occurrence ou une certaine période de retour exprimée en années.

La période de retour analysée ci-dessous correspond à une période de retour de 10 ans pour des durées de pluie de 10 minutes à 15 jours.

Les variations des relations IDF des précipitations **en hiver** à l'horizon 2085 sont nulles pour les projections « faibles » par rapport à la période de référence (1961-1990) alors que l'évolution de l'intensité des précipitations pour une même durée est en légère augmentation pour les projections « moyenne » et « élevée ».

Les variations **en été** sont diverses : les projections « faibles » et « moyennes » à l'horizon 2085 montrent une diminution de l'intensité des précipitations pour une même durée par rapport à la période de référence (1961-1990) alors que les prévisions « élevées » montrent une augmentation de l'intensité des précipitations.

Il est à noter que les prévisions climatiques des courbes IDF ne sont valables que pour des périodes de retour inférieures à 30 ans car les modèles climatiques ne fournissent que des quantiles empiriques jusqu'à des périodes de retour de 30 ans.

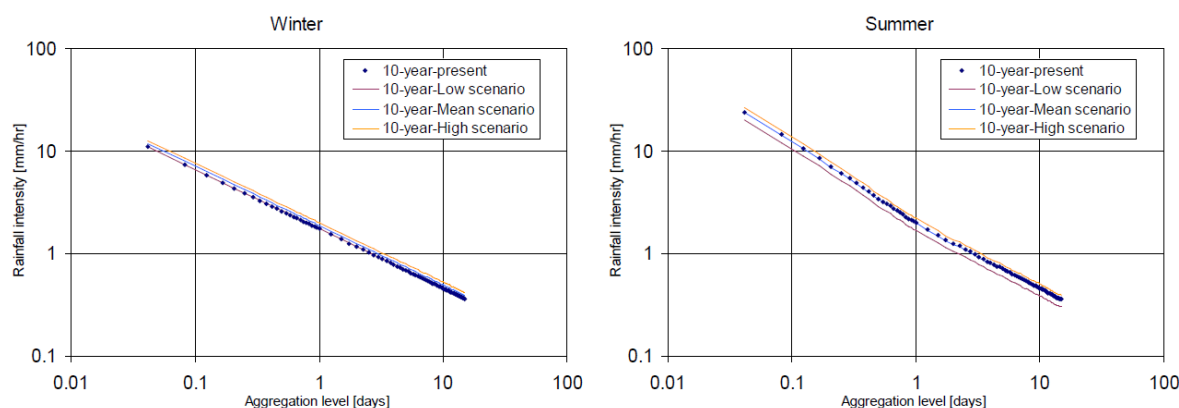


Figure 4-23: IDF relations for 10 years return period for the present (1961-1990) and future scenarios changes (2071-2100). The low, mean, and high scenarios represent the range of results projected by the different RCMs. The durations are from 10 minutes to 15 days.

(Source : Ntegeta V., Baguis P., Boukhris O., Willems P., Roulin E., 2008)

4.2.3.7 Les précipitations pluvieuses fortes de courte durée (max 1 heure)

Les observations des précipitations de courte durée au cours du 20^{es} siècle montrent l'impact des changements climatiques à la fin du 20^{es} siècle avec une augmentation nette des précipitations extrêmes de courte durée durant la période 1990-2005 en Région de Bruxelles-Capitale (Source : P. WILLEMS, P. BAGUIS, V. NTEGEKA, E. ROULIN, 2010).

Le rapport final « Climate change impact on hydrological extremes along rivers and urban drainage systems in Belgium - CCI-Hydr » (Source : P. WILLEMS, P. BAGUIS, V. NTEGEKA, E. ROULIN, 2010) décrit les tendances historiques cycliques des précipitations saisonales extrêmes **de courte durée (10 min)** depuis les années 1898 jusqu'à 2005, survenues à la station d'Uccle. Notons cependant que d'autres durées courtes ont été étudiées par l'étude « CC-Hydr » mais celles-ci ne sont pas décrites dans le rapport final « CCI-Hydr ».

Les oscillations montrent des précipitations extrêmes « élevées » aux périodes 1910-1920, dans les années 1960 et récemment durant les 15 dernières années. Les précipitations extrêmes « basses » sont observées aux périodes 1930-1940, et dans les années 1970. On remarque des oscillations des précipitations extrêmes cycliques d'une période de 30 à 40 ans. Les résultats indiquent clairement une augmentation des précipitations extrêmes de courte durée, durant la période 1990-2005.

En hiver, les précipitations extrêmes durant les 15 dernières années sont 25% plus élevées par rapport à la moyenne de la série historique (1898-2005), ce qui est 19% plus élevé que lors des précédentes périodes de précipitations élevées.

À l'horizon 2085 (voir le point 4.2.3.6), les variations des relations IDF des précipitations **en hiver** sont nulles pour les projections « faibles » par rapport à la période de référence (1961-1990) alors que l'évolution de l'intensité des précipitations pour une même durée **est en légère augmentation** pour les projections « moyenne » et « élevée ».

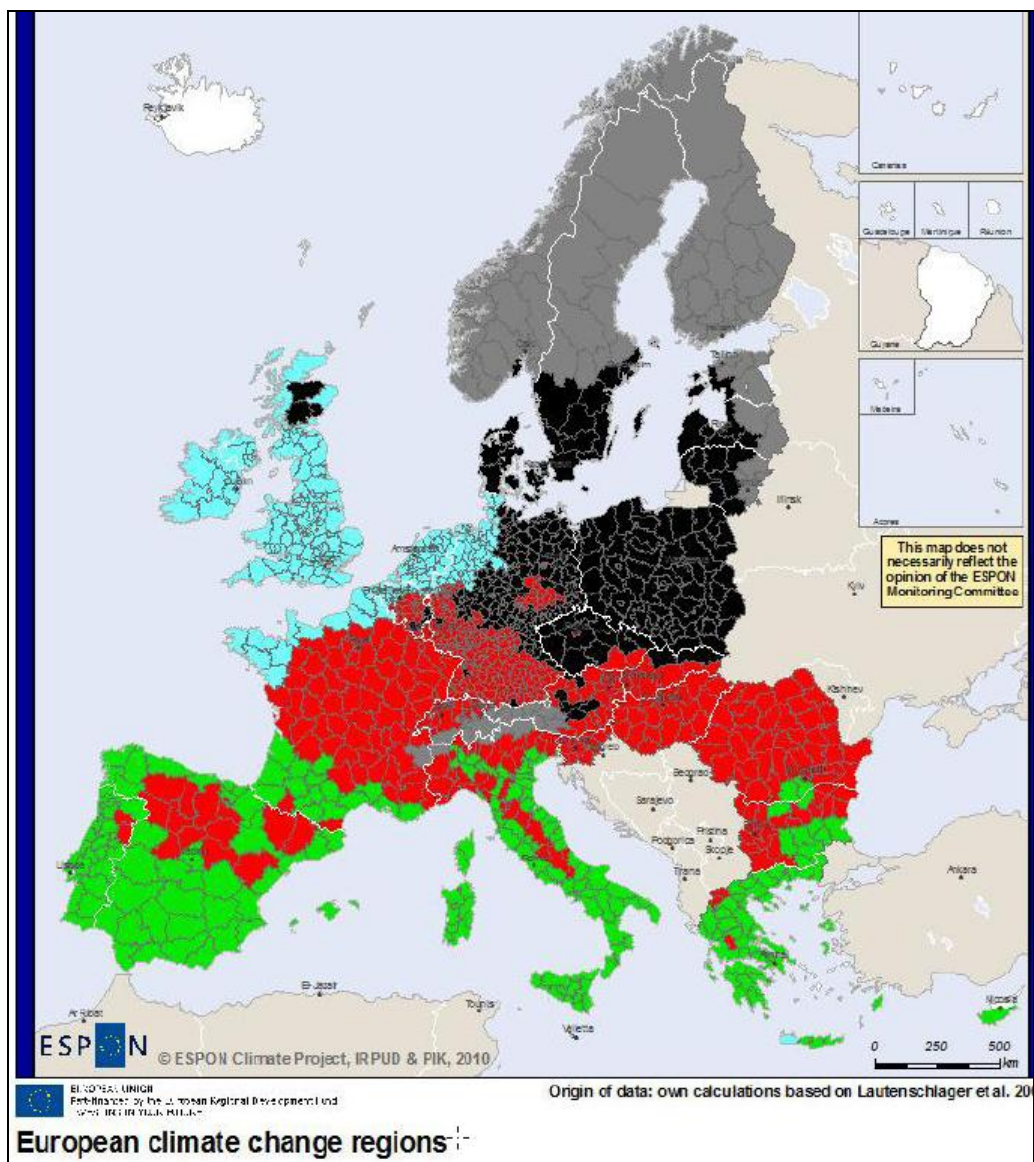
Les variations **en été** sont diverses : les projections « faibles » et « moyennes » à l'horizon 2085 montrent une diminution de l'intensité des précipitations pour une même durée par rapport à la période de référence (1961-1990) alors que les prévisions « élevées » montrent une augmentation de l'intensité des précipitations.

4.2.3.8 Les précipitations neigeuses

Le nombre annuel de jours avec précipitations neigeuses a fortement diminué au cours du 20^{es} siècle (Voir à ce propos le point 4.1.2). Ce paramètre est mesuré à la station météorologique d'Uccle par l'Institut Royal Météorologique de Belgique.

Au vu de l'augmentation des températures moyennes en hiver, selon le rapport « Impact des changements climatiques en Belgique » (Philippe Marbaix et Jean-Pascal van Ypersele, 2004), le nombre de jours de précipitations neigeuses ainsi que le nombre de jours avec neige persistante au sol va diminuer au cours du 21^{es} siècle.

Néanmoins, des projections climatiques issues du modèle CCLM (COSMO Climate Model) (Greiving, 2011; cité dans le rapport « Urban adaptation to climate change in Europe, Birgit Georgi & al, 2012) pour le scénario IPCC A1B (voir en annexe 8.3) montrent que pour les régions Nord-Ouest de l'Europe (dont la Région de Bruxelles-Capitale), les variations du nombre de jours avec neige persistante au sol seront insignifiantes.



Cluster/Stimuli	Northern-central Europe	Northern-western Europe	Northern Europe	Southern-central Europe	Mediterranean Europe
Change in annual mean temperature	+	+	++	++	++
Decrease in number of frost days	-	-	--	--	-
Change in annual mean number of summer days	+	+	0	++	++
Relative change in annual mean precipitation in winter months	+	+	++	0	-
Relative change in annual mean precipitation in summer months	-	-	0	--	--
Change in annual mean number of days with heavy rainfall	0	+	+	0	-
Relative change in annual mean evaporation	+	0	+	0	-
Change in annual mean number of days with snow cover CDSC	-	0	--	0	0

Key: ++ Strong increase, + Increase, 0 insignificant stimulus for the characterisation of the cluster, - Decrease, -- Strong decrease

Carte 4-1 : Régions européennes regroupées selon les changements climatiques projetés.
 (Source : Greiving, 2011 cité dans le rapport « Urban adaptation to climate change in Europe, Birgit Georgi & al, 2012)

4.2.3.9 Intensité et orientation des vents

Des séries historiques de mesures de l'intensité des vents existent suite au suivi réalisé par l'Institut Royal Météorologique de Belgique depuis 1940.

Pour rappel, **un jour de tempête** est défini par l'Institut Royal Météorologique de Belgique (Institut Royal Météorologique, 2008) comme une journée au cours de laquelle **les pointes de vent ont dépassé au moins à une reprise, la valeur-seuil de 70 km/h.**

L'évolution du nombre annuel de jours de tempêtes à Uccle, sur la période 1940-2007 ne montre pas de changements significatifs.

En effet, les analyses menées jusqu'ici sur les vents forts, depuis 1940 pour Uccle, ne montrent aucune tendance particulière, ni dans l'intensité des vents annuels les plus forts, ni dans la fréquence des vents forts (Voir le point 4.1.3).

Concernant les projections des vents à des horizons 2030, 2050 et 2080, seuls des projections de vents **moyens** existent sur la Région de Bruxelles-Capitale et ne montre aucune tendance aux horizons 2030 et 2050 et une légère augmentation hivernale à l'horizon 2085 (10 à 20% d'augmentation en hiver) (Voir les points 4.2.2.3 et 4.2.3.4).

Pour les projections temporelles de vents caractéristiques des jours de tempêtes, intéressant à appréhender pour notamment la gestion des risques d'accidents en milieu urbain et la gestion de la forêt de Soignes, **il n'existe pas de simulations, à ce jour.**

Concernant les projections d'orientation des vents à plusieurs horizons temporels, **les données nous manquent également.**

4.2.3.10 T° eaux de surface

La température des cours d'eau est un paramètre de qualité des eaux de surface et donc intéressant pour le suivi de la qualité physico-chimique des cours d'eau.

Pour rappel, Les eaux de surface sont relativement nombreuses en RBC :

Le canal de Charleroi - Willebroek;

La Senne et ses affluents (Woluwe, Molenbeek, Maelbeek, Geleytsbeek, ...);

Les étangs, les mares et les zones marécageuses ou humides.

La température de l'eau joue un rôle important par exemple en ce qui concerne la solubilité des sels et des gaz dont, entre autres, l'oxygène nécessaire à l'équilibre de la vie aquatique. Par ailleurs, la température accroît les vitesses des réactions chimiques et biochimiques d'un facteur 2 à 3 pour une augmentation de température de 10 degrés Celsius (°C). L'activité métabolique des organismes aquatiques est donc également accélérée lorsque la température de l'eau s'accroît. La valeur de ce paramètre est influencée par la température ambiante mais également par d'éventuels rejets d'eaux résiduaires chaudes (Source : Institut Bruxellois de la Gestion de l'Environnement, Août 2005).

Suite au manque de données existantes sur l'évolution des températures des rivières et fleuves de la RBC, l'étude européenne récente intitulée « Impacts of Europe's changing climate — 2008 indicator-based assessment » (European Environment Agency, 2008) constitue une référence intéressante qui indique **qu'au cours du 20^{ème} siècle, la température de l'eau de plusieurs rivières européennes et de lacs a augmenté de 1 à 3 °C**, principalement suite à l'augmentation de la température de l'air mais aussi localement suite aux refroidissements des centrales électriques utilisant l'eau des cours d'eau pour refroidir leur système de production d'électricité⁵.

⁵En guise d'exemple, la température du Rhin a augmenté de 3°C entre 1910 et 2006. Deux tiers de cette augmentation sont dus aux refroidissements des centrales électriques en Allemagne et un tiers de l'augmentation de température provient des changements climatiques (Milieu - en Naturplanbureau, 2006)

En regard avec l'augmentation projetée des températures de l'air, **les températures des eaux de lacs et rivières pourront augmenter de 2°C à l'horizon 2070** puisque la température des eaux de surface augmente proportionnellement de 50 à 70% des augmentations projetées de la température de l'air (European Environment Agency, 2008).

4.2.3.11 *Durée d'ensoleillement*

Depuis le début des relevés en 1887 par l'Institut Royal Météorologique de Belgique, **aucune tendance globale d'évolution n'a été observée dans l'ensoleillement annuel et saisonnier à Uccle** (Voir le point 4.1.4).

Concernant les projections temporelles aux horizons 2030, 2050 et 2085 de ce paramètre, **les données nous manquent actuellement**. Ceci pourrait faire l'objet d'une étude plus complète sur les changements climatiques.

4.3 Ce qu'il faut retenir...

4.3.1 Le climat passé

L'Institut Royal Météorologique (IRM) de Belgique a publié le rapport « Vigilance Climatique » en 2009 (IRM, 2009). Celui-ci exprime les tendances climatiques observées sur le territoire de la Belgique et montre que **le climat de la Région de Bruxelles-Capitale a évolué au cours du 20^e siècle**.

En particulier, des **augmentations très marquées et assez abruptes (par paliers)** des températures saisonnières et annuelles (de l'ordre de 1 °C) se sont produites à deux reprises, tout d'abord dans la première moitié du 20^e siècle et ensuite dans les années 1980 (voir le point 4.1.1).

La fréquence des vagues de chaleur montre une tendance à la hausse significative vers le milieu des années 1990. La variabilité de ce paramètre est cependant importante tout au long du 20^e siècle et les caractéristiques des vagues de chaleur des années les plus récentes sont relativement similaires à celles qui furent observées dans les années 1940. D'autre part, **la fréquence des vagues de froid a diminué de manière significative au début des années 1970.**

L'augmentation générale des températures minimales au cours du 20^e siècle est aussi à l'origine d'un allongement de la période la plus longue de l'année sans jours de gel. En effet, le dernier jour de gel à la sortie de l'hiver a tendance à être plus précoce et le premier jour de gel à l'approche de l'hiver a tendance à être plus tardif.

Pour les précipitations, entre le début des relevés en 1833 et la fin du 20^e siècle, on observe en Région bruxelloise, **une augmentation d'environ 7 % des cumuls annuels et d'environ 15 % des cumuls hivernaux et printaniers.**

De plus, dans le pays, au cours des 50 dernières années, on observe dans la plupart des stations climatologiques une tendance à **des augmentations**, significatives ou très significatives⁶, **des extrêmes annuels des pluies cumulées sur plusieurs jours**; ce type de précipitations extrêmes se produit généralement **en hiver**. Par contre, les maxima annuels des précipitations sur 24 heures (ou sur des durées encore plus courtes) sont stables.

À Uccle, **l'analyse des maxima annuels** des précipitations sur des durées de 1 heure à quelques heures depuis **1898 n'indique pas d'évolution marquée.**

D'autre part, malgré quelques valeurs record au cours des années récentes, la fréquence annuelle du nombre de jours où les précipitations ont atteint au moins 20 mm ne montre pas non plus jusqu'ici d'évolution significative à Uccle.

Finalement, puisque les orages engendrent des pluies fortes à diluviennes, on peut conclure de l'ensemble des données de précipitations analysées que **ni l'intensité, ni la fréquence des orages n'ont subi, dans la RBC, d'augmentation marquée depuis le début du 20^e siècle.**

Les durées **des plus longues périodes sans précipitations** notables à Uccle ne présentent pas d'évolution significative depuis le début du 20^e siècle.

En relation avec les élévations de températures du début et de la fin du 20^e siècle, **les précipitations sous forme neigeuse sont devenues moins fréquentes à Uccle de manière très marquée.**

En ce qui concerne **les tempêtes**, les analyses menées jusqu'ici sur les vents forts, depuis 1940 pour Uccle ne montrent aucune tendance particulière, ni dans l'intensité des vents annuels les plus forts, ni dans la fréquence des vents forts.

De même, l'analyse **des durées d'ensoleillement saisonnières et annuelles** mesurées à Uccle ne montre pas de tendance globale pour ces paramètres depuis le début des relevés en 1887, mais une variabilité généralement importante à l'échelle de quelques années.

⁶ Les termes significatifs et très significatifs sont détaillés au point 4.1.

4.3.2 Le climat futur de la Région de Bruxelles-Capitale

L'évolution **probable** du climat en RBC peut être succinctement caractérisée comme suit au vu des projections des différents modèles. Les encadrés vert indiquent une forte convergence des projections, les rouges une forte divergence et les orange des résultats contrastés.

<p>Un Climat plus chaud</p>	<p>Une élévation généralisée des températures moyennes annuelle : Entre 0,8°C et 1,9 °C en 2030 ; +1,3°C et 2,8°C en 2050 et +1,9 et +5,4°C en 2085.</p> <p>Selon les projections moyennes les tendances à la hausse de la température moyenne annuelle sont : +0,8°C en 2030, +1,5°C en 2050, +3,4°C en 2085.</p> <p>Une élévation généralisée des températures moyennes saisonnières</p> <p>Au mois d'août 2085, l'augmentation projetée de la température est de 8,9°C selon les projections les plus pessimistes.</p>
<p>Pas forcément moins pluvieux</p>	<p>Des projections peinant à s'accorder sur l'augmentation ou la diminution des précipitations annuelles : Pas de changement majeur des précipitations en 2030 (+ 2 mm), en 2050 (-2 mm) et pas de véritables tendances en 2085 (de -52 à +7 mm en fonction des modèles et des scénarios) pour les projections moyennes.</p> <p>Hausse constante pour les projections humides (+ 28 mm en 2030 et + 61 mm en 2050 et de + 218 à + 346 mm en 2085) et baisse pour les projections sèches (-39 mm en 2050 et de - 257 à - 295 mm en 2085).</p>
<p>Des hivers moins froids et plus pluvieux</p>	<p>Une augmentation progressive et forte des précipitations hivernales selon les projections moyennes avec respectivement +7%,+10% et 21% pour les horizons 2030 , 2050 et 2085.</p> <p>Une augmentation du même ordre de grandeur selon les projections humides mais plus brutales avec un saut de 12% pour l'horizon 2030. Les projections sèches indiquent une augmentation (+8%) pour l'horizon « 2030 » suivi d'un tassement.</p> <p>Des projections qui s'accordent sur une augmentation généralisée des températures en hiver (DJF) : Entre +0,7 et 2,1°C en 2030, +1,5 et +2,5°C en 2050, +1,2 et 4,3°C en 2085.</p>
<p>Des étés plus chauds et secs</p>	<p>Une baisse généralisée des précipitations estivales : diminution progressive des volumes de précipitations selon les projections moyennes : -3% pour les horizons 2030, -7% pour les horizons 2050 et de -11 à -37 % (en fonction des modèles et des scénarios) pour les horizons 2085.</p> <p>Baisse beaucoup plus marquée pour les projections sèches (-18% des précipitations à l'horizon 2050) que pour les projections humides (-5% à l'horizon 2050).</p> <p>Des projections qui indiquent toutes une élévation des températures estivales (à l'exception des projections humides à l'horizon 2030) : Entre -0,1 et +2,27°C en 2030, +0,52 et +3,14 °C en 2050 et +2,3 et 7,2°C en 2085. Les « projections hautes » affichent sans surprise la plus forte hausse avec des pics pouvant atteindre +8°C au mois d'août en 2085.</p>
<p>Des saisons intermédiaires plus douces</p>	<p>Une augmentation généralisée des températures au printemps et en automne.</p> <p>En 2085, Une forte divergence des projections des précipitations en automne et au printemps avec des réductions des précipitations pour les projections basses et moyennes et une augmentation des précipitations pour les projections hautes.</p>

**Vers plus
d'épisodes de
pluies intenses
en hiver**

Une tendance à l'augmentation du nombre de jours annuels **de très fortes précipitations**.

Celle-ci est particulièrement grande pour les projections moyennes qui indiquent +17% d'augmentation annuelle à l'horizon 2030 et +12% à l'horizon 2050. L'augmentation projetée est plus importante et constante pour l'hiver.

À l'horizon 2085, les précipitations extrêmes journalières comme saisonnières montrent une légère augmentation en liaison avec la fréquence de jours humides

**Des canicules
estivales plus
fréquentes**

À partir de 2050, les projections s'accordent sur une augmentation du nombre de jours de canicules estivales. À cet horizon, le nombre de jours supplémentaires serait compris entre 0,2 (projections humides) et 23 jours (projections sèches). Les projections moyennes indiquent 2 jours supplémentaires.

Chapitre 5 : Les vulnérabilités de la Région de Bruxelles-Capitale au changement climatique : caractéristiques, dépendance actuelle au climat et vulnérabilité future

Ce chapitre relate **les caractéristiques générales de la Région de Bruxelles-Capitale, sa dépendance actuelle au climat et sa vulnérabilité future.**

Les enjeux propres à la RBC sont analysés selon plusieurs thèmes représentatifs :

- **Infrastructures et aménagement du territoire** : les grands enjeux actuels, l'influence des aléas climatiques actuels et les risques climatiques futurs et leurs conséquences sur les infrastructures publiques, les bâtiments, le transport et l'aménagement du territoire ainsi que dans un contexte urbain ;
- **Ressources en eau** : évolution des précipitations, gestion des ressources en eau et des infrastructures hydrauliques, prévention des inondations, mesures d'aménagement du territoire spécifiques, rôle de l'eau dans une stratégie d'adaptation, risques et opportunités climatiques ... ;
- **Santé** : situation sanitaire de la population bruxelloise ; évolution démographique, les risques climatiques actuelles et leur renforcement dans l'avenir ;
- **Énergie** : production, distribution et consommation d'énergie dans un contexte urbain de la RBC ; les risques et opportunités actuelles et à venir du CC sur la thématique Energie
- **Biodiversité** : Caractéristiques, résilience et dégradation des écosystèmes (notamment de la Forêt de Soignes) par les conditions climatiques d'aujourd'hui et de demain, rôle des espaces verts dans une stratégie d'adaptation... ;
- **Tourisme** : Caractéristiques touristiques actuels de la RBC, vulnérabilités et opportunités de la RBC au climat présent et futur.

5.1 Infrastructures et Aménagement du territoire

Messages clefs

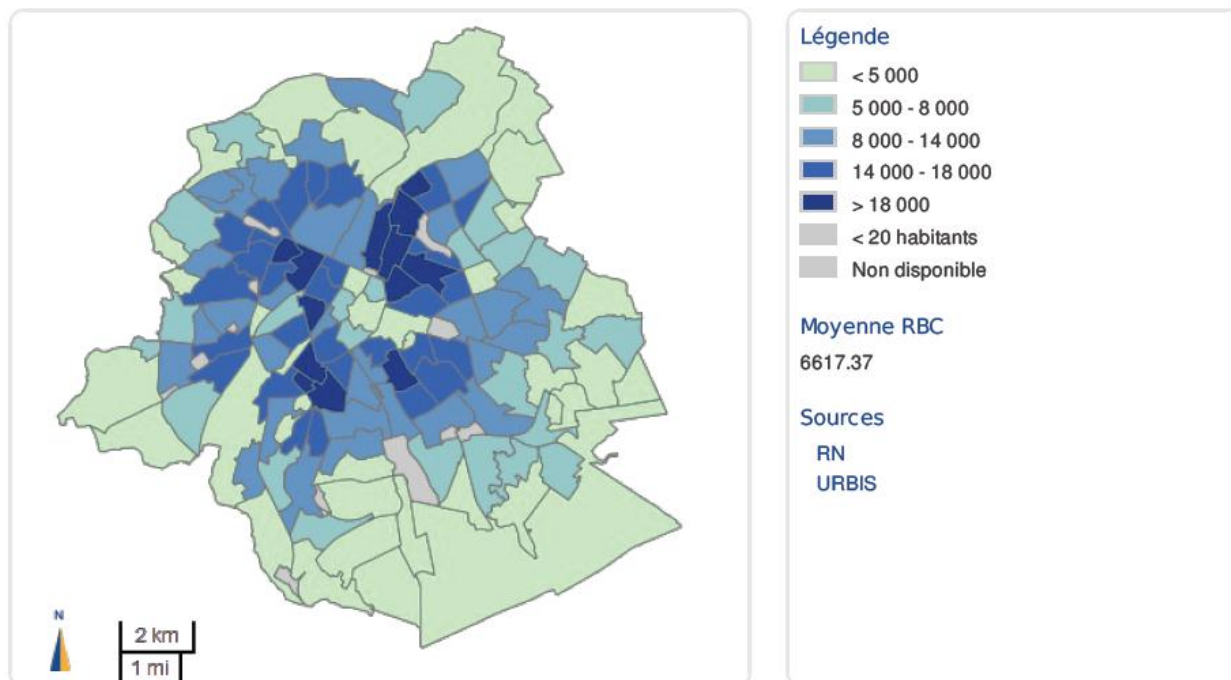
- Un risque d'inondations persistant et évolutif (saison)
- Un risque permanent pour la perturbation des transports lors d'épisodes météorologiques extrêmes (gel, tempête)
- Renforcement attendu de l'effet d'îlot de chaleur urbain
- Un contexte évolutif avec une population croissante

5.1.1 Caractéristiques principales

5.1.1.1 Une zone urbaine dense

La Région de Bruxelles-Capitale est une zone urbaine très dense avec en moyenne 6.471 habitants/km². Le centre de la Région étant plus densément habité que la périphérie.

La population de la RBC, après avoir connu un pic en 1968, a nettement baissé pour atteindre un plateau durant les années 90. Depuis 2000, la population augmente rapidement.



Carte 5-1 : Densité de population en Région de Bruxelles-Capitale en 2009

Source : IBSA, *monitoring des quartiers, 2009*⁷

⁷ <http://www.monitoringdesquartiers.irisnet.be/maps/demographie/densite/densite-de-population/1/2009/>

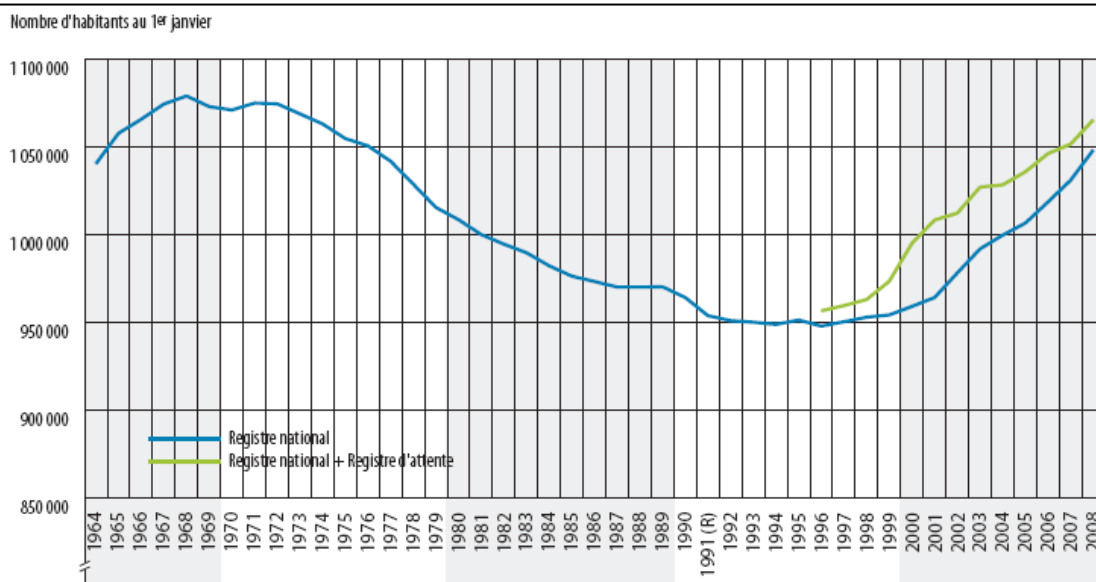
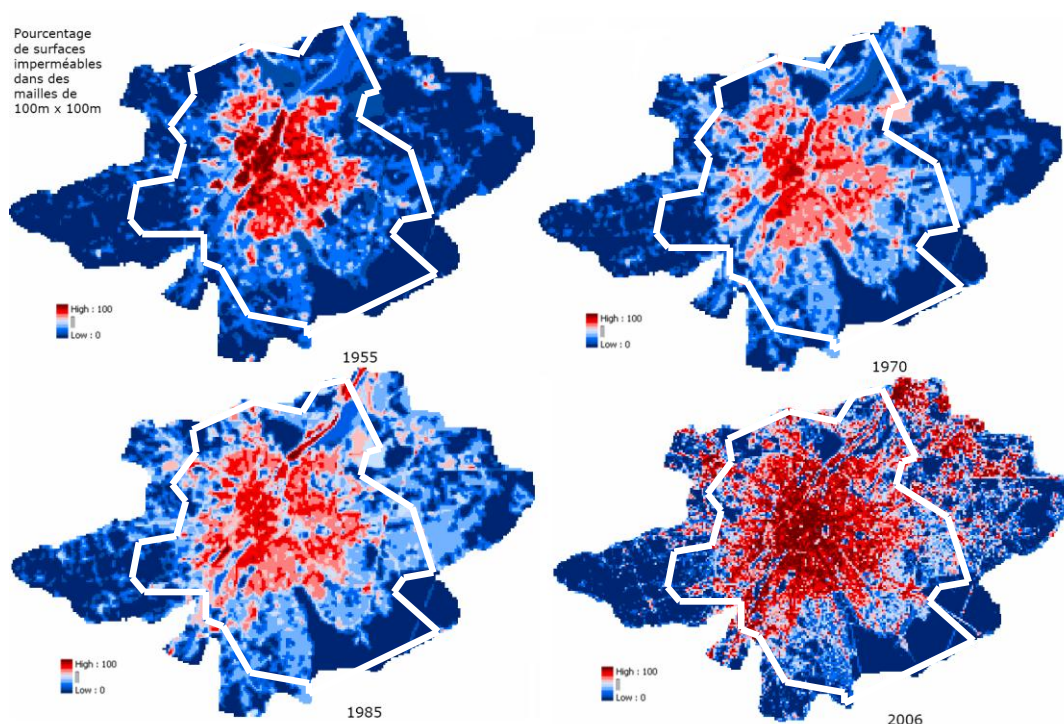


Figure 5-1: Évolution de la population en Région de Bruxelles-Capitale⁸, 1964-2008

Source : Direction générale Statistique et Information économique du SPF Economie, Registre national 1964-2008, Institut Bruxellois de Statistique et d'Analyse (IBSA), Registre d'attente 1996-2008, 1991 : Recensement (R)

5.1.1.2 Une région fortement urbanisée

Le bassin de la Senne dans lequel la RBC est implantée a connu un doublement de son imperméabilisation en cinquante ans (1955-2006) passant de 18% à 37% de sa superficie totale.



Carte 5-2 : Évolution de l'imperméabilisation des sols dans le bassin de la Senne, comprenant la Région bruxelloise

Source : Étude de l'évolution de l'imperméabilisation du sol en Région de Bruxelles-Capitale (bassin versant de la Senne), 2006, ULB – Région de Bruxelles -Capitale

⁸ A titre d'information, tendance 2020 : augmentation de 15% de la population (Source : projection de la population de la Région Bruxelles-Capitale au 1^{er} janvier, Cahier de l'IBSA)

Superficie totale Ha	Superficie imperméable 1955		Superficie imperméable 1970		Superficie imperméable 1985		Superficie imperméable 1993		Superficie imperméable 2006	
	Ha	% du total	Ha	% du total	Ha	% du total	Ha	% du total	Ha	% du total
26905	4946	18	6938	26	8276	31	9148	34	9955	37

Figure 5-2 : Évolution des surfaces imperméables du bassin de la Senne

Source : Étude de l'évolution de l'imperméabilisation du sol en Région de Bruxelles-Capitale, 2006, ULB – Région de Bruxelles-Capitale

Entre 1955 et 2006, la surface imperméable **en RBC** est passée de 26% à 47% de la superficie totale (Hamdi et al, 2010).

Concernant le type d'imperméabilisation des sols bâtis et en considérant toute la superficie non cadastrée comme de la voie publique (routes, places, trottoirs,...), le logement et les voies publiques représentent respectivement 4678 ha (44%) et 3299 ha (31%) soit ensemble ¾ de l'occupation des sols bâtis (Source : Institut Bruxellois de Statistique et d'Analyse, 2010)⁹.

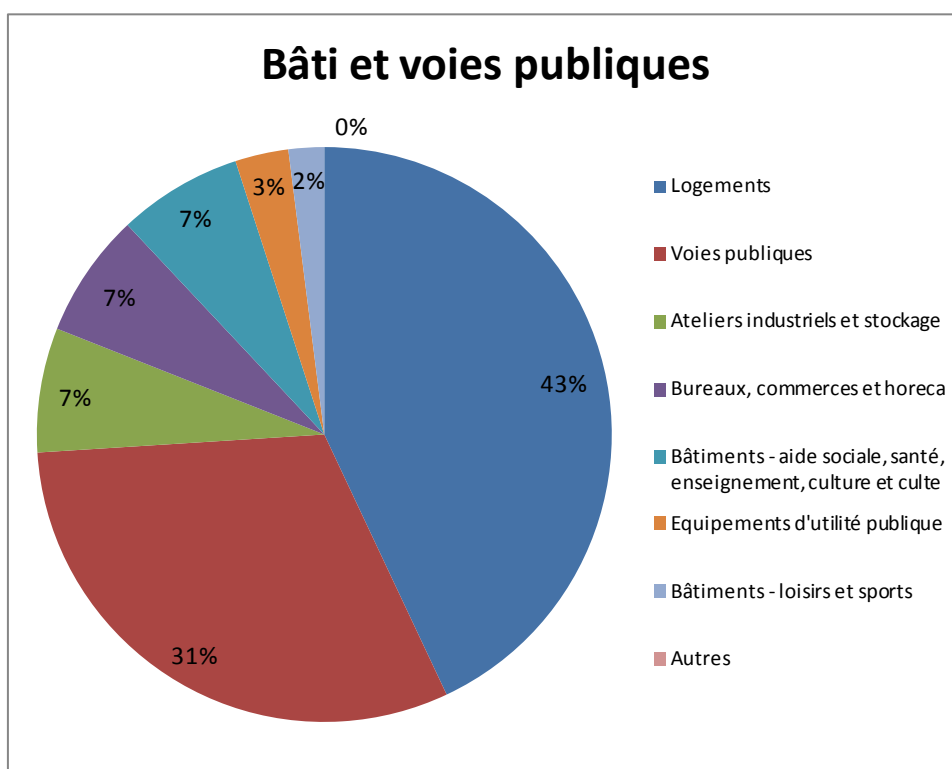


Figure 5-3 : Type d'occupation des espaces imperméabilisés en Région de Bruxelles-Capitale

Source : Institut Bruxellois de Statistique et d'Analyse, 2010

5.1.1.3 Infrastructures de mobilité (personnes et marchandises)

Infrastructures routières

Selon les statistiques du Service Public Fédéral Mobilité et Transports (SPF MT), la longueur du réseau routier bruxellois a atteint 1.881 km en 2009. Le trafic y a augmenté de 16% entre 1990 et 2009. Ces infrastructures permettent un trafic de 3.81 milliards de véhicules.km et un transport de marchandises de 0.889 milliards de tonne.km.

⁹ <http://www.ibsa.irisnet.be/fr/themes/amenagement-du-territoire-et-immobilier/amenagement-du-territoire-et-immobilier>

	Année	Autoroutes	Autres routes numérotées	Routes communales	Total
en kilomètres	1990	12.7	216.0	1 400.0	1 628.7
	2000	11.3	320.0	1 320.0	1 651.3
	2008	11.3	320.0	1 550.0	1 881.3
	2009	11.3	320.0	1 550.0	1 881.3
en indice 1990 = 100	1990	100.0	100.0	100.0	100.0
	2000	89.0	148.1	94.3	101.4
	2008	89.0	148.1	110.7	115.5
	2009	89.0	148.1	110.7	115.5
en % du réseau bruxellois	1990	1%	13%	86%	100%
	2000	1%	19%	80%	100%
	2008	1%	17%	82%	100%
	2009	1%	17%	82%	100%

Figure 5-4 : réseau routier en Région de Bruxelles-Capitale

Source : SPF MT Recensement de la circulation, 2009

Transport en commun régional : STIB

Le réseau de transport en commun est géré par la Société des Transports Intercommunaux de Bruxelles (STIB). Il s'étend sur les 19 communes de la Région de Bruxelles-Capitale et dispose de :

- 4 lignes de métro (340 km) ;
- 18 lignes de tramway (139 km) ;
- 50 lignes d'autobus (445 km).

En 2011, les transports en commun bruxellois ont effectué 329.9 millions de voyages. Il s'agit d'une augmentation de 94% depuis 2000. Cette augmentation est due au report modal vers les transports en commun, à une amélioration des capacités d'accueil du matériel et aussi à la mise en place de divers incitants (Source : Rapport d'activité STIB, 2011).

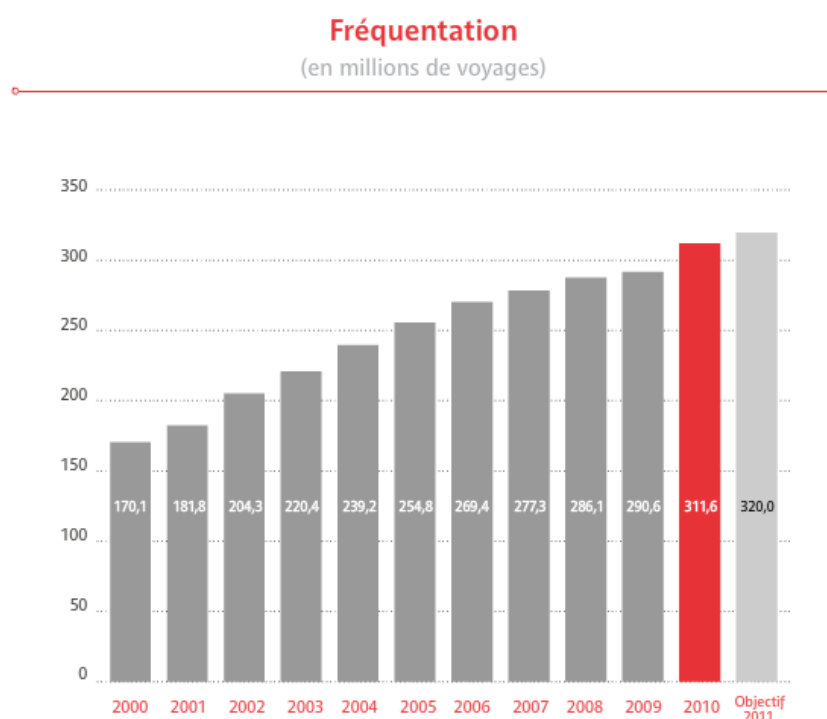


Figure 5-5 : Nombre de voyages réalisés par la STIB

Source : Rapport annuel STIB 2011

SNCB / TEC / De Lijn

Si la STIB est l'opérateur bruxellois de transport en commun, trois autres opérateurs interviennent sur le territoire de la Région de Bruxelles-Capitale :

- La SNCB :
 - Voyageurs : avec 207.000 montées par jour ouvrable en gares bruxelloises¹⁰ et un total de 7.240 milliards de voyageurs.km (Source : SNCB/ Institut Bruxellois de Statistique et d'Analyse, 2007) ;
 - Marchandises : un total de 0.15 milliards de tonne.km (Source : SNCB) ;
- De Lijn avec 74 lignes de bus en Région de Bruxelles-Capitale (Source : De Lijn/ Institut Bruxellois de Statistique et d'Analyse, 2007) ;
- TEC avec 9 lignes de bus en Région de Bruxelles-Capitale (Source : TEC/ Institut Bruxellois de Statistique et d'Analyse, 2011) ;

Port de Bruxelles

Le Port de Bruxelles, société de droit public, gère 14 kilomètres de voie d'eau et 12 kilomètres de quais en RBC. Le domaine portuaire bruxellois représente environ 64 hectares de superficie.

Le port de Bruxelles a un double rôle car le canal constitue le bassin d'orage le plus important de la Région bruxelloise.

Trafic global (en milliers de tonnes)		
	2010	2009
Trafic propre Bruxelles	4.385	4.011 (+9%)
Transit	1.994	2.043 (-2%)
Total	6.379	6.054 (+5%)

Figure 5-6 : Trafic global du Port de Bruxelles

Source : Rapport annuel 2010 du Port de Bruxelles

¹⁰ Au nombre de 28, les cinq principales sont : Bruxelles-Midi, Bruxelles-Central, Bruxelles-Nord, Bruxelles-Luxembourg et Bruxelles-Schuman (Source : Bruxelles Mobilité).

Rôle du port de Bruxelles comme bassin d'orage

Grâce à une surveillance des écluses 24h/24 et 7j/7, les services opérationnels du Port de Bruxelles peuvent évaluer la situation en temps réel lors des épisodes d'inondations. (...)

En cas de quantités d'eau trop importantes à évacuer pour la capacité normale des écluses, des mesures exceptionnelles peuvent être prises pour permettre d'accélérer l'évacuation des eaux (ouverture simultanée des vannes amont et aval des écluses). Cette accélération de l'évacuation des eaux se fait en coordination avec la Région flamande, située en amont et en aval du port de Bruxelles. Ces mesures d'urgence peuvent permettre d'épargner de nombreuses voiries bruxelloises de la montée des eaux.



Photo 5-1 : Débordement d'une écluse du port de Bruxelles

Source : Rapport annuel 2010 Port de Bruxelles

Navetteurs en Région de Bruxelles-Capitale

Selon la DGSIE, les navetteurs se répartissent de la manière suivante en Région de Bruxelles-Capitale :

Navetteurs depuis/vers la RBC	
De la Région flamande vers la RBC	239.039
De la Région wallonne vers la RBC	131.823
De la RBC vers la Région flamande	42.612
De la RBC vers la Région wallonne	18.393
De la RBC vers l'étranger	6.870

Figure 5-7 : Navetteurs en RBC (population de 15 à 64 ans en 2010)

Source : DGSIE (EFT), 2010

5.1.2 Dépendance actuelle au climat

5.1.2.1 Inondations

On distingue trois types d'inondations :

- l'inondation par débordement de cours d'eau (liée à une crue du cours d'eau) ;
- l'inondation liée à une remontée d'eau provenant de la nappe aquifère (habituellement en fond de vallée) ou à un refoulement d'eau du réseau d'assainissement ;
- l'inondation par les eaux de ruissellement, souvent combinée à la saturation du réseau d'égouttage.

La plupart des inondations en Région bruxelloise sont dues aux eaux de ruissellement, notamment lors d'averses intenses et de courte durée en période estivale, qui souvent saturent le réseau d'égouttage.

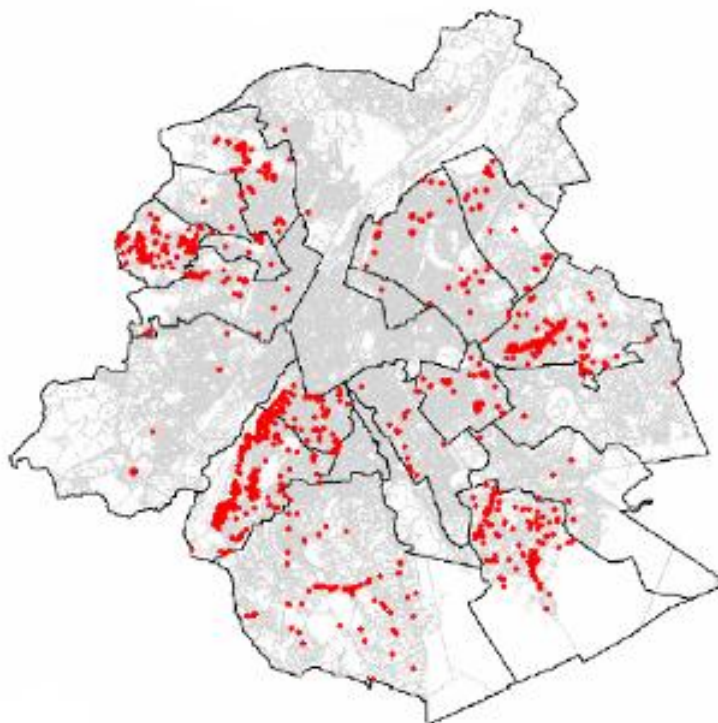
Année	Code calamité	Description	Dates début	Dates fin
1993	1993A	Inondations	20/12/1993	31/12/1993
			1/01/1994	11/01/1994
1998	1998A	Pluies	13/09/1998	15/09/1998
1999	1999A	Tornade et pluies abondantes	14/08/1999	14/08/1999
	1999C	Pluies abondantes	24/12/1999	27/12/1999
2000	2000A	Inondations et débordements d'égouts publics	2/07/2000	8/07/2000
	2000B	Inondations et débordements d'égouts publics	24/07/2000	31/07/2000
2001	2001A	Pluies abondantes	22/07/2001	23/07/2001
2002	2002A	Pluies	26/08/2002	28/08/2002
			25/01/2002	31/01/2002
	2002B	Pluies abondantes	1/02/2002	28/02/2002
			30/07/2002	31/07/2002
			3/08/2002	8/08/2002
			23/08/2002	24/08/2002
2002G	Inondations	29/12/2002	31/12/2002	
		1/01/2003	4/01/2003	
2005	2005B	Pluies abondantes	29/06/2005	29/06/2005
	2005C	Pluies abondantes et grêle	29/07/2005	30/07/2005
	2005E	Pluies abondantes	10/09/2005	11/09/2005

Figure 5-8 : Inondations reconnues par le Fonds des Calamités¹¹ (1993-2005)

Source : Plan PLUIE 2008-2011, Région de Bruxelles-Capitale

L'occurrence des inondations est en moyenne de 1,5 fois par an. Si les localisations de ces phénomènes sont relativement variables, on constate que ce sont principalement les fonds de vallées qui sont touchés. Cela n'exclut pourtant pas les inondations sans rapport avec l'altitude.

¹¹ Les Communes de Bruxelles, Anderlecht, Woluwe-Saint-Pierre et Auderghem ne transmettaient pas ce type d'information au Fonds des Calamités, ce recueil d'évènements est donc partiel.



Carte 5-3: Localisation¹² des déclarations d'inondations des particuliers recensées par l'IBDE (données 2003-2005)

Source : Plan PLUIE 2008-2011, Région de Bruxelles-Capitale

Le Plan PLUIE identifie 5 causes principales d'inondation:

- Le régime pluviométrique et son éventuelle évolution défavorable : si l'évolution globale de la pluviométrie n'est pas très marquée depuis le début du 20^{ème} siècle (+7%), la quantité et l'intensité moyenne des précipitations sur de courtes durées ont légèrement augmenté. Une variabilité des précipitations lors des événements météorologiques extrêmes (orages) au sein même de la RBC est possible ;
- Une imperméabilisation accrue des sols (Voir point 5.1.1.2) : Pour toute gain de 10% de la surface imperméable par rapport à la superficie totale, on estime que le ruissellement cumulé annuel augmente de 40% , que les débits fluviaux augmentent de 32% et que la fréquence des inondations est multiplié par 2,25 fois. (Hamdi et al, 2010).
- Un réseau d'égouttage inadapté et vétuste : la RBC dispose d'un réseau d'égouttage d'environ 1.800 km de long. Ce réseau est a été insuffisamment adapté à l'imperméabilisation croissante de la Région (réduction des infiltrations et augmentation du ruissellement) ;
- La disparition des zones naturelles de débordement (cours d'eau, étangs et zones humides) suite à :
 - La mise sous terre de cours d'eau ;
 - L'assèchement d'étangs ;
 - L'assèchement de zones humides ;
 - L'occupation de terrain se trouvant en fond de vallée.

¹² Les Communes de Bruxelles, Anderlecht, Woluwe-Saint-Pierre et Auderghem n'apparaissent pas car elles ne transmettaient pas ce type d'information au Fonds des Calamités.

5.1.2.2 Phénomène d'îlot de chaleur

Le phénomène d'îlot de chaleur urbain (ICU) désigne des élévations localisées des températures, particulièrement des températures nocturnes, en milieu urbain, par rapport aux zones rurales ou forestières voisines ou par rapport aux températures moyennes régionales.

Un phénomène dû à l'urbanisation, qui freine l'évaporation, génère une forte absorption du rayonnement solaire et ralentit le rafraîchissement par les vents, rendant ainsi la ville difficilement supportable pendant les pics caniculaires.

La **hausse des températures** moyennes et la **fréquence et durée accrue** des **vagues de chaleur** accentueront le phénomène d'îlot de chaleur urbain.

Les îlots de chaleur sont donc des microclimats artificiels. Ainsi, au sein d'une même ville, des différences importantes de température peuvent être relevées selon plusieurs paramètres :

- la nature de l'occupation du sol (forêt, étendues d'eau, périphérie proche, ville dense...) en raison de l'inertie thermique des surfaces bâties (lien avec surfaces imperméabilisées), et de la nature des surfaces non bâties (espaces verts, artères boisées, canal, maillages vert et bleu...);
- l'albédo des surfaces bâties et non bâties (indice de réfléchissement de la lumière solaire);
- la topographie;
- l'organisation de l'espace urbain (possibilité de circulation de l'air, vitesse du vent);
- l'ombrage;
- la périphérie proche;
- ...

Nature de l'occupation des sols

La figure 5.9 représente la température de fin d'après-midi (°C) selon différentes natures d'occupations du sol bâties et non bâties et montre l'effet d'îlot de chaleur urbain par rapport aux zones rurales voisines.

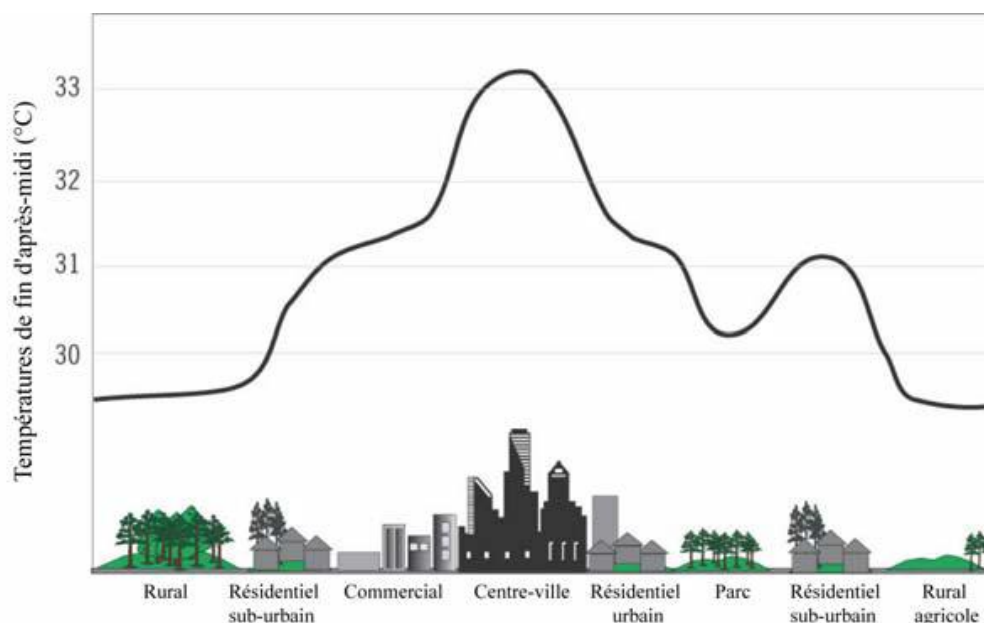


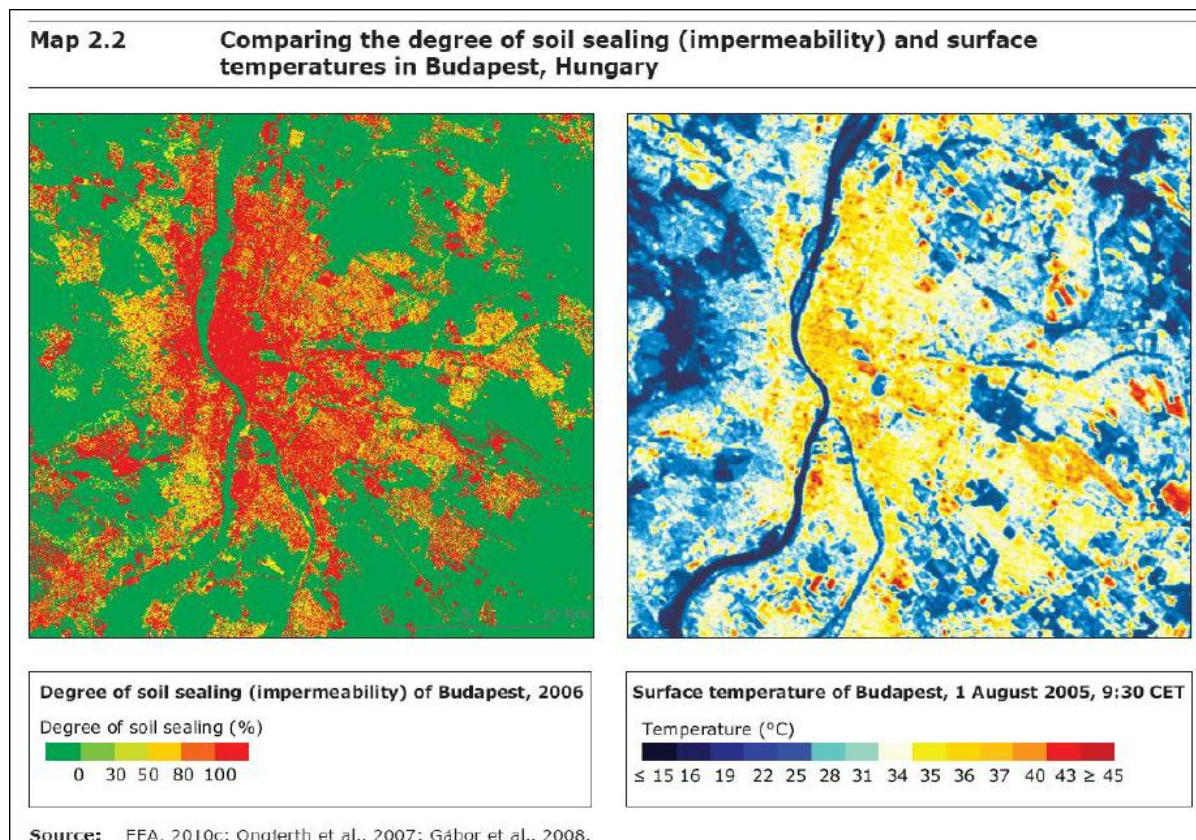
Figure 5-9: Phénomène d'îlot de chaleur urbain

Observatoire savoyard du changement climatique. (2010)

Chapitre 5 : Les vulnérabilités de la Région de Bruxelles-Capitale au CC

La différence de température peut dépasser plus de 10°C (Oke, 1982). La différence est particulièrement élevée durant la nuit. En effet, quand vient la nuit, l'air dans la campagne se refroidira plus rapidement car les sols en milieu rural et les végétaux ont emmagasiné peu de chaleur durant la journée notamment via leur évapo-transpiration, tandis que les surfaces urbaines plus chaudes et ayant stocké plus de chaleur durant la journée vont limiter le refroidissement de l'air, la nuit venue. Ainsi, l'îlot de chaleur urbain n'est pas créé parce que l'air urbain se réchauffe plus rapidement, mais parce qu'il se refroidit plus lentement.

L'effet « refroidissement » par l'évapo-transpiration des végétaux est donc perdu lors de l'urbanisation et l'imperméabilisation des surfaces. À titre d'exemple, l'effet de cette altération est clairement visible à la carte 5-4 qui révèle des températures de surfaces bien plus élevées dans la ville de Budapest, lorsque le degré d'imperméabilisation des sols est également élevé.



Carte 5-4: Comparaison entre les surfaces imperméabilisées et les températures de surface à Budapest

Source : EEA, 2011

L'étude intitulée « Quantifying urban heat island effects and human comfort for cities of variable size and urban morphology in the Netherlands » (Steenefeld et al., 2011), montre une corrélation positive entre l'îlot de chaleur urbain et la densité de population ainsi qu'une corrélation négative entre l'îlot de chaleur urbain et le pourcentage de superficie des espaces verts. Par contre, selon cette même étude, la relation entre l'îlot de chaleur urbain et les superficies d'étendues d'eau n'est pas clairement démontrée.

La situation contrastée de la Région bruxelloise (forte imperméabilisation des sols, densité de population importante mais variable, présence d'espaces verts et d'artères boisées) permet d'envisager des variabilités en ce qui concerne l'influence de l'occupation du sol pour le phénomène d'îlot de chaleur urbain.

Albédo

Par définition, l'albédo est une valeur comprise entre 0 et 100% : un corps noir parfait, qui absorberait toutes les ondes électromagnétiques sans en réfléchir aucune, aurait un albédo nul, tandis qu'un miroir parfait, qui réfléchirait toutes les ondes électromagnétiques sans en absorber une seule, aurait un albédo égal à 100%.

L'albédo d'une ville ou d'un quartier dépend de la morphologie du tissu urbain et de la nature des matériaux de revêtements utilisés (couleur, rugosité, dimension).

Concernant la morphologie, l'albédo diminue quand les irrégularités augmentent et avec l'hétérogénéité des hauteurs (Source : Musy, 2007).

Concernant la nature des matériaux, pour une ville dense, les caractéristiques de réflexion des toits ont le plus d'influence sur l'albédo global de la surface urbaine. Ainsi, par exemple, l'ardoise noire a un albédo d'environ 0%, la tuile rouge a un albédo de 15% et une toiture végétalisée un albédo de 25 à 40%.

En Région de Bruxelles-Capitale, notons que l'habitat ancien est majoritairement composé de toitures en tuiles rouges, ce qui contribue à renforcer le phénomène d'îlot de chaleur.

Quand la hauteur des bâtiments diminue, les caractéristiques de réflexion du sol et des murs reprennent de l'importance par rapport aux caractéristiques de réflexion des toits.

L'albédo de la RBC n'est pas connu. Néanmoins, une étude a mis en évidence que l'albédo des villes européennes est généralement faible, entre 15 et 20% (Source : Musy, 2007).

Topographie

La Région de Bruxelles-Capitale est caractérisée par un relief assez accidenté, toutes proportions gardées. La large vallée de la Senne se situe à une altitude de 10-20 m et la vallée étroite de la Woluwe à 20-30 m. La crête séparant ces deux « grands » bassins versants atteint des altitudes de 80-100 m vers le sud. Sur la rive ouest de la Senne, la vallée assez large du Molenbeek marque son empreinte, séparée de la Senne par un paysage également vallonné.

Ainsi, le relief « accidenté » de la Région bruxelloise implique que certains espaces sont plus concernés que d'autres par l'effet d'îlot de chaleur notamment selon les différentes orientations des pentes du relief (exposition aux sud) et dans une moindre mesure avec les variations d'altitude (qui induisent des différences de pression atmosphérique et donc des déplacements d'air).

Organisation des espaces

Le principal corridor de la Région de Bruxelles-Capitale est constitué par le canal qui est orienté dans le sens des vents dominants (sud-ouest, source : IRM). Néanmoins, lorsque la canicule est renforcée par un phénomène d'îlot de chaleur, c'est parce que les vents sont généralement faibles. Le corridor que représente le canal a alors un impact modéré.

Périphérie proche

La périphérie proche de la Région de Bruxelles-Capitale est composée de zones bien moins urbanisées allant de zones forestières (Forêt de Soignes) à des zones semi-rurales dans lesquelles s'inscrivent villes et villages de petites à moyennes tailles.

L'îlot de chaleur urbain étant la différence entre la RBC et sa périphérie proche, celui-ci sera renforcé par la composition moins urbanisée de la périphérie proche.

5.1.2.3 Gel et neige

La neige et le gel peuvent poser des difficultés, principalement au niveau des déplacements, tant au niveau du transport routier que des transports en commun (blocage des aiguillages par le gel), et peuvent causer des dégâts aux infrastructures.

5.1.3 Les paramètres climatiques en lien avec la thématique

Les paramètres climatiques qui rentrent en ligne de compte pour les infrastructures et l'aménagement du territoire sont principalement :

- Précipitations sur 24h ;
- Précipitation > 10 mm ;
- Nombre de vagues de chaleur ;
- Nombre de vagues de froid ;
- Précipitations neigeuses (Précipitation + T < 1°C).

5.1.4 Les vulnérabilités futures

Principes méthodologiques

Au regard de l'analyse de la dépendance actuelle au climat, il s'agit à présent de confronter les enjeux identifiés précédemment à l'évolution attendue des paramètres climatiques pertinents pour déterminer le degré de vulnérabilité future de la RBC au CC. Il est alors nécessaire de présenter l'évolution des indicateurs et le degré d'incertitude qui entoure les résultats : par exemple, si les différentes projections sont concordantes et significatives sur un paramètre, le signal est alors plutôt robuste. A contrario, si les projections sont contradictoires, le signal est absent et on ne peut alors tirer de conclusion quant à l'évolution du paramètre et par voie de conséquence quant à l'évolution du risque en question. Outre l'analyse des paramètres climatiques, il faut aussi rendre compte des répercussions pour le territoire et évaluer la prise en charge actuelle ou potentielle des risques pour déterminer la vulnérabilité.

La prise en charge actuelle est présentée sous forme de tableaux de la manière à faire ressortir : l'organisation des compétences et le niveau de sensibilité des acteurs, les plans/services/outils existants identifiés, le niveau de prise en charge des vulnérabilités au CC.

L'ensemble de l'analyse est ensuite restituée de manière synthétique dans la partie transversale en donnant d'une part : **une vision figée des vulnérabilités par thématique à l'horizon 2050** et d'autre part une **vision évolutive aux différents horizons donnés**, selon la projection de référence.

5.1.4.1 Un renforcement probable du risque inondation

Plus de précipitations en hiver, une diminution en été

En ce qui concerne le volume de précipitations, les projections tendent à s'accorder sur une augmentation des précipitations en période hivernale et une baisse en période estivale.

En revanche, il n'est pas possible de dégager de signal quant aux précipitations d'automne et de printemps.

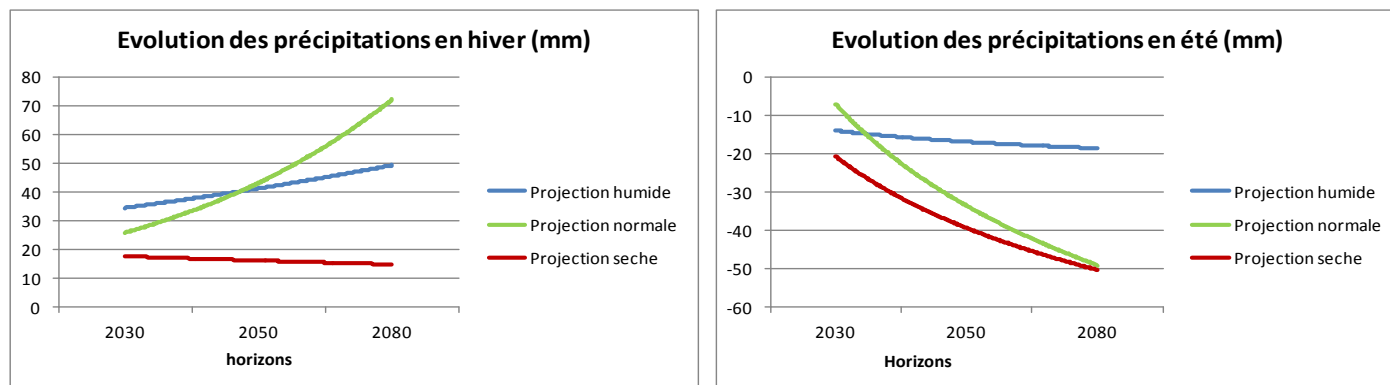


Figure 5-10 : Evolution des précipitations saisonnières (en mm)

Source : Données extraites pour la sous-région limoneuse de l'étude « adaptation au changement climatique en Région Wallonne » selon les projections « Ensembles » (groupement Ecores - Tec, 2011)

Les précipitations hivernales augmenteraient de façon progressive, avec une hausse pouvant atteindre +21% à l'horizon 2080, selon les projections moyennes. Toutefois, les autres modèles ne projettent pas de hausse très significative ce qui tend à renforcer l'incertitude. **Les scénarios à l'horizon 2085 fournis par CCI-HYDR** montrent quant à eux des résultats qui convergent plutôt vers une hausse des précipitations pouvant atteindre + 60% certains mois d'hiver, pour les modèles les plus extrêmes.

Les projections s'accordent par ailleurs sur une baisse généralisée des précipitations estivales, qui devient vraiment significative en fin de siècle (-16% environ pour les projections sèches et moyennes). Les scénarios CCI-HYDR vont également dans ce sens, avec des extrêmes pouvant être beaucoup plus marqués selon certains scénarios (jusqu'à -80% de précipitations pour le scénario le plus sec).

Globalement, les modèles projettent donc une **saisonnalité des précipitations plus marquée en raison de l'accroissement des volumes de précipitations durant les mois les plus froids et de leur diminution durant les mois les plus chauds.**

Les événements hydrologiques extrêmes

Les modèles convergent vers **une fréquence accrue des épisodes de fortes précipitations en hiver et une baisse en été** quand bien même l'incertitude demeure forte quant au nombre de jours, notamment en hiver. Selon les projections moyennes, cette élévation serait de + 25% en fin de siècle en hiver et la diminution de -18% en été.

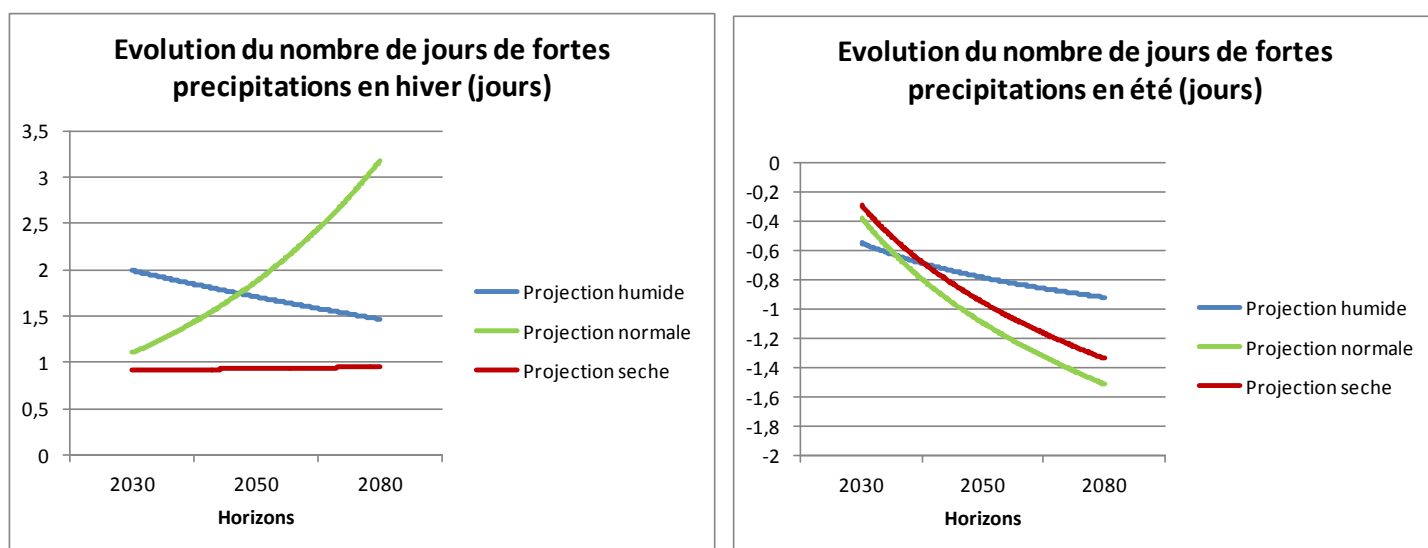
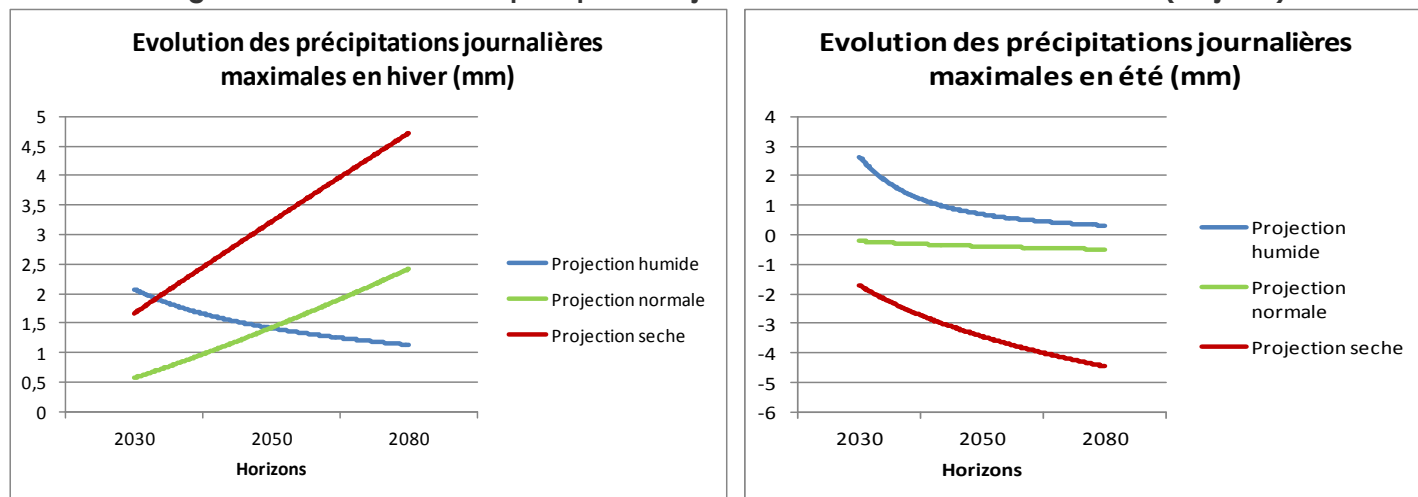


Figure 5-11 : Evolution du nombre de jours de fortes précipitations saisonnières (en jours)

Source : Données extraites pour la sous-région limoneuse de l'étude « adaptation au changement climatique en Région Wallonne » selon les projections « Ensembles » (groupement Ecores - Tec, 2011)

Sur l'intensité des précipitations, il n'est pas possible au regard des projections de dégager de tendances significatives en période estivale. On note en période hivernale un signal faible à la hausse de l'intensité des précipitations, mais cette élévation reste relativement faible quel que soit le scénario.

Figure 5-12 : Evolution des précipitations journalières maximales saisonnières (en jours)



Source : Données extraites pour la sous-région limoneuse de l'étude « adaptation au changement climatique en Région Wallonne » selon les projections « Ensembles » (groupement Ecores - Tec, 2011)

Les tendances relatives au maximum des **cumuls des précipitations sur 5 jours** convergent également vers les signaux observés précédemment : augmentation du cumul en hiver, baisse en période estivale. Toutefois, ces signaux restent faibles.

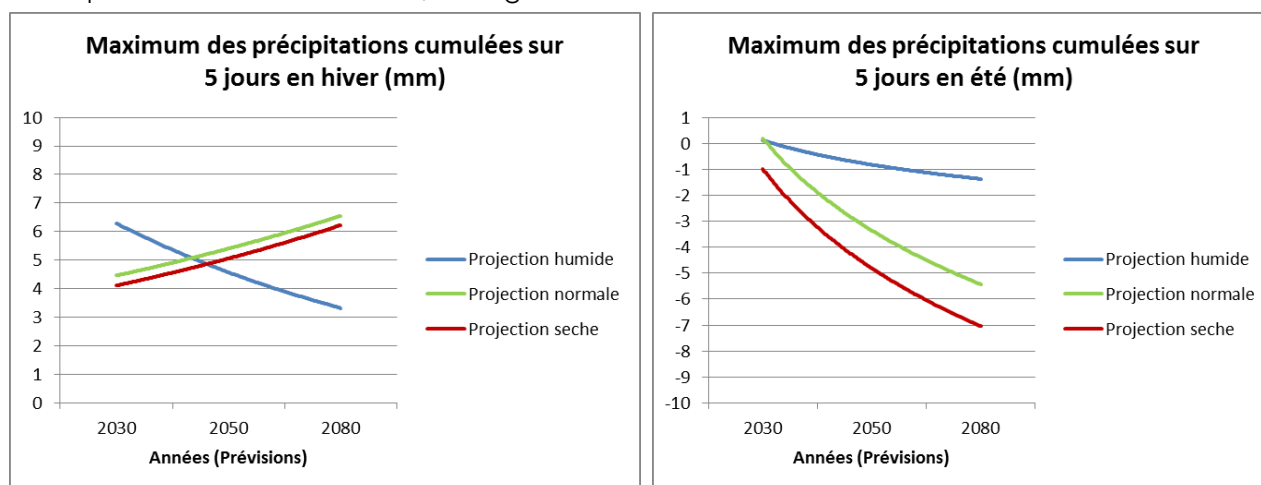


Figure 5-13 : Evolution des maximum de précipitations cumulées sur 5 jours (en mm)

Source : Données extraites pour la sous-région limoneuse de l'étude « adaptation au changement climatique en Région Wallonne » selon les projections « Ensembles » (groupement Ecores - Tec, 2011)

En ce qui concerne les pluies de courtes durées (max 1 heure)¹³, les variations des relations IDF (intensité/durée/fréquence) des précipitations **en hiver** à l'horizon 2085 sont nulles pour les projections « faibles » par rapport à la période de référence (1961-1990) alors que l'évolution de l'intensité des précipitations pour une même durée est en légère augmentation pour les projections « moyenne » et « élevée ».

Les variations **en été** sont diverses : les projections « faibles » et « moyennes » à l'horizon 2085 montrent une diminution de l'intensité des précipitations pour une même durée par rapport à la période de référence (1961-1990) alors que les prévisions « élevées » montrent une augmentation de l'intensité des précipitations.

¹³ Référence : Etude CCI-HYDR, (Ntegeta V., Baguis P., Boukhris O., Willems P., Roulin E., 2008)

La sécheresse estivale, un facteur influençant l'évolution du risque inondation

L'élévation annoncée des températures et des événements hydrologiques extrêmes, combinée à la baisse du volume de précipitations estivales et l'augmentation du nombre de jours secs consécutifs pourrait augmenter l'imperméabilité des sols en période estivale (puisque la capacité d'infiltration en eaux pluvieuses des sols est diminuée lorsque ceux-ci sont secs) et de fait renforcer l'impact des inondations dues aux fortes pluies estivales résiduelles.

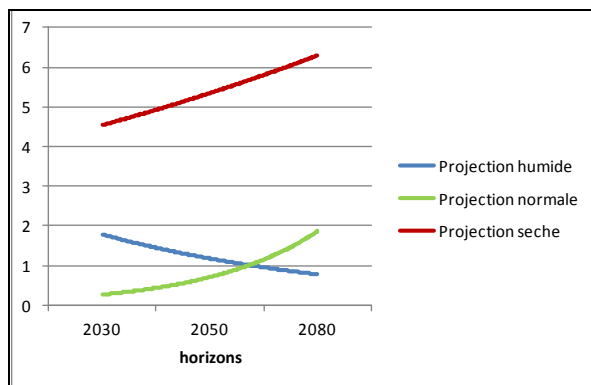


Figure 5-14 : Evolution du nombre maximal de jours consécutifs sans précipitation en été (en jours)

Source : Données extraites pour la sous-région limoneuse de l'étude « adaptation au changement climatique en Région Wallonne » selon les projections « Ensembles » (groupement Ecores - Tec, 2011)

Rappelons que la vulnérabilité du territoire et des infrastructures dépend également de **facteurs non climatiques**. Il n'est pas facile de prévoir l'évolution à moyen et à long terme de l'imperméabilisation du sol et du nombre de personnes et de biens exposés à ces risques. Cependant, il est clair que la poursuite de la **tendance à l'urbanisation croissante de ces dernières décennies augmentera le risque**.

Il est donc possible d'affirmer que les risques d'inondation vont continuer de peser sur la Région et s'amplifier notamment en période hivernale. Les conséquences en termes de saturation des ouvrages de collecte des eaux pluviales, des inondations et de risques pour la circulation restent donc des enjeux majeurs à anticiper.

En période estivale, **les pluies intenses résiduelles pourraient être plus érosives en raison de l'accroissement de la sécheresse des sols**. Aussi les sédiments charriés s'en trouveraient augmentés. Cela aurait alors des répercussions potentiellement négatives notamment en termes d'accumulation de sédiments dans le port de Bruxelles, principal bassin d'orage. **Les coûts de dragage** seraient alors amenés à croître d'autant plus que les étiages pourraient être plus marqués en période estivale et risqueraient alors de créer des perturbations aux transports sur la voie navigable.

Organisation des compétences / sensibilité des acteurs	Législation / plans /services/outils existants	Niveau de prise en charge des vulnérabilités futures
	Plan Régional de Développement (PRD)	Le projet de plan n'inclut pas les changements climatiques
	Plan PLUIE (intégré au PGE)	Pour le réseau d'égouttage , le plan prévoit que dans les zones sensibles, la « pluie de projet » chiffrant le débit total d'eau pluviale à évacuer et/ou stocker temporairement se basera sur une période de retour de 20, 50 ou 100 ans (au lieu de 10) pour prendre en

Chapitre 5 : Les vulnérabilités de la Région de Bruxelles-Capitale au CC

BRUXELLES- ENVIRONNEMENT		<p>compte le risque des CC.</p> <p>Le Plan fonctionne bien au niveau communal avec des Communes qui se le sont très bien appropriées (par exemple la Commune d'Uccle).</p> <p>Les actions en cours s'inscrivent plus dans de la compensation d'imperméabilisation, de la retardation du flux d'eau (bassin tampon) et moins dans la réduction de l'imperméabilisation. Ces actions permettent néanmoins de réduire le risque d'inondation.</p> <p>Néanmoins on peut signaler :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Qu'il n'y a pas de planification du surdimensionnement du réseau d'égouttage ; - Qu'il n'y a pas de priorisation concernant la mise en œuvre des mesures.
	Modélisation des risques d'inondation et zones inondables / modernisation de l'atlas de l'eau	En cours
	COBAT	<p>Le CoBAT institue un certain nombre d'outils urbanistiques destinés à régir et encadrer la matière de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire :</p> <p>Les plans de développement : PRD et PCD</p> <p>Les plans d'affectation : PRAS et PPAS</p> <p>Les règlements d'urbanisme : RRU et RCU.</p> <p>Le plan PLUIE demande à ce titre la révision du COBAT au vue de la prise en compte du CC.</p>
	Plan Régional d'Affectation du Sol PRAS	Interdiction des actes et travaux amenant à la suppression ou à la réduction de la surface de plans d'eau de plus de 100 m ² et les travaux amenant à la suppression, à la réduction du débit ou au voûtement des ruisseaux, rivières et voies d'eau.
	Règlement régional d'urbanisme RRU	Il contribue à la gestion des eaux pluviales. Ainsi, des mesures de lutte contre les conséquences de l'imperméabilisation sont prescrites telles que l'obligation de toitures vertes pour toutes les toitures plates non accessibles de plus de 100m ² , les citernes d'eau de pluie de minimum 33 l/m ² de surface de toitures en projection horizontale pour les nouvelles constructions, le maintien de 50% de surface perméable lors de construction
	Plan de développement régional PDR	Prévention des inondations par rétablissement du réseau hydrographique permettra à ce dernier de jouer son rôle naturel de tampon des crues et de diminuer les inondations (i.e. la dérivation des débits de crue vers les étangs, le canal et les zones humides). Par ailleurs, de grands investissements d'aménagements anti-inondation ont été réalisés ou sont en voie de finalisation
	Plan stratégique Port de Bruxelles / master plan 2012	Pas d'intégration des CC. Pourtant au regard du CC, certains leviers pourraient rentrer parfaitement dans ce cadre : verdurisation des berges, gestion des espaces publics et des friches, etc.

Tableau 5-1 : Prise en charge actuelle des vulnérabilités relatives au risque « inondation »

5.1.4.2 Une diminution des impacts liés au gel et des incertitudes quant aux épisodes neigeux

Comme nous l'avons vu, ces deux paramètres peuvent perturber le réseau de transport (routier et transport en commun) mais aussi causer des dégâts aux infrastructures.

Les projections indiquent une tendance significative à la baisse du nombre de jours de gels selon tous les modèles et horizons temporels avec une faible incertitude qui se réduit à l'horizon 2080 (entre - 21 et - 23 jours).

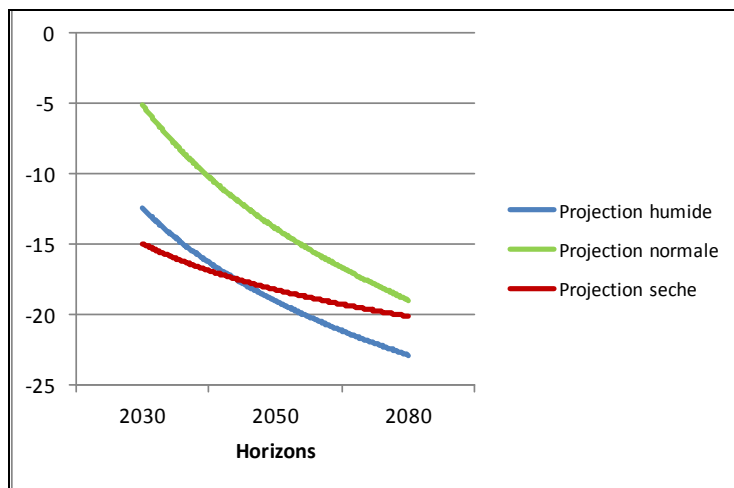


Figure 5-15 : Evolution du nombre de jours de gel en hiver (en jours)

Source : Données extraites pour la sous-région limoneuse de l'étude « adaptation au changement climatique en Région Wallonne » selon les projections « Ensembles » (groupement Ecores - Tec, 2011)

Il est donc possible de dire que globalement l'évolution des cycles gel-dégel (hivers plus doux) pourrait avoir des effets positifs sur les infrastructures notamment en termes **de diminution des coûts de maintenance en période hivernale du fait de moindre intervention de réparation pour cause de nids de poules/déformations dues au gel**. De même, on peut s'attendre à une **moins grande perturbation en termes de trafic : diminution du risque de blocage des rails par le gel par exemple**.

Le nombre annuel de jours avec précipitations neigeuses a fortement diminué au cours du 20^e siècle. Ce paramètre est mesuré à la station météorologique d'Uccle par l'Institut Royal Météorologique de Belgique. Au vu de l'augmentation des températures moyennes en hiver, selon le rapport « Impact des changements climatiques en Belgique », le nombre de jours de précipitations neigeuses ainsi que le nombre de jours avec neige persistante au sol va diminuer au cours du 21^e (Philippe Marbaix et Jean-Pascal van Ypersele, 2004). Toutefois, il continuera de perdurer à un horizon de court terme (jusqu'à 2030 au moins) et l'intensité des précipitations neigeuses pourrait s'en trouver renforcé, provoquant ainsi des perturbations aux réseaux de transport.

Organisation des compétences / sensibilité des acteurs	Législation / plans /services/outils existants	Niveau de prise en charge des vulnérabilités futures
Bruxelles Mobilité STIB TEC	Plan neige (STIB)	Le plan neige est mis en place pour garantir le fonctionnement du réseau de surface. Il comprend des actions de simple organisation (par exemple veiller à avoir suffisamment de sel). Il identifie 6 niveaux d'alerte avec des actions à mener en conséquence. Difficile de dire aujourd'hui si le plan hiver est satisfaisant car il a été mis en place en octobre 2011 et n'est pas encore « rôdé »

Tableau 5-2 : Prise en charge actuelle des vulnérabilités relatives au risque « gel et neige »

5.1.4.3 Vers une vulnérabilité accrue aux canicules et aux sécheresses

Des indicateurs convergents

L'ensemble des projections convergent vers une hausse des températures moyennes, minimales et maximales à tous les horizons. Concernant les extrêmes de températures, si les modèles divergent sur la fréquence et l'intensité des vagues de chaleur, il convient de relever que certains modèles pessimistes affichent une augmentation moyenne des températures pouvant aller jusqu'à +8,9°C au mois d'août à l'horizon 2085 (KNMI). De même, l'évolution projetée du nombre de jours de vagues de chaleur est certes très incertaine mais l'ensemble des projections s'accorde tout de même sur une tendance à l'augmentation dès l'horizon 2050. Selon la projection sèche, cette élévation pourrait atteindre + 18 jours à cet horizon et jusqu'à +28 jours à l'horizon 2085.

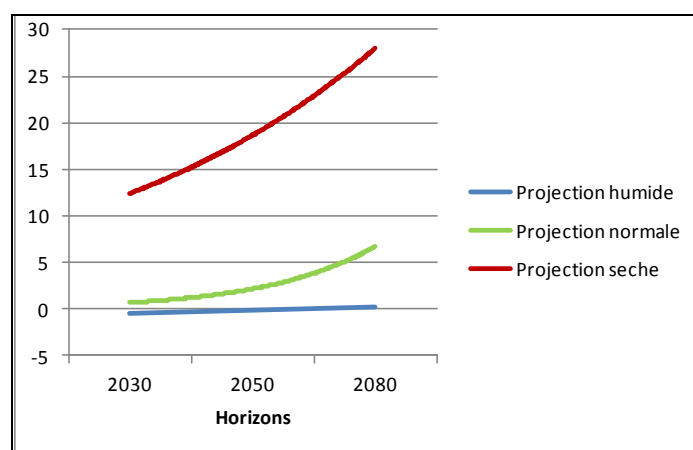


Figure 5-16 : Evolution du nombre de jours de vagues de chaleur en été (en jours)

Source : Données extraites pour la sous-région limoneuse de l'étude « adaptation au changement climatique en Région Wallonne » selon les projections « Ensembles » (groupement Ecores - Tec, 2011)

Par ailleurs, nous avons déjà noté que les modèles tendent à confirmer une convergence entre baisse du volume des précipitations estivales et augmentation du nombre de jours secs consécutifs quand bien même des incertitudes demeurent quant au nombre de jours. On note tout de même donc une tendance à l'augmentation des sécheresses estivales.

Les conséquences sur les transports et leur gestion

En termes de confort thermique des moyens de transport (individuels et transports en commun), l'augmentation des températures et notamment des extrêmes aurait pour principal effet d'engendrer un recours beaucoup plus important à la climatisation individuelle remettant principalement en cause les principes d'atténuation des émissions de GES.

Sur les transports en commun, de trop fortes chaleurs pourraient engendrer des problèmes sur les systèmes électroniques des engins tout comme sur les sous-stations de distribution d'électricité. Aussi, une élévation des coûts d'exploitation pourrait être envisagée. De même, en cas de tensions sur le réseau en matière énergétique, des risques de perturbation des transports seraient possibles (par exemple si la priorité n'était pas donnée au transport en commun). Le rail risque par ailleurs d'être affecté par les fortes chaleurs : augmentation de la dilatation ou des déformations.

En ce qui concerne **les infrastructures routières**, les impacts relatifs aux effets des fortes chaleurs devraient être moins forts que ceux relatifs au gel (amollissement de la chaussée, formation d'ornières par exemple). Ils nécessitent tout de même une certaine anticipation.

La navigation devrait également subir les effets du changement climatique. La diminution projetée du volume des précipitations estivales, l'évaporation accrue en raison de l'élévation projetée des températures durant la même période, la diminution des apports potentiels en provenance de la Senne, implique un risque d'étiages accru, et particulièrement si l'on considère les modèles les plus « secs ». De même, l'augmentation de la masse sédimentaire induite possiblement par des pluies intenses estivales résiduelles ne ferait qu'amplifier le phénomène. **Le renforcement des phénomènes d'étiages pourrait conduire à une accentuation des opérations de dragage.**

Les impacts sur le cadre du bâti et l'urbanisme

La **hausse des températures** moyennes et la **fréquence et durée accrue** des **vagues de chaleur** accentueront très probablement le problème d'îlot de chaleur urbain, en particulier au centre-ville.

Une partie du cadre du bâti pourrait s'avérer inadaptée aux nouvelles conditions climatiques de par l'inconfort thermique engendré et le recours massif aux besoins de rafraîchissement. Le recours à la climatisation ne ferait dans ce cas qu'amplifier l'îlot de chaleur urbain¹⁴. En effet, les systèmes de climatisation rejettent de la chaleur dans l'air, ce qui peut conduire à une augmentation sensible des températures urbaines, notamment en période de canicule. Si peu de logements sont équipés aujourd'hui en climatisation, il réside un fort enjeu sur certains bâtiments (années 50-80) mal conçus pour supporter des élévations de températures. **Selon les services de la Région compétents sur la thématique, le logement social est le plus sensible car plus difficile à ventiler en période de canicule (petits logements non traversant etc.).** De même selon ces mêmes services, **certains bâtiments publics**, mal isolés et dont le cadre de rénovation est relativement restrictif pour des raisons patrimoniales pourraient connaître des enjeux énergétiques importants.

¹⁴ Projet CLIM² : climat urbain et climatisation (CNRM-GAME, CNAM, Climespace, 2010)

Organisation des compétences / sensibilité des acteurs	Législation / plans /services/outils existants	Niveau de prise en charge des vulnérabilités futures
Région	Plan Régional de Développement (PRD)	Le plan n'inclut pas la lutte contre l'îlot de chaleur urbain.
	Plan PLUIE	Les mesures de désimperméabilisation ou de compensation de l'imperméabilisation (toiture verte notamment) permettent de diminuer l'effet d'îlot de chaleur urbain.
	Plan vagues de chaleur et pics d'ozone	Le constat d'accroissement de risques de vagues de chaleur et de pics d'ozone dus au CC rendra un recours au plan d'urgence plus fréquent.
	Règlement régional d'urbanisme RRU	Des mesures de lutte contre les conséquences de l'imperméabilisation sont prescrites telles que l'obligation de toitures vertes pour toutes les toitures plates non accessibles de plus de 100m ² , les citernes d'eau de pluie de minimum 33 l/m ² de surface de toitures en projection horizontale pour les nouvelles constructions, le maintien de 50% de surface perméable lors de construction neuve. Les toitures vertes jouent un rôle important en matière d'isolation du bâtiment. Leur rôle sera donc important en période de canicule.
	Plan de Gestion de l'eau	Au vu des effets positifs sur la diminution de l'effet de l'îlot de chaleur urbain de la végétation et de l'eau sur les microclimats urbains, un impact positif au niveau de microclimats locaux peut être attendu du fait de l'augmentation des surfaces d'eau libre et de l'accroissement de la végétation dans le cadre de la mise en œuvre du PGE-PrM (Axe 1 (Agir sur les polluants pour atteindre les objectifs de qualité des eaux de surface, des eaux souterraines et des zones protégées), Axe 2 (Restaurer quantitativement le réseau hydrographique) et Axe 6 (réintégrer l'eau dans le cadre de vie des habitants) en particulier).
	Fiscalité relative au transport	Taxe de mise en circulation et de circulation : pas de critère écologique à ce jour.
	Plan IRIS 2	Le plan IRIS 2 a pour objectif de réduire de 20%le volume de trafic automobile d'ici 2018 et de favoriser le transfert modal de la demande vers les modes de transport doux.
	Plan stratégique Travaux publics et transport 2010-2014	Le développement des transports publics reste la première priorité pour le Ministère Bruxellois des Travaux Publics et des Transports, de l'Informatique et du Port de Bruxelles. Pas d'intégration directe des enjeux climatiques mais certaines mesures pouvant contribuer à l'adaptation sont relevés e.a. : ► Développer un plan de gestion intégral pour les arbres sur les boulevards. ► Ajouter des éléments d'eau à l'espace public.

Tableau 5-3 : Prise en charge actuelle des vulnérabilités relatives au risque « Canicule et sécheresse »

5.1.4.4 L'impact des tempêtes sur les infrastructures

Les observations actuelles ne permettent pas de dégager une tendance séculaire à l'augmentation de la probabilité des tempêtes en Europe. **Il semble qu'il ne soit pas encore possible de dégager un consensus sur une éventuelle augmentation de la fréquence et de l'intensité des tempêtes en lien avec l'amplification du réchauffement climatique** (Planton, 2002). Notons que le 5^{ème} rapport du GIEC abordera la question de l'évolution de la fréquence et de l'intensité des tempêtes. Les résultats ne se sont cependant pas encore disponibles et le rapport de synthèse sera finalisé en septembre 2014.

S'il n'est pas possible de dégager de tendances significatives relatives à l'évolution des tempêtes, en revanche, **des modifications de la sensibilité des arbres à ce facteur sont à prévoir**. Par exemple, une inadaptation des espèces d'arbres **à des sécheresses prolongées** pourrait engendrer des dépérissements et un risque accru de chutes d'arbres en cas de tempêtes. De même, la diminution du nombre de jours de gel (et donc de la période de gel du sol) peut avoir des effets positifs (moins de dégâts de gel) et négatifs : elle peut entraîner une augmentation des dégâts de tempête car un sol gelé a un effet bénéfique sur l'ancrage racinaire (Gip-Ecofor 2010). L'augmentation des précipitations hivernales peut quant à lui diminuer l'ancrage racinaire, qui est réduit dans un sol saturé en eaux (fortes pluies et drainage déficient) (Gip-Ecofor 2010).

Cela pourra donc avoir des répercussions directes sur **la gestion des voiries et des lignes de transport en commun**.

5.2 Ressource en eau

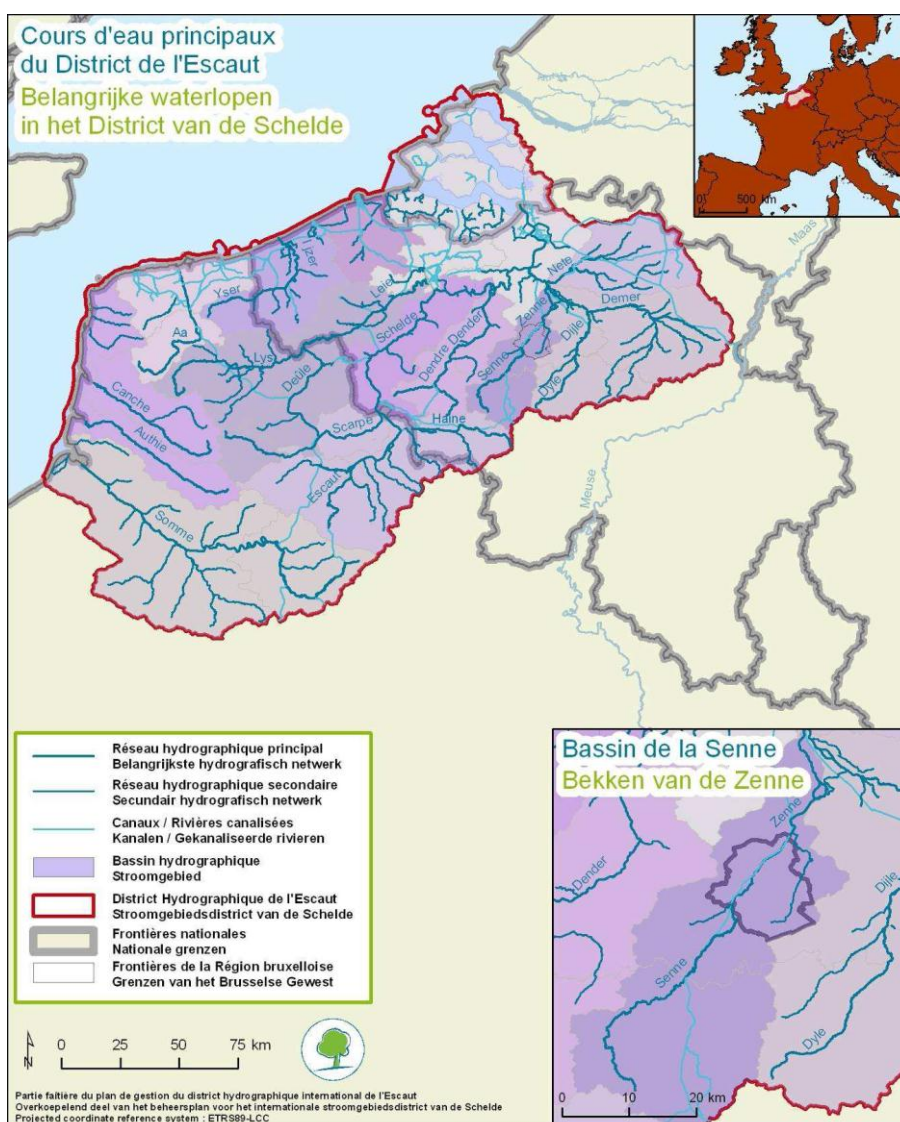
Messages clefs

- Baisse attendue de la qualité des eaux de surface en période estivale
- Un risque d'inondations persistant et évolutif (saison)
- Incertitude sur l'évolution de la recharge des nappes
- Dépendance externe forte pour l'eau potable

5.2.1 Caractéristiques principales

5.2.1.1 Les eaux de surface

La quasi-totalité de la RBC appartient au bassin de la Senne (une petite partie de la forêt de Soignes est comprise dans le bassin de la Dyle) :



Carte 5-5: Bassin hydrologique de la Région bruxelloise

Source : RIE du projet de Programme de mesures du Plan de gestion de l'eau, 2011, Bruxelles Environnement

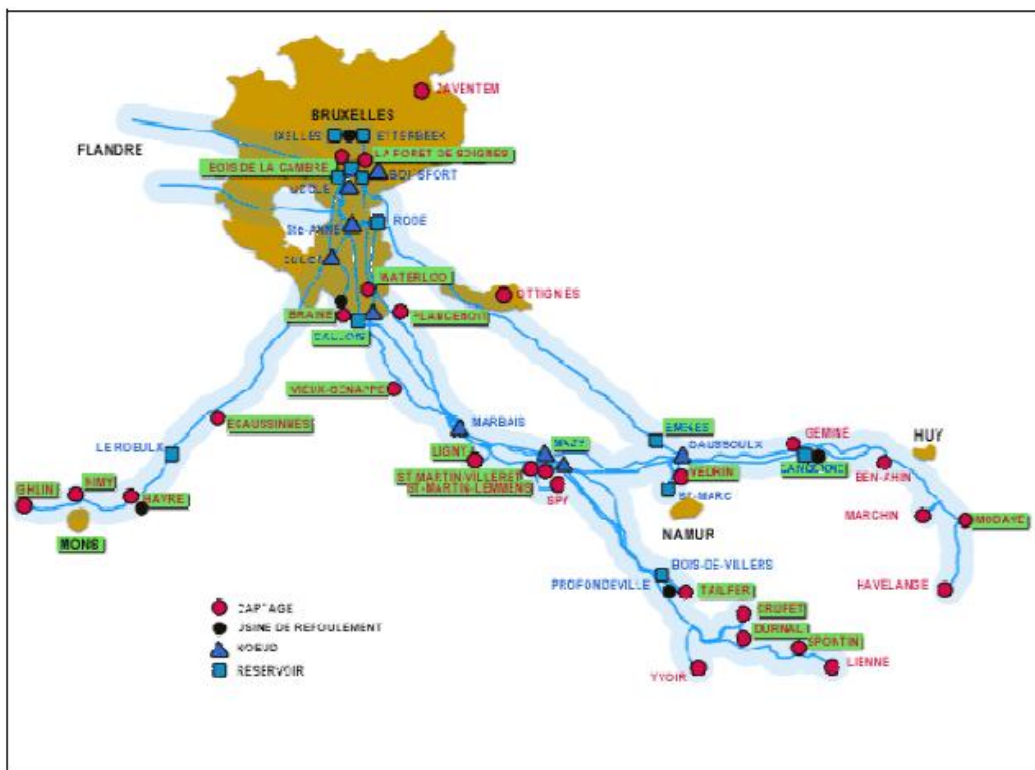
5.2.1.2 Les eaux souterraines

Les principales nappes aquifères présentes dans le sous-sol de la RBC, partant des formations géologiques profondes vers les formations de surface, sont les suivantes :

- La nappe de la zone d'alimentation du Socle (51 km² en Région bruxelloise) ;
- La nappe semi captive à captive du Socle et du Crétacé (111 km² en Région bruxelloise);
- La nappe captive du Landénien (162 km² en Région bruxelloise);
- La nappe libre des sables du Bruxellien et de l'Yprésien (désignée communément comme nappe du Bruxellien), à l'est de la vallée de la Senne (89 km² en Région bruxelloise);
- La nappe libre de l'Yprésien, Région des Collines, au nord-ouest de la Région (21 km² en Région bruxelloise);
- Les nappes superficielles : nappes alluviales présentes principalement dans les alluvions de la vallée de la Senne et des vallées adjacentes, et nappe phréatique du Pléistocène.

5.2.1.3 La consommation d'eau potable

L'approvisionnement de la RBC en eau potable est réalisé par Vivaqua. L'eau utilisée pour la production d'eau potable provient de 27 grands sites répartis dans 6 provinces (Région de Bruxelles-Capitale, Province du Brabant flamand, Province du Brabant wallon, Province du Hainaut, Province de Liège, Province de Namur) et 6 nappes aquifères.



Carte 5-6: Activités de production, stockage et transport d'eau potable de VIVAQUA

Source : *Projet de Plan de gestion de l'eau, 2008, Bruxelles Environnement*

En 2008, l'approvisionnement de la RBC en eau potable représente un total de 66,9 millions de m³ en 2008 dont 1,8 millions de m³ d'origine bruxelloise (Source : RIE du projet de Programme de mesures du Plan de gestion de l'eau, 2011, Bruxelles Environnement).

5.2.1.4 Schéma hydrologique de la Région de Bruxelles-Capitale

Un schéma hydrologique simplifié (version complexe disponible dans le RIE du projet de Programme de mesures du Plan de gestion de l'eau, 2011, Bruxelles Environnement) a été proposé par Bruxelles Environnement :

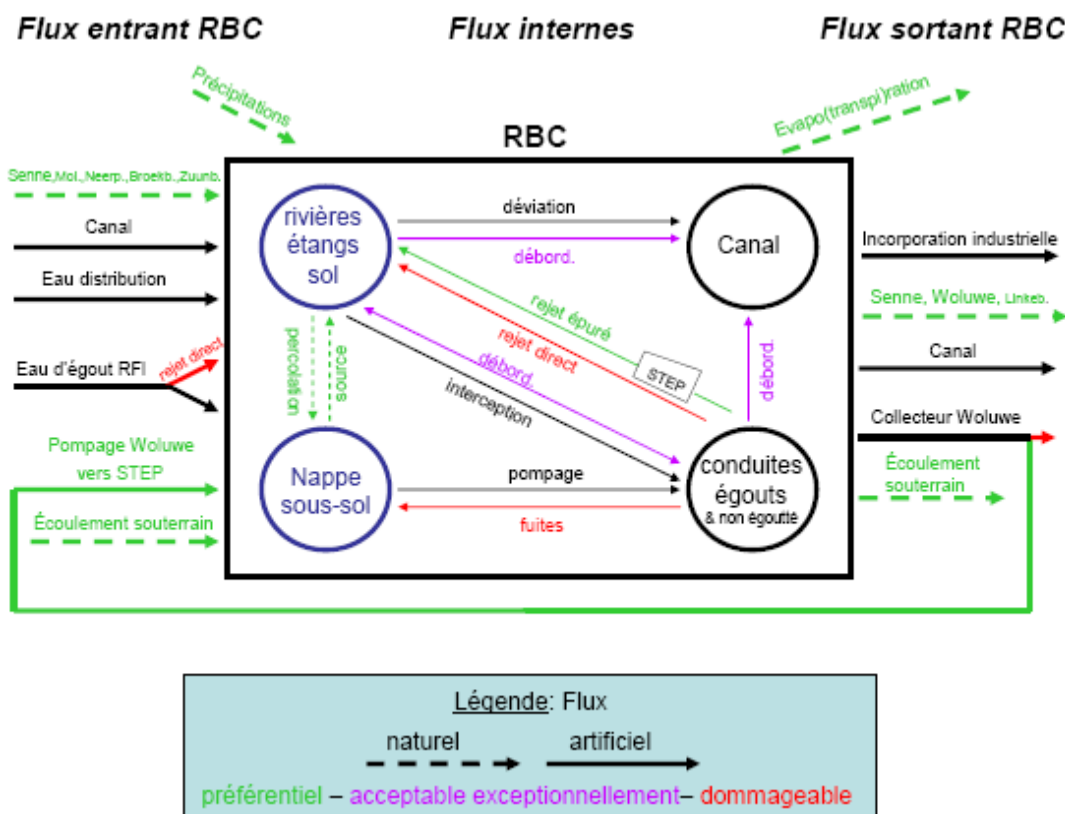


Figure 5-17 : Schéma hydrologique simplifié de la Région de Bruxelles-Capitale

Source : RIE du projet de Programme de mesures du Plan de gestion de l'eau, 2011, Bruxelles Environnement

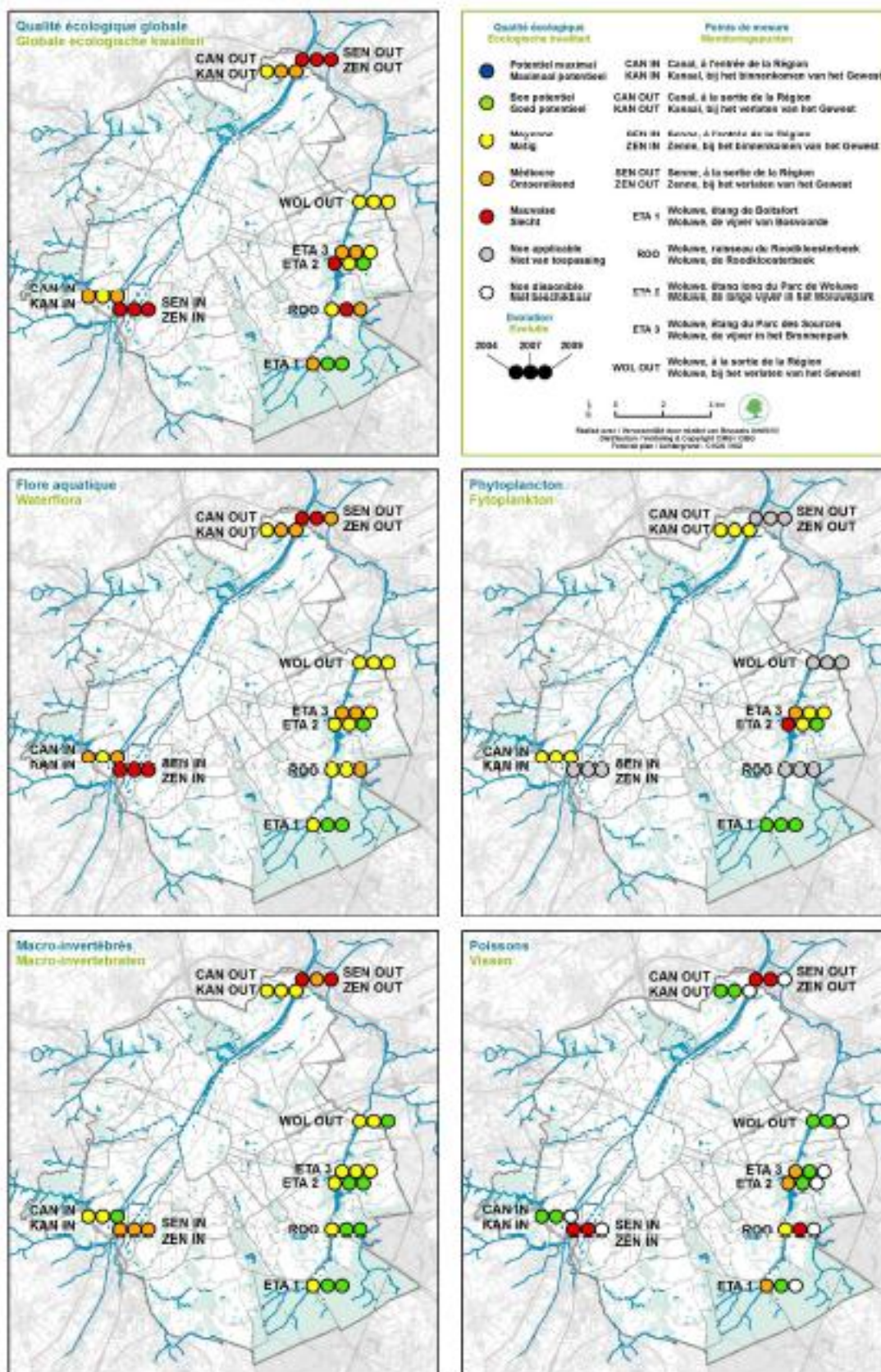
5.2.2 Dépendance actuelle au climat

- **Les inondations**

Voir le §Infrastructures et aménagement du territoire (partie 5.1.2.1).

- **La qualité des eaux de surface**

Bien qu'une certaine amélioration de la qualité globale des cours et plans d'eau bruxellois soit constatée, la qualité physico-chimique de l'eau reste problématique (substances toxiques et organiques) et constitue un facteur extrêmement limitant pour le développement des habitats et espèces aquatiques (Source : Projet de Plan Nature, 1ère version janvier 2012, Bruxelles Environnement).



Carte 5-4 : Evaluation de la qualité écologique des principaux cours d'eau bruxellois et d'étangs de la Wollue 2004-2009

Source : Bruxelles Environnement 2010 extrait du RIE du projet de programme de mesures PGE (Bruxelles Environnement, février 2011)

5.2.3 Les paramètres climatiques en lien avec la thématique

Les paramètres climatiques qui rentrent en ligne de compte pour les ressources en eau sont principalement :

- Les précipitations maximales sur 24h ;
- Les précipitations intenses / période 10 minutes ;
- Les précipitations moyennes annuelles et par saison ;
- Maximum de cumul de précipitation sur 5 jours ;
- Nombre de jour de pluie > 1mm ;
- Nombre de jour de pluie > 10 mm ;
- Période de sécheresse par saison.

5.2.4 Les vulnérabilités futures

Principes méthodologiques

Au regard de l'analyse de la dépendance actuelle au climat, il s'agit à présent de confronter les enjeux identifiés précédemment à l'évolution attendue des paramètres climatiques pertinents pour déterminer le degré de vulnérabilité future de la RBC au CC. Il est alors nécessaire de présenter l'évolution des indicateurs et le degré d'incertitude qui entoure les résultats : par exemple, si les différentes projections sont concordantes et significatives sur un paramètre, le signal est alors plutôt robuste. A contrario, si les projections sont contradictoires, le signal est absent et on ne peut alors tirer de conclusion quant à l'évolution du paramètre et par voie de conséquence quant à l'évolution du risque en question. Outre l'analyse des paramètres climatiques, il faut aussi rendre compte des répercussions pour le territoire et évaluer la prise en charge actuelle ou potentielle des risques pour déterminer la vulnérabilité.

La prise en charge actuelle est présentée sous forme de tableaux de la manière à faire ressortir : l'organisation des compétences et le niveau de sensibilité des acteurs, les plans/services/outils existants identifiés, le niveau de prise en charge des vulnérabilités au CC.

L'ensemble de l'analyse est ensuite restituée de manière synthétique dans la partie transversale en donnant d'une part : **une vision figée des vulnérabilités par thématique à l'horizon 2050** et d'autre part une **vision évolutive aux différents horizons donnés**, selon la projection de référence.

5.2.4.1 Plus d'incertitudes sur l'évolution des précipitations que sur les températures

Plus de précipitations en hiver, une diminution en été

En ce qui concerne le volume de précipitations, les projections tendent à s'accorder sur une augmentation des précipitations en période hivernale et une baisse en période estivale. En revanche, il n'est pas possible de dégager de signal quant aux précipitations d'automne et de printemps. **Aussi, sur le volume global, les projections donnent des tendances contradictoires.**

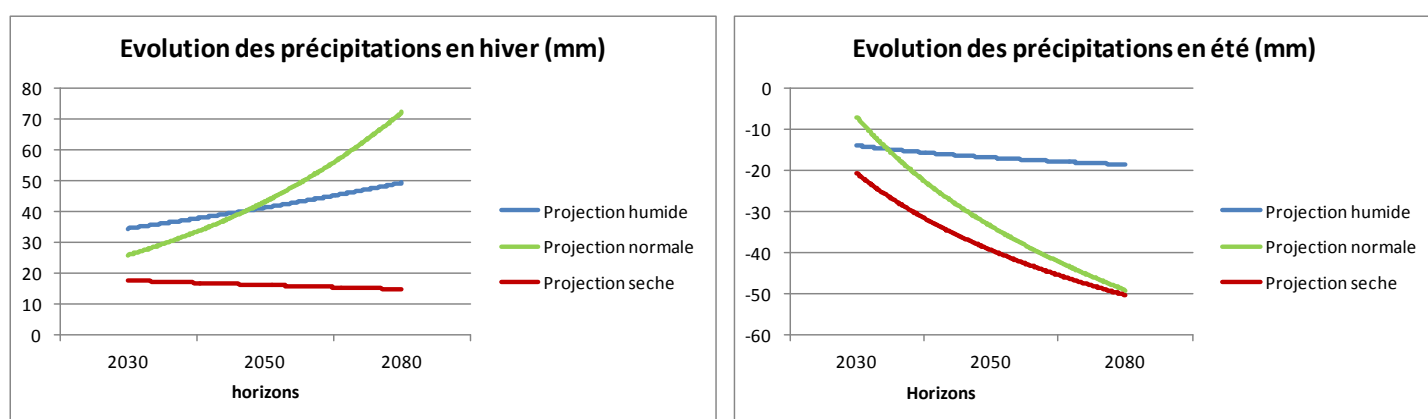


Figure 5-18 : Evolution des précipitations saisonnières (en mm)

Source : Données extraites pour la sous-région limoneuse de l'étude « adaptation au changement climatique en Région wallonne » selon les projections « Ensembles » (groupement Ecores - Tec, 2011)

Les précipitations hivernales augmenteraient de façon progressive, avec une hausse pouvant atteindre +21% à l'horizon 2080, selon les projections moyennes. Toutefois, les autres modèles ne

projetent pas de hausse très significative ce qui tend à renforcer l'incertitude. Les scénarios à l'horizon 2085 fournis par CCI-HYDR montrent quant à eux des résultats qui convergent plutôt vers une hausse des précipitations, hausse pouvant atteindre + 60% certains mois d'hiver, pour les modèles les plus extrêmes.

Les projections s'accordent par ailleurs sur une baisse généralisée des précipitations estivales, baisse qui devient vraiment significative en fin de siècle (-16% environ pour les projections sèches et moyennes). Les scénarios CCI-HYDR vont également dans ce sens, avec des extrêmes pouvant être beaucoup plus marqués selon certains scénarios (jusqu'à -80% de précipitations pour le scénario le plus sec).

Globalement, les trois modèles projettent donc une **saisonnalité des précipitations plus marquée en raison de l'accroissement des volumes de précipitations durant les mois les plus froids et de leur diminution durant les mois les plus chauds.**

Les événements hydrologiques extrêmes

Globalement, les modèles convergent vers **une fréquence accrue des épisodes de fortes précipitations en hiver et une baisse en été** quand bien même l'incertitude demeure forte quant au nombre de jours, notamment en hiver. Selon les projections moyennes, cette élévation serait de + 25% en fin de siècle en hiver et la diminution de -18% en été.

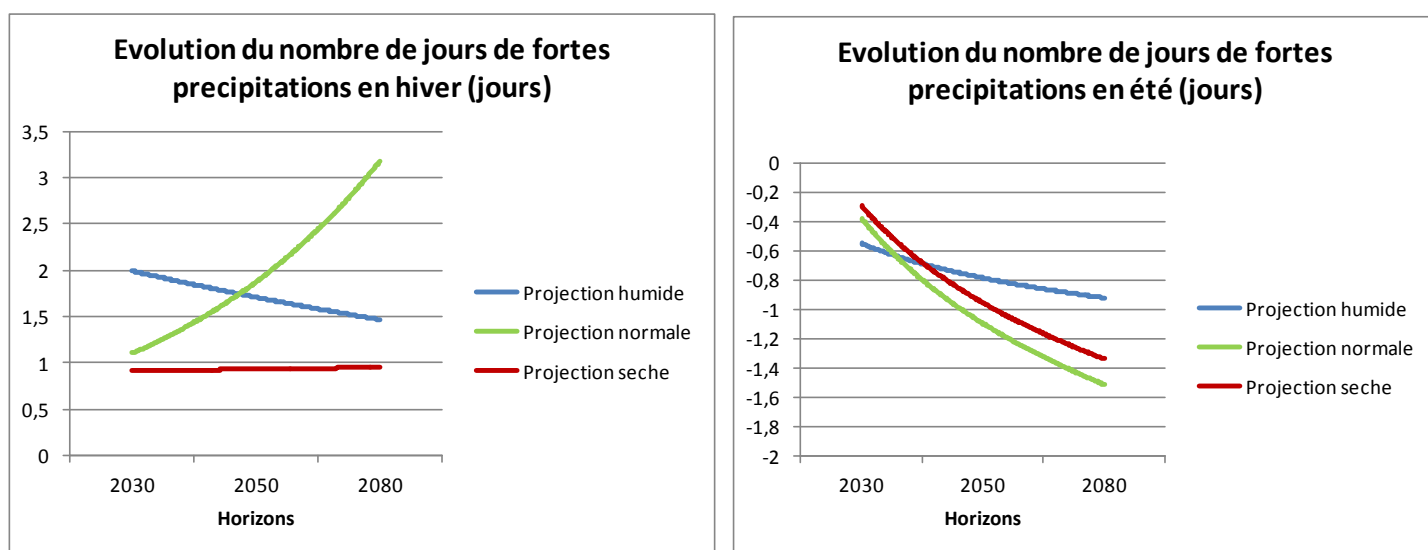


Figure 5-19 : Evolution saisonnière du nombre de jours de fortes précipitations (en mm)

Source : Données extraites pour la sous-région limoneuse de l'étude « adaptation au changement climatique en Région wallonne » selon les projections « Ensembles » (groupement Ecores - Tec, 2011)

Sur l'intensité des précipitations, il n'est pas possible au regard des projections de dégager de tendances significatives en période estivale. On note en période hivernale un signal faible à la hausse de l'intensité des précipitations, mais cette élévation reste relativement faible quel que soit le scénario.

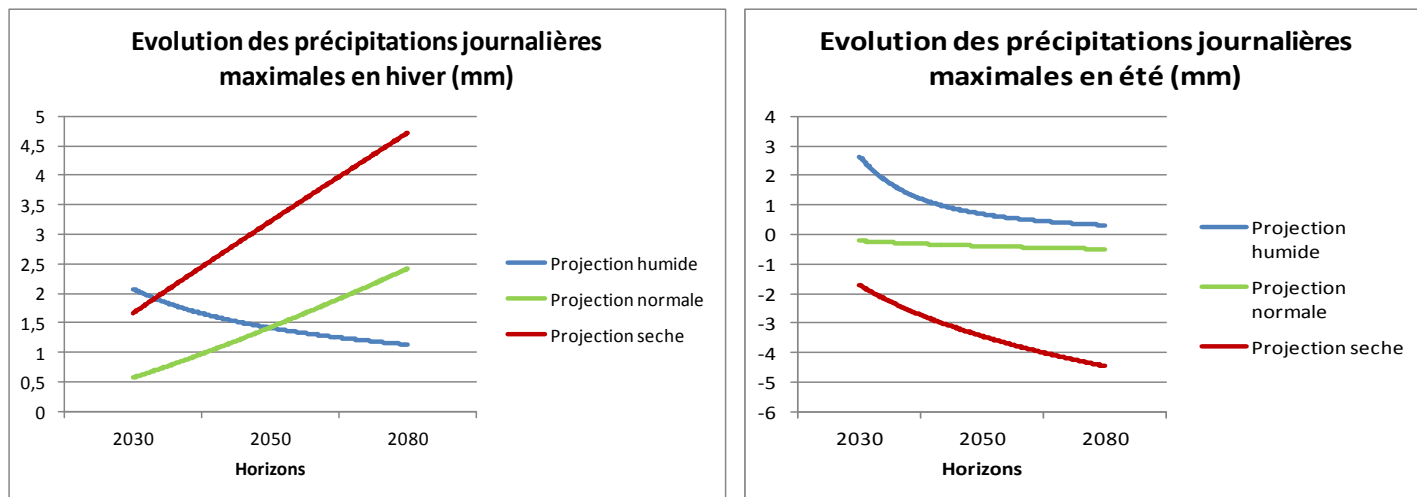


Figure 5-20 : Evolution saisonnière des précipitations journalières (en mm)

Source : Données extraites pour la sous-région limoneuse de l'étude « adaptation au changement climatique en Région wallonne » selon les projections « Ensembles » (groupement Ecores - Tec, 2011)

Les tendances relatives au **cumul des précipitations sur 5 jours** convergent également vers les signaux observés précédemment : augmentation du cumul en hiver, baisse en période estivale. Toutefois, ces signaux restent faibles.

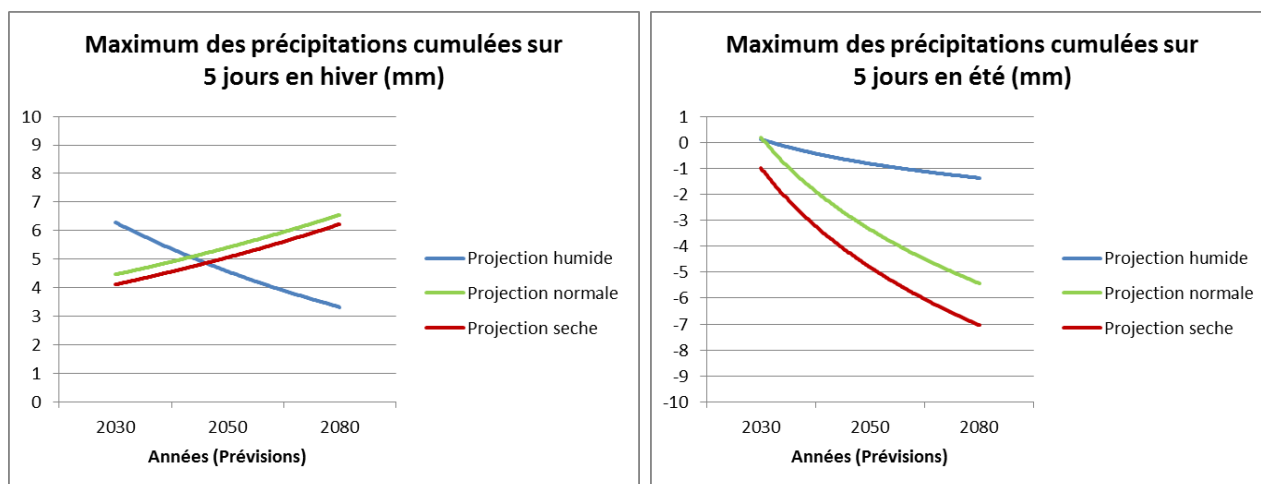


Figure 5-21 : Evolution saisonnière des précipitations cumulées sur 5 jours (en mm)

Source : Données extraites pour la sous-région limoneuse de l'étude « adaptation au changement climatique en Région Wallonne » selon les projections « Ensembles » (groupement Ecores - Tec, 2011)

Vers une élévation généralisée des températures

L'ensemble des projections convergent vers une hausse des températures moyennes, minimales et maximales à tous les horizons et selon toutes les saisons.

Les projections indiquent toutes une **élévation des températures moyennes estivales** pouvant atteindre entre +2,3 et +7,2°C (tous SRES confondus) à l'horizon 2085. Il convient de relever que certains modèles pessimistes affichent une augmentation moyenne des températures pouvant aller jusqu'à +8,9°C au mois d'août à l'horizon 2080. Si l'évolution projetée du **nombre de jours de**

vagues de chaleur est certes très incertaine, l'ensemble des modèles s'accorde tout de même sur une tendance à l'augmentation dès l'horizon 2050. Selon la projection sèche, cette élévation pourrait atteindre + 18 jours à cet horizon et jusqu'à +28 jours à l'horizon 2085.

En hiver, les projections affichent une élévation moyenne des températures comprise entre +1,9 et 5,4°C en 2085 (tous SRES confondus).

5.2.4.2 Les conséquences sur l'état quantitatif de la ressource

Des incertitudes sur le volume des nappes

Il est difficile de prédire l'évolution de la recharge des nappes en lien avec le changement climatique en raison des incertitudes qui pèsent notamment sur l'évolution des paramètres climatiques. On peut néanmoins émettre quelques hypothèses.

L'augmentation projetée du volume des précipitations hivernales, si elle se traduit en augmentation de l'infiltration efficace, peut induire une meilleure recharge hivernale des aquifères. En été, l'augmentation des températures et des extrêmes, couplées à la baisse des apports pluviométriques devrait augmenter l'évapotranspiration et éventuellement la demande en eau. De même, l'allongement de la période de croissance végétative peut accroître la demande en eau des végétaux, réduisant le volume des eaux disponibles. La régularité des précipitations influe aussi sur l'efficacité de l'infiltration. La tendance à une saisonnalité plus marquée pourrait conduire à une baisse de cette efficacité.

Ainsi, même avec des hivers plus humides, des étés plus secs et plus chauds pourraient diminuer les réserves d'eau souterraines en Belgique (Marbaix, Van Ypersele, 2004) en raison de l'évapotranspiration plus marquée (voir 4.2.3.3 et 4.2.3.5). Les cinq masses d'eau de la Région sont aujourd'hui jugées en bon état quantitatif. Toutefois, une variation des apports en eau ainsi que des prélèvements (en cas d'augmentation des besoins en été) n'est pas à exclure. Mais les incertitudes imposent des recherches plus approfondies. Les nappes des sables du bruxellien et de l'yprésien doivent faire l'objet d'une vigilance car elles fournissent 80% des volumes d'eaux souterraines captés en RBC. En particulier, la baisse de la nappe des sables du bruxellien, déjà très sensible aux pollutions ponctuelles et diffuses pourrait remettre en cause son utilisation à long terme quant à l'approvisionnement en eau potable.

Toutefois, les évolutions climatiques locales ne sont pas au centre des préoccupations quant à l'approvisionnement en eau potable puisque **la ressource en eau est essentiellement importée de la Région wallonne fournissant environ 97% du total de l'alimentation en eau potable**.

Il convient d'être vigilant quant à une éventuelle baisse des apports en provenance de Wallonie et à une augmentation des besoins en RBC induit elle-même par une hausse des consommations et une diminution éventuelle des apports locaux.

Des risques d'étiages plus marqués

Cette diminution projetée du volume des précipitations estivales se combine à une élévation projetée des températures durant la même période. L'augmentation de l'évapotranspiration devrait alors se traduire par un risque d'étiages plus important. Par exemple, le **projet Amice** indique que les étiages devraient être plus marqués sur le bassin de la Meuse, quel que soit le scénario. Le scénario hydrologique extrême pour les basses eaux prévoit une diminution de 10% des débits minimum en été pour 2021-2050 et de 40% pour 2071-2100 (Drogue et al, 2010).

Une baisse des débits d'étiage en Région de Bruxelles-Capitale aurait des conséquences en termes de pollution des eaux de surface et un impact sur la biodiversité mais pourrait aussi affecter la navigation sur le canal par une baisse des apports en provenance de la Senne. De même, l'augmentation de la masse sédimentaire induite possiblement par des pluies intenses estivales résiduelles ne ferait qu'amplifier le phénomène.

Chapitre 5 : Les vulnérabilités de la Région de Bruxelles-Capitale au CC

Organisation des compétences / sensibilité des acteurs	Législation / plans /services/outils existants	Niveau de prise en charge des vulnérabilités futures
Région	Plan de Gestion de l'eau (PGE)	<p>Le PGE se veut une réponse intégrée et globale à l'ensemble des défis liés à la gestion de l'eau en Région de Bruxelles-Capitale. Le PGE se veut également une contribution active à la planification internationale à mettre en œuvre à l'échelle du district de l'Escaut. La planification est composée de 8 axes.</p> <p>Parmi les axes susceptibles de prendre en charge les problématiques relatives à l'état quantitatif des ressources :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Restaurer quantitativement le réseau hydrographique et hydrogéologique ; - Promouvoir l'utilisation durable de l'eau et garantir la fourniture de l'eau potable à des conditions raisonnables ; - Appliquer le principe de récupération des coûts pour la production et la distribution d'eau potable ainsi que pour la collecte et l'épuration des eaux usées ; - Mener une politique active de prévention des inondations pluviales ; - Contribuer à l'établissement et à la mise en œuvre d'une politique européenne et internationale de l'eau <p>Chacun de ces axes implique la détermination d'objectifs (objectifs chiffrés ou tendances à promouvoir). Certains objectifs sont déjà définis dans la législation (ex. normes de qualités des eaux de surface) ou dans des programmes politiques bruxellois (ex. Maillage bleu dans le PRD).</p>

Tableau 5-5 : prise en charge actuelle des vulnérabilités relatives à l'état quantitatif de la ressource eau

5.2.4.3 Les conséquences sur l'état qualitatif de la ressource

En plus des variations des facteurs anthropiques (rejets d'eaux usées, artificialisation et urbanisation grandissante), la qualité de l'eau dépend de l'évolution de l'apport en eau et des variations de températures. Cela influe sur la concentration des pollutions dissoutes, sur l'intensité du ruissellement et de l'infiltration dans les nappes.

Baisse des étiages et dégradation de la qualité des eaux de surface

Les débits des cours d'eau et leur variation dans le temps ont une influence **sur la qualité de l'eau**. En effet, des débits importants se traduisent par une grande capacité de dilution tandis que, inversement, de plus faibles débits limitent la capacité de dilution, ce qui se traduit par de plus grandes concentrations de polluants. La baisse potentielle de la quantité d'eau en été a donc des conséquences négatives sur la qualité des eaux par la concentration des polluants qui y sont dissouts. Des épisodes de pollutions s'observent en cas d'étiage sévère.

La combinaison de la diminution des débits et de l'augmentation des températures en période estivale mènera par conséquent à une plus forte concentration des substances polluantes,

**L'adaptation au changement climatique en Région de Bruxelles-Capitale :
élaboration d'une étude préalable à la rédaction d'un plan régional d'adaptation
Rapport final - © FACTOR X – ECORES - TEC-, 2012**

pouvant poser de sérieux problèmes de qualité de l'eau. Une augmentation de la température de l'eau se traduit par une diminution du taux de saturation en oxygène de l'eau, nuisant ainsi à la qualité biologique de l'eau.

En effet, plusieurs cours d'eau et zones humides connaissent d'ores et déjà des problèmes de qualité et d'eutrophisation : **la Senne mais aussi certains étangs et plans d'eaux quand bien même leur qualité écologique tend à progresser.**

La Région affiche une sensibilité certaine à ce phénomène d'eutrophisation puisque d'une part les pollutions d'origine anthropique sont prononcées (pôles urbains, pôles industriels) et que les prélèvements d'eau pour les différents usages sont importants notamment en ce qui concerne la Senne (alimentation du Canal). Cette sensibilité n'augmentera donc avec la baisse des apports d'eau, conjuguée aux effets des fortes températures et des périodes dites sèches.

Le ruissellement aggravera la situation

Les effets du ruissellement pourront se faire sentir à la fois au niveau des nappes et au niveau des cours d'eau. **La fréquence et la régularité des précipitations influencent le transfert des polluants** comme les nitrates et les pesticides des couches supérieures du sol **vers les nappes par le processus de lessivage et/ou de lixiviation.**

Dès lors, les tendances à l'augmentation du volume et de l'intensité des pluies hivernales, si elles se traduisent par une infiltration plus efficace, entraînent un important phénomène de lessivage et/ou lixiviation et un accroissement de la pollution de l'eau souterraine. Il faut également mentionner le fait que la remontée de la nappe consécutive à une forte recharge pluviométrique peut également se traduire par une plus grande contamination.

Il réside un fort enjeu autour de la nappe des sables du Bruxellien, à proximité de la surface et par conséquent déjà très vulnérable aux pollutions. Une augmentation de la concentration des polluants pourraient menacer l'utilisation future de cette nappe pour l'alimentation en eau potable.

Par ailleurs, de fortes pluies hivernales peuvent **s'écouler directement dans les cours d'eau** avant de pouvoir être absorbées dans le sol pour recharger les aquifères (Greater London Authority, 2010). En effet, en cas de fortes pluies, le sol se sature rapidement et ne peut assurer l'infiltration des eaux. **La régularité des précipitations compte plus que le volume dans la recharge des aquifères.**

Le phénomène est encore renforcé par l'artificialisation des sols qui fait que les écoulements lessivent les dépôts de particules au sol présentes en milieu urbanisé. Il est possible d'entrevoir une tendance à l'augmentation **du phénomène de ruissellement.** En effet, les projections tendent à confirmer un signal à la hausse du volume des précipitations ainsi que de la fréquence et de l'intensité des fortes précipitations. De telles conditions engendreraient un ruissellement et une érosion hydrique accrues et par conséquent, l'entraînement vers les cours d'eau d'une plus grande quantité de polluants.

Organisation des compétences / sensibilité des acteurs	Législation / plans /services/outils existants	Niveau de prise en charge des vulnérabilités futures
Région	Plan de Gestion de L'Eau (PGE)	<p>Parmi les axes susceptibles de prendre en charge les problématiques relatives à l'état qualitatif des ressources :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Agir sur les polluants pour atteindre les objectifs de qualité des eaux de surface et des eaux souterraines ; - Mener une politique active de prévention des inondations pluviales ; - Rendre à l'eau toute sa visibilité pour le cadre de vie des habitants.

Tableau 5-6 : prise en charge actuelle des vulnérabilités relatives au risque qualitatif des cours d'eau

5.3 Santé

Messages clefs

- Aggravation potentielle des risques liés à une mauvaise qualité de l'air en été
- Les impacts des épisodes de grand froid seront à terme moins préoccupants pour la RBC
- Impacts sanitaires ponctuels à court terme (ex : canicules)
- Impacts épidémiologiques constants à long terme (vecteurs, virus, allergies, etc.)
- Un contraste social très prononcé

Remarque préalable : les déterminants de la santé sont divers (voir ci-après) et ne relèvent que faiblement (estimation : 5%) de l'environnement dans lequel une personne vit.

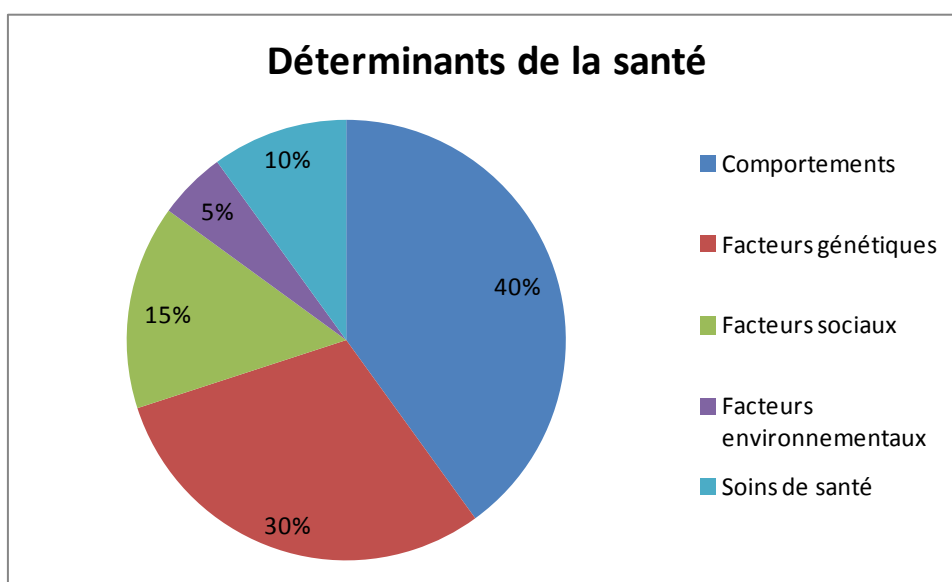


Figure 5-22 : Déterminant de la santé

Source : Schroeder, Nejm, 2007 / ANMC, MC – Information n°247, mars 2012

5.3.1 Caractéristiques principales

5.3.1.1 Structuration de la population en Région bruxelloise : une population qui rajeunit

Contrairement aux autres Régions belges, la population de la RBC rajeunit, le signe étant un indice de vieillissement qui est passé de 74% en 1998 à 60% en 2008. En effet, la proportion de jeunes de moins de 20 ans et la population active (20-64 ans) continue à croître légèrement, tandis que la proportion de la population qui a plus de 65 ans diminue¹⁵. Par ailleurs, on constate que la proportion de personnes de plus de 80 ans dans la population bruxelloise s'est stabilisée depuis 2005.

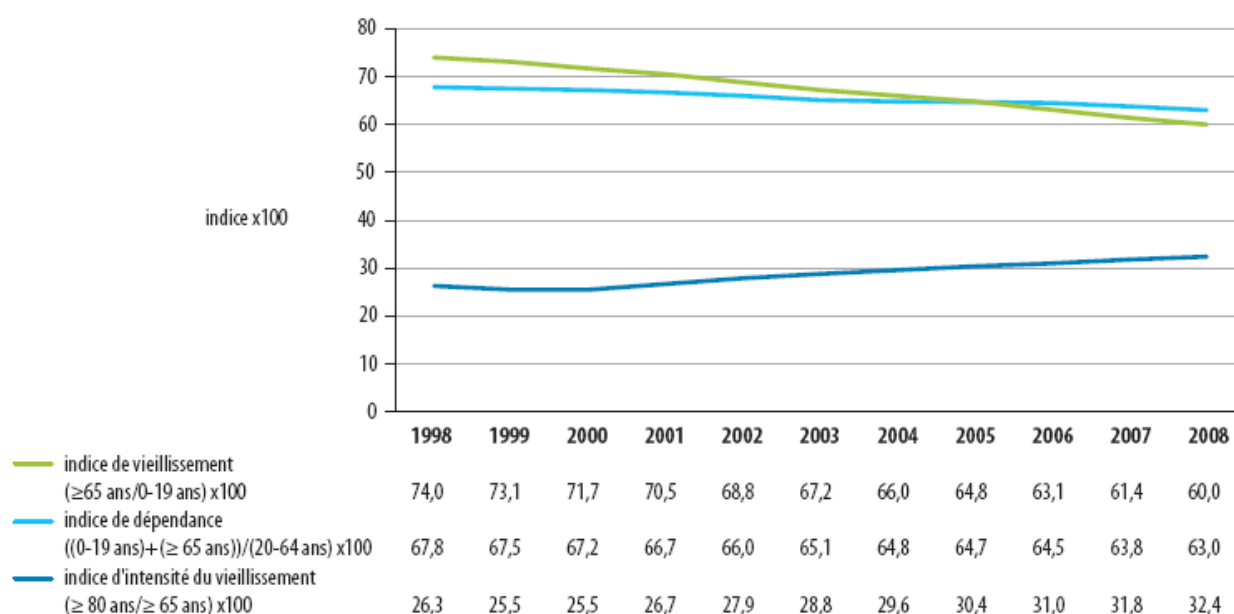


Figure 5-23 : Évolution des indices démographiques, Bruxelles 1998-2008

Source : Direction générale Statistique et Information économique du SPF Économie, Registre national

5.3.1.2 Offre de soins de santé

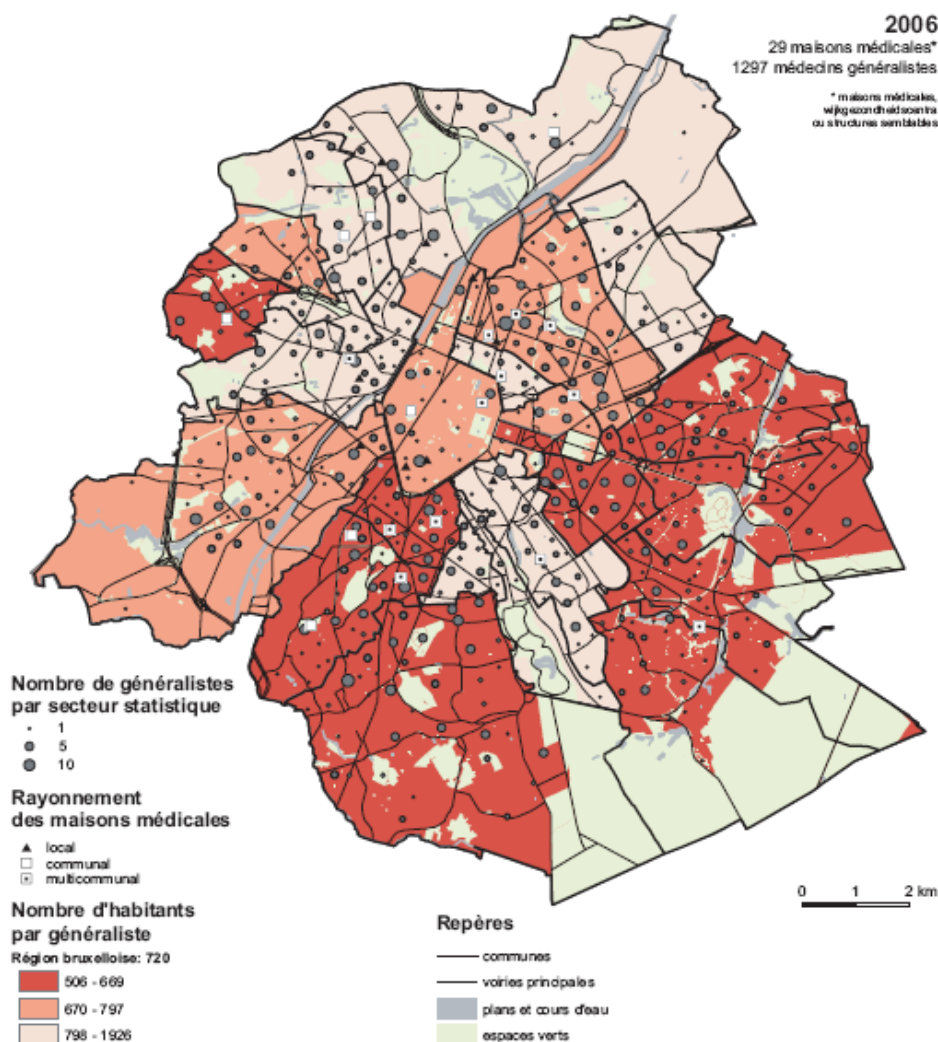
La répartition spatiale des médecins généralistes est assez inégale au sein de la RBC. On observe une densité de médecins plus élevée dans le sud de la Région et à Berchem-Sainte-Agathe.

Si on peut néanmoins penser que cette répartition n'est pas un frein direct à la disponibilité de soins de santé puisque le territoire n'est pas très étendu, il n'en reste pas moins que certaines communes de la Région de Bruxelles-Capitale sont considérées comme des zones de médecine générale à faible densité médicale¹⁶ : Anderlecht, Bruxelles-ville, Evere, Ixelles, Jette, Koekelberg, Molenbeek-Saint-Jean, Saint-Gilles, Saint-Josse et Schaerbeek (Source : Institut National d'Assurance Maladie Invalidité, 2007).

Par ailleurs, on constate un vieillissement des médecins généralistes en RBC (Source : Observatoire de la Santé et du social Bruxelles).

¹⁵ Si la proportion de la population qui a plus de 65 ans en Région de Bruxelles-Capitale diminue, son nombre reste relativement stable (-1.5% entre le 1^{er} janvier 2006 et le 1^{er} janvier 2010, source : SPF Economie - Direction générale Statistique et Information économique - calculs IBSA (MRBC))

¹⁶ Une zone de médecine générale à faible densité médicale correspond soit à une zone de médecine générale avec moins de 90 médecins généralistes pour 100.000 habitants soit à une zone de médecine générale avec moins de 125 habitants / km² et moins de 120 médecins généralistes pour 100.000 habitants (Source : Institut National d'Assurance Maladie Invalidité, 2007)



Carte 5-7: Médecins généralistes actifs en Région bruxelloise en 2007

Source : INAMI, MGbru, CDCS – CMDC, 2007

Du fait de la mise en place depuis 1982 de critères concernant la programmation de l'offre hospitalière définis par le SPF Santé publique, on assiste, pour les trois Régions belges, à une diminution du nombre d'hôpitaux et du nombre de lits.

La RBC attire beaucoup de patients des autres Régions : plus d'un tiers des séjours dans les hôpitaux bruxellois sont le fait de non-Bruxellois du fait principalement de l'offre en soins spécialisés, de la performance de la capacité d'accueil et des services d'urgences.

À titre d'information, on observe une diminution de l'offre de structure d'accueil pour les personnes âgées. En parallèle, trois protocoles d'accord ont été signés entre les autorités concernées (1997, 2003 et 2005) pour permettre à la personne âgée de continuer à résider à son domicile (Source : Tableau de bord de la santé en Région de Bruxelles-Capitale).

	Région bruxelloise					
	1996	2001	2005	2006	2007	2009
Hôpitaux généraux						
Nombre d'hôpitaux	35	22	20	21	21	18
Privé	20	13	11	12	12	10
Public	15	9	9	9	9	8
Nombre de lits	8 249	7 991	8 174	8 161	8 073	7 627
Hôpitaux psychiatriques						
Nombre d'hôpitaux	10	10	10	10	10	9
Privé	9	9	9	9	9	8
Public	1	1	1	1	1	1
Nombre de lits	1 109	1 109	1 040	1 040	1 040	1 040
TOTAL						
Nombre d'hôpitaux	45	32	30	31	31	27
Privé	29	22	20	21	21	18
Public	16	10	10	10	10	9
Nombre de lits	9 358	9 100	9 214	9 201	9 113	8 667

Tableau 5-7: Évolution du nombre d'hôpitaux et du nombre de lits dans les hôpitaux généraux et psychiatriques en Région bruxelloise, 1996-2009 (1^{er} janvier)

Source : SPF santé Public

5.3.2 Dépendance actuelle au climat

Les menaces sanitaires actuelles

5.3.2.1 Vagues de chaleur

Les facteurs qui aggravent le risque de mortalité, notamment en cas de vague de chaleur, sont les suivants :

- Être confiné au lit ;
- Ne pas sortir de chez soi ;
- Ne pas pouvoir se débrouiller seul au quotidien ;
- Ne pas boire suffisamment (sensation de soif diminue chez les personnes âgées) ;
- Être atteint d'une maladie respiratoire, psychiatrique ou cardio-vasculaire.

Les personnes âgées de 65 ans et plus, et particulièrement les personnes âgées de 85 ans et plus sont les personnes les plus à risque ainsi que les enfants de moins de 5 ans. D'autres personnes sont également plus sensibles à la canicule, à savoir les personnes atteintes **d'affections respiratoires, du cœur ou du système nerveux central (Parkinson, Alzheimer, démence)**, **mais également les personnes handicapées, les personnes plus pauvres et les personnes isolées socialement.**

Plusieurs facteurs ou comportements permettent de réduire le risque de mortalité en cas de vagues de chaleur : se rafraîchir (prendre des douches ou des bains supplémentaires, s'hydrater), disposer de pièces fraîches ou rafraîchir son espace de vie (disposer et utiliser des protections solaires, disposer d'un climatiseur, utiliser un ventilateur...), avoir des contacts sociaux,...

Episodes caniculaires de 2003

Au cours de l'été 2003, la surmortalité totale, directe et différée, due aux températures (supérieures à 24 °C) s'est élevée à 1297 et 1258 décès, selon la méthode d'estimation, pour le groupe d'âge 65 ans et plus en Belgique.

[...]L'impact des deux vagues de chaleur sur la mortalité a été différent dans les trois Régions. Chez les personnes âgées de 65 ans et plus, la surmortalité pendant la première vague de chaleur (14 - 20 juillet) a été significativement plus importante en Région de Bruxelles – Capitale (31%) comparativement aux deux autres Régions (21 et 16 % respectivement pour la Région wallonne et la Région flamande). Pendant la seconde vague de chaleur (3 - 17 août), la surmortalité chez les personnes âgées de 65 ans et plus, a été plus importante en Région wallonne (27,7 %) qu'en Région de Bruxelles-Capitale (20,3 %) et en Région flamande (14,4 %).

Source : *La surmortalité en Belgique au cours de l'été 2003, Institut Scientifique de Santé Publique*

5.3.2.2 Vagues de froid

Les personnes les plus fragiles de la société face aux vagues de froid sont notamment les jeunes enfants et les personnes âgées, particulièrement exposés aux risques de santé en cas d'exposition au froid, mais également les personnes les plus faibles sur le plan social telles que, par exemple, les sans-abri.

Par ailleurs, les vagues de froid sont parfois accompagnées de pics de pollution aux particules fines et NOx. En outre, ces mêmes vagues de froid, couplées aux épidémies de grippe fragilisent encore plus les personnes à risques.

5.3.2.3 Pics de pollution aux particules fines (PM10) et aux oxydes d'azote

Les pics de pollution (aussi appelés « smog ») sont caractérisés par une augmentation significative des concentrations de particules fines ou de NOx dans l'air et le dépassement d'un certain seuil. Ils se produisent lorsque l'atmosphère est stable (absence de vent) et à l'occasion d'inversions de température (sol plus froid donc inversion de T°).

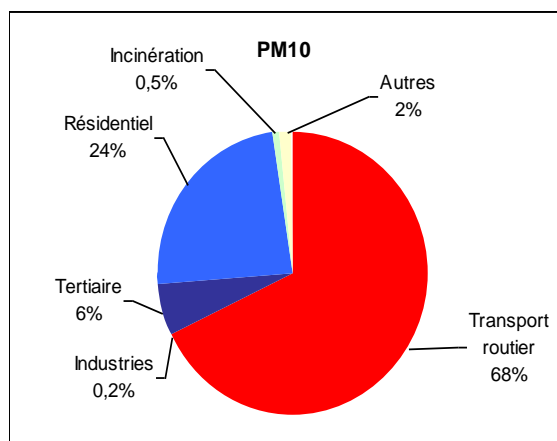


Figure 5-25 : Émissions PM10 en RBC (2008) par secteur d'activité

Source : Bruxelles Environnement – Département plan air, climat et énergie : inventaires 2009

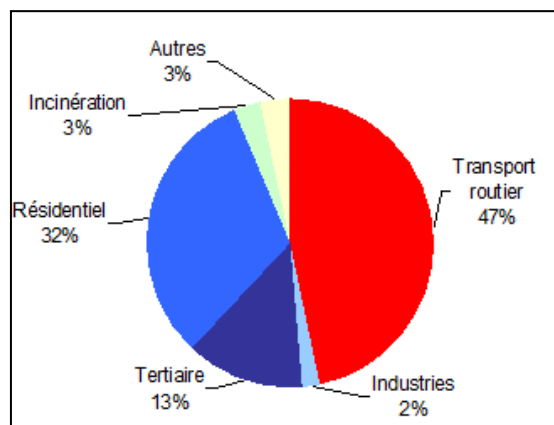
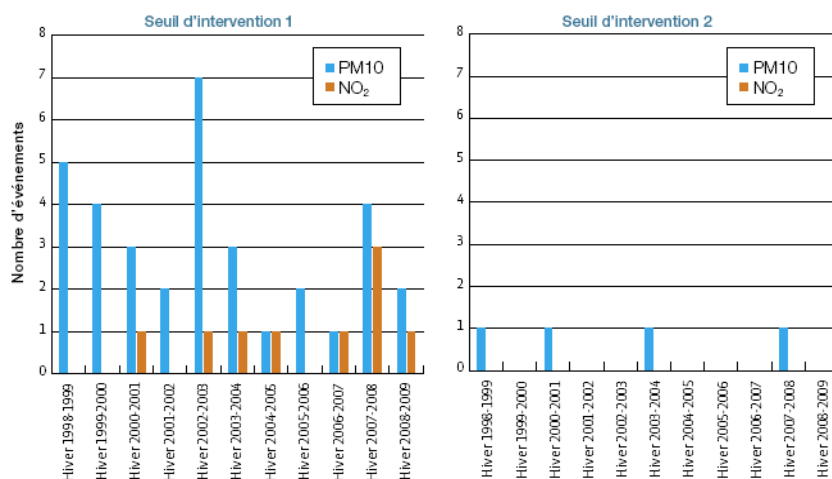


Figure 5-24 : Émissions NOx en RBC (2008) par secteur d'activité

Source : Bruxelles Environnement – Département plan air, climat et énergie : inventaires 2009

En RBC, environ 70% des particules fines sont « importées », c'est-à-dire que la Région est tributaire des particules fines émises à l'extérieur de son territoire. Dans les émissions émises en RBC, 68% sont issues du secteur du transport, dont 90% des seuls véhicules diesel. En ce qui concerne les oxydes d'azote, le transport routier est aussi prédominant (47%) avec une part complémentaire provenant du secteur résidentiel (32%).

OCCURENCE DES PICS DE POLLUTION



Les seuils d'intervention définis dans le « plan d'urgence en cas de pic de pollution » :

- Seuil d'intervention 1 : 71 à 100 µg/m³ PM10 et 151 à 200 µg/m³ NO₂
- Seuil d'intervention 2 : 101 à 200 µg/m³ PM10 et 201 à 400 µg/m³ NO₂
- Seuil d'intervention 3 : > 200 µg/m³ PM10 et > 400 µg/m³ NO₂

Les mesures mises en œuvre lors des pics de pollution sont graduées (fonction du seuil) et s'appliquent au chauffage des bâtiments et au trafic.

SOURCE : BRUXELLES ENVIRONNEMENT, LABORATOIRE DE RECHERCHE EN ENVIRONNEMENT (AIR)

Figure 5-26 : Occurrence des pics de pollution hivernaux

Source : Synthèse de l'Etat de l'environnement 2007-2008, Bruxelles Environnement

L'étude APHEKOM a mis en avant qu'une amélioration de la qualité de l'air permettrait d'augmenter l'espérance de vie des Bruxellois de 7 mois uniquement en réduisant la concentration des PM_{2.5} jusqu'au niveau recommandé par l'OMS (voir ci-dessous).

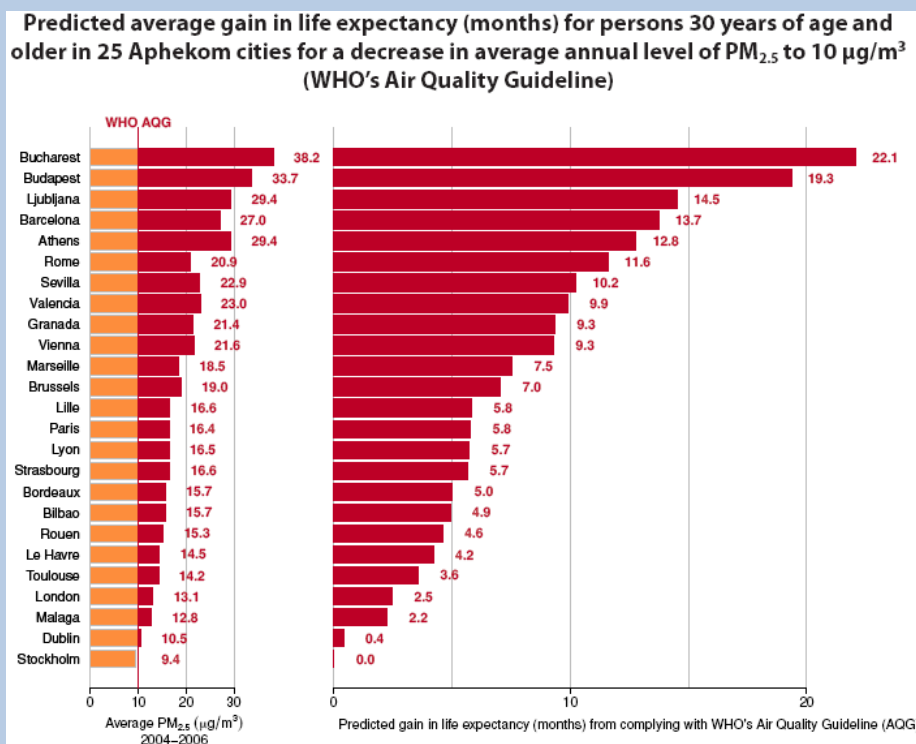


Figure 5-27: Prédiction de gain moyen d'espérance de vie pour les personnes âgées de 30 ans et plus dans 25 villes cibles pour une diminution à 10 µg/m³ des PM_{2.5}

Source : Effets sanitaires et économiques de la pollution urbaine en Europe, 2011 APHEKOM

5.3.2.4 L'ozone

L'ozone (O₃) est un gaz toxique dont les effets de l'ozone varient en fonction de la concentration et des sensibilités individuelles. Selon les lignes directrices de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) en la matière, une concentration de 100 µg/m³ (moyenne sur 8 heures) offre théoriquement une protection suffisante en santé publique mais ne garantit pas l'absence d'effets chez les sujets sensibles. En effet, selon l'OMS, le nombre de décès attribuables à l'O₃ à 100 µg/m³ est de 1 à 2 % supérieur à celui estimé à 70 µg/m³. A partir de 160 µg/m³, des effets importants sont observés, même chez de jeunes adultes en bonne santé.

L'ozone se forme **par photochimie**, principalement de la mi-juin à la mi-août, suite à l'**irradiation** de polluants primaires (dont le dioxyde d'azote NO₂) **par la lumière ultraviolette (UV)**, et ceci en présence d'oxygène : **NO₂ + O₂ + UV <-> O₃ + NO**

Un équilibre dynamique s'installe entre la formation (processus de plusieurs heures) et la destruction de l'ozone (processus d'une à quelques minutes). Cet équilibre est perturbé par la présence de précurseurs d'ozone (NO₂, provenant notamment des véhicules diesel, ou Composés Organiques Volatiles - COV). Certains produits réactionnels comme les COV réagissent en effet avec le monoxyde d'azote (NO) pour l'oxyder en NO₂, ce qui déplacera l'équilibre dynamique en faveur de la production d'ozone.

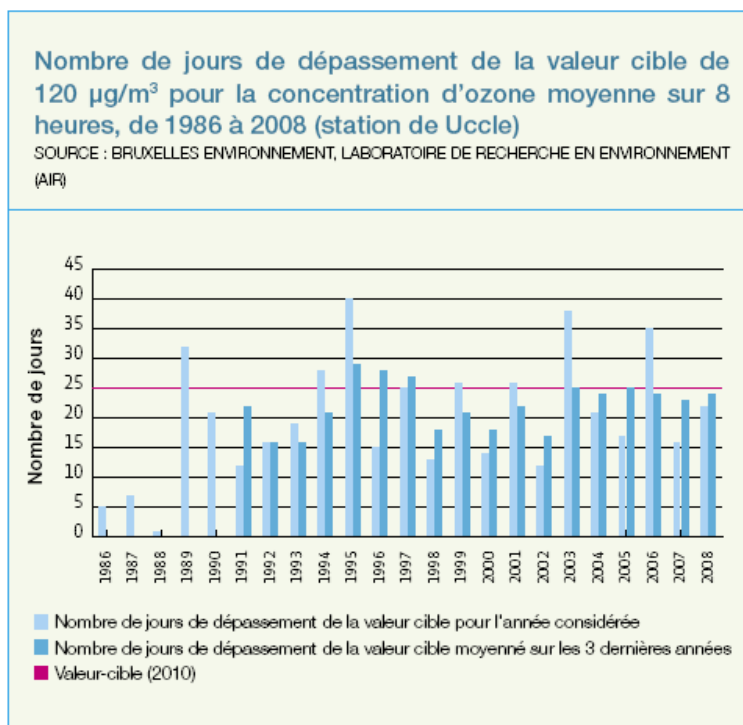


Figure 5-28 : Nombre de jours de dépassement de la valeur cible de 120 µg/m³ pour la concentration d'ozone moyenne sur 8 heures, de 1986 à 2008 (station d'Uccle)

Source : Synthèse de l'Etat de l'environnement 2007-2008, Bruxelles Environnement

5.3.2.5 Maladies infectieuses et maladies à vecteurs

Auparavant, les maladies infectieuses étaient la première cause de mortalité dans la population. Progressivement depuis la fin du XIX^{ème} siècle, dans l'ensemble des pays industrialisés, les maladies cardiovasculaires, les cancers et le diabète ont pris une importance considérable. Néanmoins, les maladies infectieuses continuent à faire l'objet d'une surveillance attentive au niveau de la santé publique.

Par ailleurs, les maladies à vecteur sont répandues dans les zones tropicales et subtropicales et sont relativement rares dans les zones tempérées, bien que le changement climatique puisse créer des conditions appropriées pour l'apparition de maladies dans les régions tempérées. Le cas des maladies dont le vecteur est déjà présent dans nos milieux tempérés est le plus préoccupant :

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Tendance ¹⁷
Maladie de Lyme	29	18	28	31	61	47	66	28	85	70	64	
Plasmodium	61	64	69	54	56	75	61	49	57	33	59	=
Influenza A	/	/	/	/	128	222	364	518	277	1618 ¹⁸	33	
Influenza B	/	/	/	/	2	79	52	26	177	83	68	
Hantavirus	2	7	2	3	2	9	7	10	51	34	21	
Lesptospira	/	15	10	8	8	12	16	8	5	8	7	=
Dengue¹⁹	/	/	49	26	23	29	39	49	60	53	129	
Leishmania²⁰	/	/	/	10	12	11	8	11	11	12	14	=

Tableau 5-8 : Nombre de cas de malades infectés par des maladies à vecteur, zoonoses et autres maladies déclarés en Région de Bruxelles-Capitale²¹ par les laboratoires vigies depuis 2000

Source : Surveillance des Maladies Infectieuses par un Réseau de Laboratoires de Microbiologie 2010 - Tendances Épidémiologiques 1983 – 2009 Institut Scientifique de Santé Publique, DO Santé publique et Surveillance 2011 - Rapport : D/2011/2505/21

5.3.2.6 Maladies respiratoires

L'Institut scientifique de santé Publique (ISP) a étudié la relation entre la température et la date de début de pollinisation du bouleau, un arbre à pollen allergisant particulièrement important pour les allergiques dans le nord-ouest de l'Europe climatique. Ils ont constaté à Bruxelles un réchauffement printanier associé à des débuts de pollinisation plus précoces et ainsi une exposition plus importante aux allergènes.

Le lien entre les maladies respiratoires chroniques et la pollution (pollution extérieure, urbaine et industrielle, mais aussi intérieure) a été signalé par plusieurs études²², mais le nombre de facteurs qui interagissent (ex : tabagisme) en rend l'analyse complexe.

¹⁷ Ces tendances s'expliquent par de multiples facteurs : exposition plus importante des populations, déplacement plus important des populations et conditions climatiques plus favorables.

¹⁸ L'épidémie d'Influenza A(H1N1)2009 observée en automne 2009

¹⁹ En 2010, 97% des cas de dengue sont dus à une infection durant un voyage (Amérique latine, Afrique, Asie) même tendance les années précédentes.

²⁰ En 2010, 6 patients ont été infectés après un voyage en Amérique du Sud

²¹ La Lesptospira, la Dengue et la Leishmania ont recensé uniquement au niveau de la Belgique et non de la RBC

²² Le Fond des Affections Respiratoires (FARES) indique qu'une composante allergique est retrouvée dans 70 à 80% des cas et dans 95% des cas lorsqu'il s'agit d'enfants.

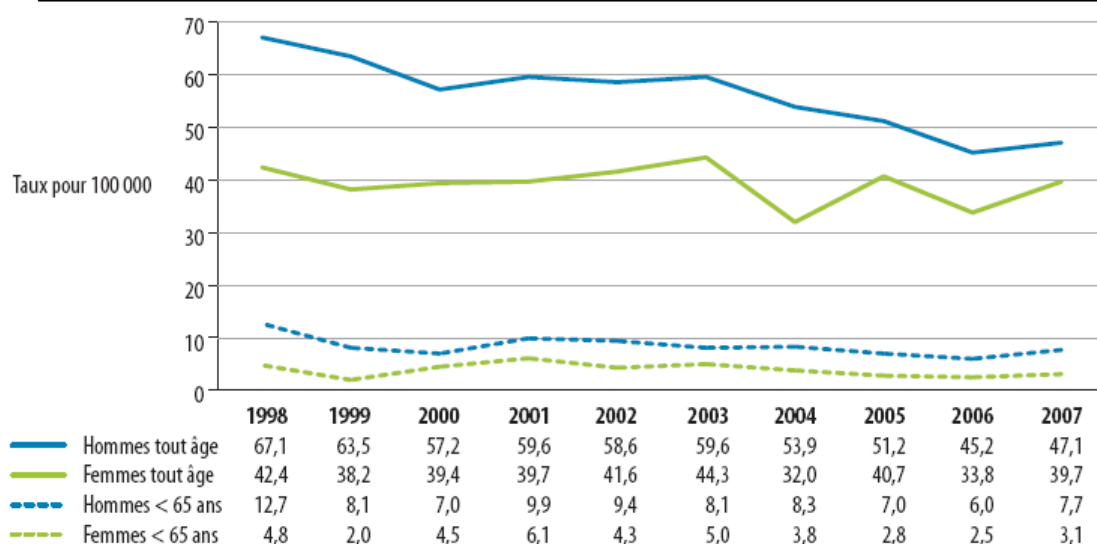


Figure 5-29: Évolution du taux brut de mortalité par maladie respiratoire chronique, Bruxelles, 1998-2007

Source : Bulletins statistiques de décès, Observatoire de la Santé et du Social

Plus d'un Bruxellois sur vingt déclare souffrir d'asthme ; pour les hommes adultes, cette proportion est plus élevée dans les grandes villes que dans les autres zones du pays.

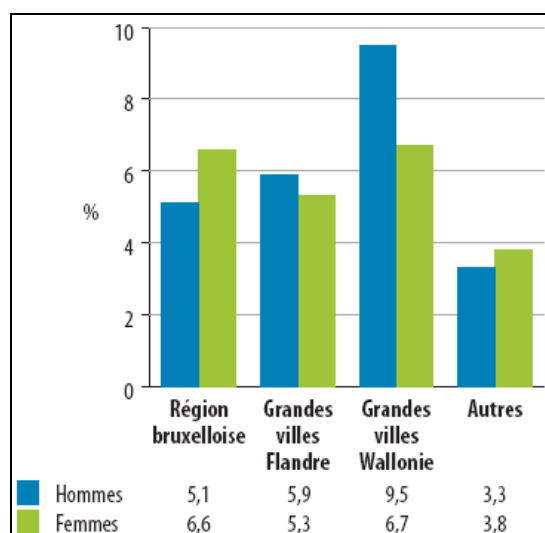


Figure 5-30: Proportion de personnes déclarant souffrir d'asthme au cours de l'année écoulée, 2004

Source : ISP, Enquête nationale de santé, 2004

5.3.2.7 Précarité : une partie de la population bruxelloise en situation de précarité

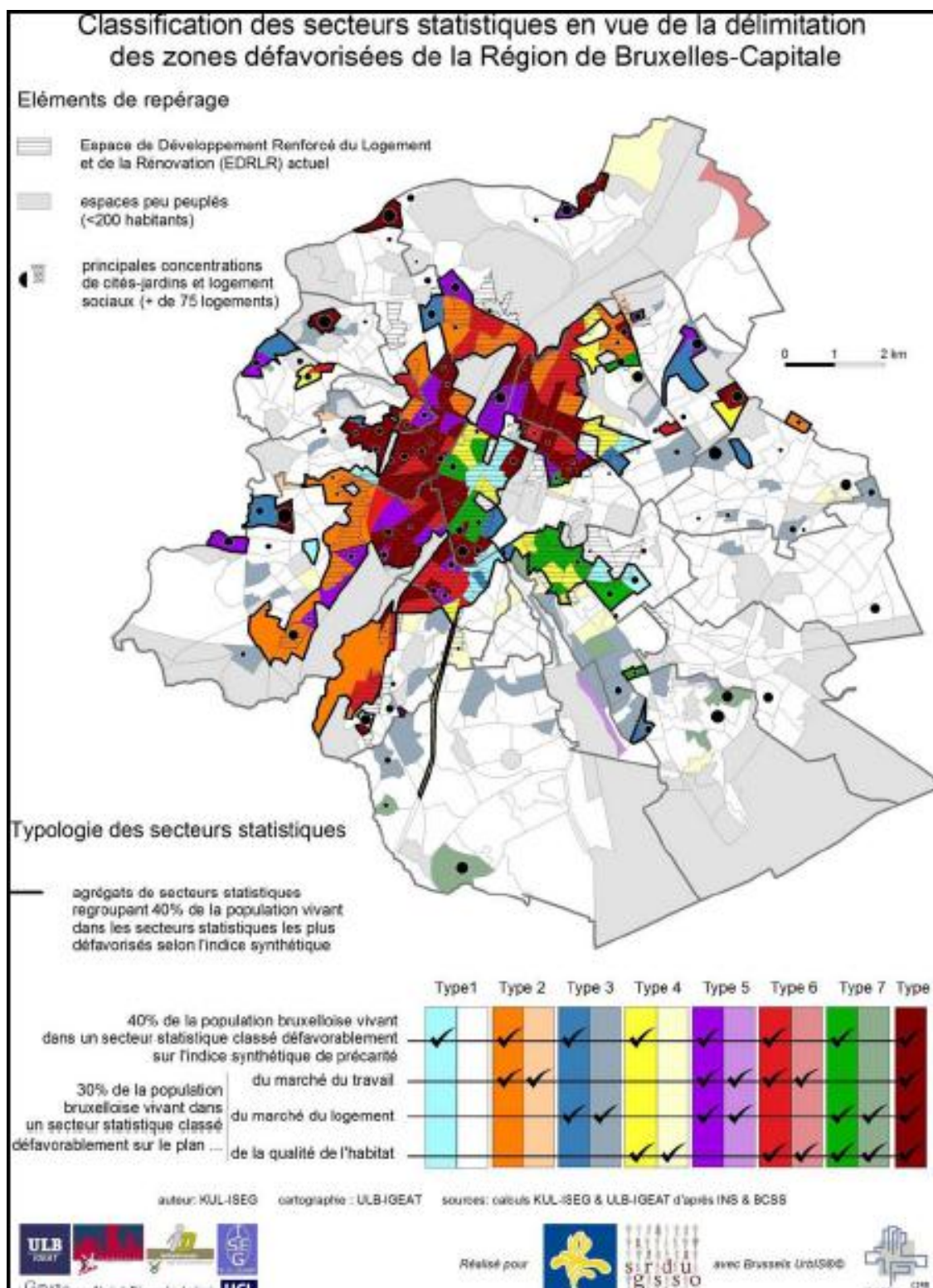
Il faut noter que plus d'un Bruxellois sur quatre vit sous le seuil de risque de pauvreté²³ (Source : Tableau de bord de la santé en Région bruxelloise 2010, Observatoire de la santé et du social), et le nombre de bénéficiaires d'un revenu d'intégration sociale ne cesse d'augmenter. Cela

²³**Seuil de risque de pauvreté** : c'est le seuil de revenus fixé à 60 % du revenu médian disponible au niveau individuel. Le revenu individuel est calculé à partir du revenu familial disponible, en tenant compte du nombre d'adultes et d'enfants dans le ménage. Un deuxième adulte dans un ménage compte pour 0,5 unité, un enfant pour 0,3.

Chapitre 5 : Les vulnérabilités de la Région de Bruxelles-Capitale au CC

constitue un risque important vis-à-vis de la santé puisque ces populations précarisées vont avoir tendance à moins bien se soigner et à vivre dans des logements de mauvaise qualité et insuffisamment chauffés. Par ailleurs, leur capacité d'adaptation est plus limitée.

Comme le présente la carte ci-dessous, les zones défavorisées au sein de la Région de Bruxelles-Capitale sont principalement concentrées sur une certaine partie du territoire.



Carte 5-8: Classification des secteurs statistiques en vue de la délimitation des zones défavorisées de la Région de Bruxelles-Capitale

Source : Conception d'un monitoring des quartiers couvrant l'ensemble du territoire de la région de Bruxelles-capitale, 2008

5.3.3 Les paramètres climatiques en lien avec la thématique

Les paramètres climatiques qui rentrent en ligne de compte pour la santé sont principalement :

- La température :
 - La température moyenne ;
 - Les vagues de chaleur ;
 - Les vagues de froid.
- La situation anticyclonique et la direction des vents dominants (en relation avec la pollution atmosphérique).

5.3.4 Les vulnérabilités futures

Principes méthodologiques

Au regard de l'analyse de la dépendance actuelle au climat, il s'agit à présent de confronter les enjeux identifiés précédemment à l'évolution attendue des paramètres climatiques pertinents pour déterminer le degré de vulnérabilité future de la RBC au CC. Il est alors nécessaire de présenter l'évolution des indicateurs et le degré d'incertitude qui entoure les résultats : par exemple, si les différentes projections sont concordantes et significatives sur un paramètre, le signal est alors plutôt robuste. A contrario, si les projections sont contradictoires, le signal est absent et on ne peut alors tirer de conclusion quant à l'évolution du paramètre et par voie de conséquence quant à l'évolution du risque en question. Outre, l'analyse des paramètres climatiques, il faut aussi rendre compte des répercussions pour le territoire et évaluer la prise en charge actuelle ou potentielle des risques pour déterminer la vulnérabilité. La prise en charge est présentée sous forme de tableau de la manière à faire ressortir : l'organisation des compétences et le niveau de sensibilité des acteurs, les plans/services/outils existants identifiés, le niveau de prise en charge des vulnérabilités au CC.

L'ensemble de l'analyse est ensuite restituée de manière synthétique dans la partie transversale en donnant d'une part : **une vision figée des vulnérabilités par thématique à l'horizon 2050** et d'autre part une **vision évolutive aux différents horizons donnés**, selon la projection de référence.

Les effets du changement climatique sur la santé seront inévitablement moins marqués en Belgique que dans les pays en voie de développement.

Quand bien même ces impacts seront à nuancer ou paraîtront parfois secondaires au regard des autres causes pouvant contribuer aux mêmes problèmes de santé ou au regard des impacts attendus sur des populations beaucoup plus vulnérables (comme dans certains pays en voie de développement), il n'en demeure pas moins qu'il ne faut pas non plus les sous-estimer.

Le changement climatique peut exercer à divers degrés des pressions supplémentaires sur les individus, comme le montre la figure ci-après.

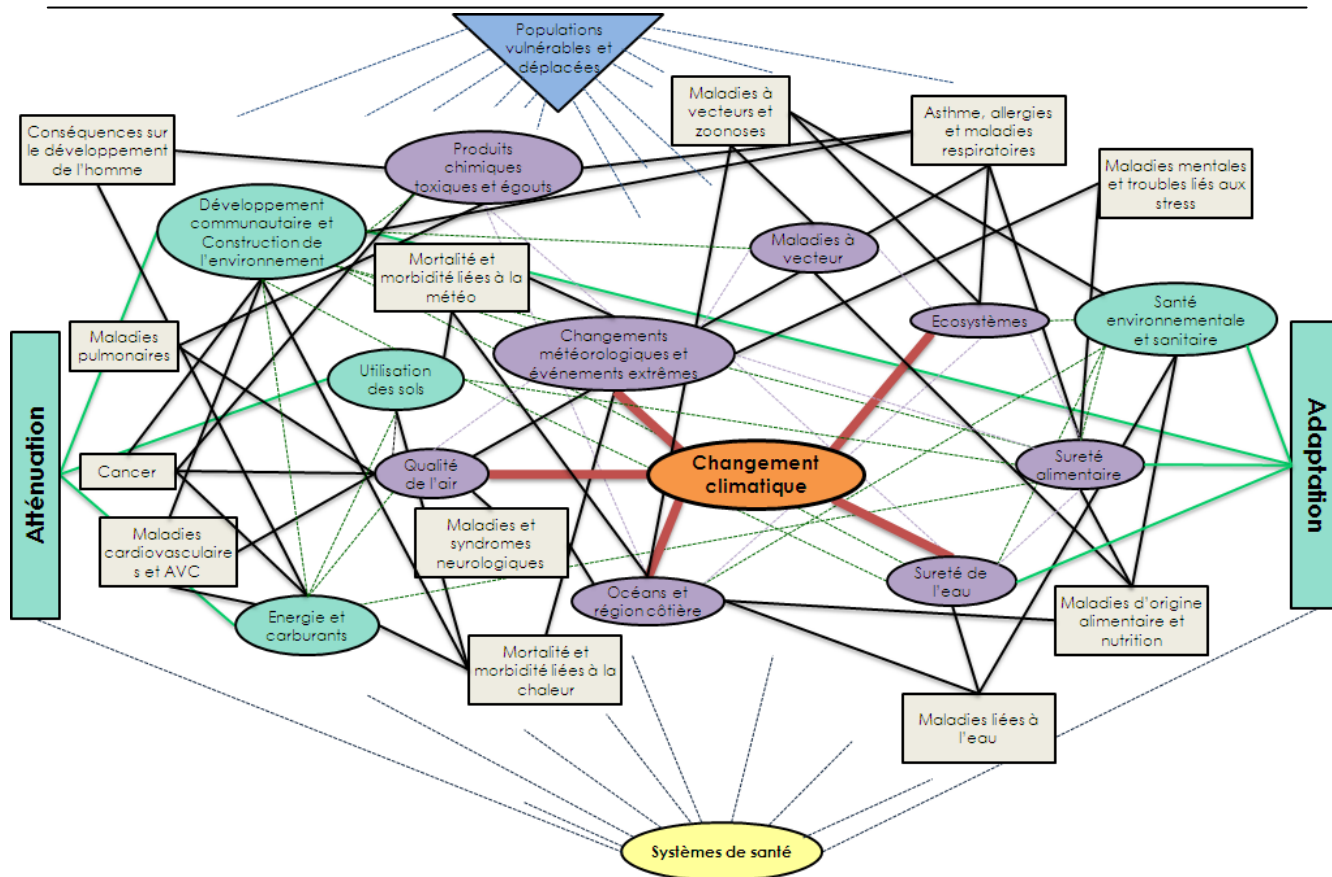


Figure 5-31 : Liens entre le changement climatique et la santé

Source: Schéma du rapport Environmental Health Perspectives and the National Institute of Environmental Health Sciences, U.S. government, 2010

« Le changement climatique a des impacts directs sur 5 aspects de l'environnement humain (lignes rouges, cercles mauves) qui entraînent à leur tour des facteurs environnementaux additionnels. Ces changements environnementaux affectent ensuite 12 aspects séparés de la santé humaine (rectangles). L'atténuation et l'adaptation affectent l'environnement de l'homme dans le but de faire face au changement climatique et, de cette façon, cela affecte la santé de l'être humain. Finalement, les populations susceptibles existent pour tous les points de santé ciblés par le climat, et les systèmes de santé jouent un rôle intégral en adressant les préoccupations concernant la santé induits par le changement climatique ».

5.3.4.1 Conséquences des hausses des températures et des vagues de chaleurs

Une amélioration du confort thermique limitée dans le temps ?

L'ensemble des projections convergent vers une hausse des températures moyennes, minimales et maximales à tous les horizons. Concernant les extrêmes de températures, il convient de relever que certains modèles pessimistes affichent une augmentation moyenne des températures pouvant aller jusqu'à +8,9°C au mois d'août à l'horizon 2085 (tous SRES confondus). L'évolution projetée du nombre de jours de vagues de chaleur est certes très incertaine mais l'ensemble des projections s'accorde tout de même sur une tendance à l'augmentation dès l'horizon 2050. Selon la projection sèche, cette élévation pourrait atteindre + 18 jours à cet horizon et jusqu'à +28 jours à l'horizon 2085.

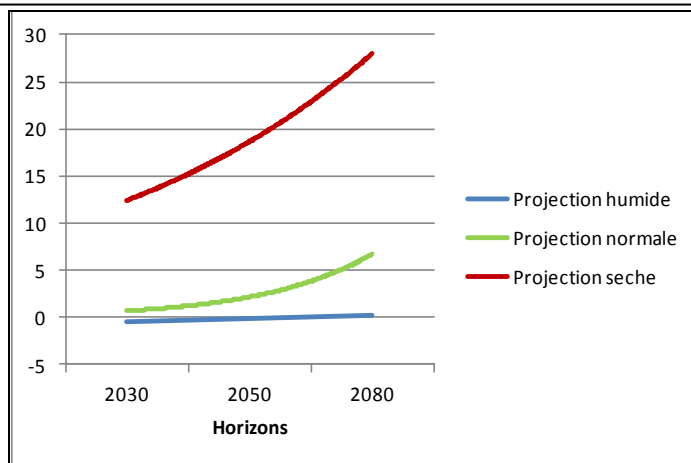


Figure 5-32 : Evolution du nombre de jours de vagues de chaleur en été (en jours)

Source : Données extraites pour la sous-région limoneuse de l'étude « adaptation au changement climatique en Région Wallonne » selon les projections « Ensembles » (groupement Ecores - Tec, 2011)

Si l'augmentation moyenne des températures pourrait sensiblement améliorer le confort thermique des populations et le cadre de vie à un horizon de court terme **en toutes saisons, l'élévation de la fréquence ou de l'intensité des vagues de chaleur** pourrait induire des effets de seuils et avoir pour principale conséquence d'augmenter la mortalité et la morbidité en période estivale auprès des publics particulièrement vulnérables (personnes âgées, enfants en bas âge, personnes isolées socialement ou accomplissant des efforts intenses).

Aussi, l'impact réel d'une élévation de la fréquence ou de l'intensité des vagues de chaleur sur la santé dépendra de l'état de santé initial des populations ainsi que de leur capacité d'adaptation, dépendant de la mise en place de comportements individuels responsables mais aussi de leviers collectifs efficaces (solidarités, adaptation du bâti, offre de soins, accessibilité aux zones refuge etc.). En l'occurrence, il convient d'accorder **une attention plus particulière aux populations vulnérables, principalement regroupées dans les centres-villes** dont le parc du logement peut être de moins bonne qualité et dont l'accès aux zones refuges (espaces verts etc.) est moins aisé que pour les populations situées en périphérie des centres.

Organisation des compétences / sensibilité des acteurs	Législation / plans /services/outils existants	Niveau de prise en charge des vulnérabilités futures
	<p>ENERGIE : Maison de l'énergie - Primes énergie - Primes rénovations</p> <p>SOCIAL : Quartiers durables et contrats de quartier ;</p> <p>PLAN efficacité énergétique (NEEAP2)</p>	<p>Toutes ces mesures permettent de réduire les consommations énergétiques mais aussi d'améliorer la rénovation des logements, répondant à l'enjeu de santé publique mis en évidence ci-dessus. Les primes énergie et le prêt vert social sont rendues plus favorables aux bas revenus, c'est très important de le citer car ça leur permet de s'adapter et d'adapter leur logement de façon adéquate.</p> <p>Quartier durables et contrats de quartier : à destination entre autres des populations précarisées.</p>
Région	<p>Plan fédéral « vagues de chaleur et pics d'ozone »</p>	<p>Constat d'accroissement de risques de vagues de chaleur et de pics d'ozones dus au CC. Plan d'urgence qui n'a pas vocation à faire entrer de la planification de long terme.</p>
	<p>Prêts verts sociaux visant la rénovation énergétique</p>	<p>Ce mécanisme n'a pas permis la mise en œuvre d'un grand nombre de chantier. Un nouveau mécanisme est donc à envisager.</p>

Chapitre 5 : Les vulnérabilités de la Région de Bruxelles-Capitale au CC

<p>Règlementation PEB (performance énergétique des bâtiments)</p>	<p>Passif pour toutes les nouvelles constructions à partir de 2015 (2011 pour les pouvoirs publics) ; standard basse énergie dans les rénovations lourdes.</p> <p>Logements sociaux construits le sont désormais selon un standard « passif ».</p>
<p>Programme P.L.A.G.E (Plan Local d'Actions pour la Gestion Énergétique)</p>	<p>Le programme PLAGE a en effet été développé afin de proposer aux gestionnaires une méthode de gestion proactive en matière d'énergie pour leurs bâtiments. Il permet de leur apprendre les bons réflexes, les mesures à prendre et les comportements proactifs à adopter en matière de gestion de l'énergie.</p> <p>Cinq appels à candidatures ont permis d'engager un grand nombre d'acteurs territoriaux (communes, hôpitaux, gestionnaires de logements, enseignement, SISP).</p>
<p>Solidarités et offre de soin</p>	<p>Service à domicile très développé et rôle joué par les communes et CPAS particulièrement important. Le maintien de l'action sociale à domicile constitue un enjeu majeur notamment dans la lutte contre l'isolement.</p> <p>Les hôpitaux et leur système d'urgence sont aujourd'hui bien adaptés pour des épisodes de gestion de crise (canicule / vague de froid).</p>

Tableau 5-9 : Prise en charge actuelle des vulnérabilités relatives au risque « hausse des températures et vagues de chaleurs »

5.3.4.2 Conséquences sur la santé de la diminution des vagues de froid

L'augmentation des températures limite les risques liés aux épisodes de grand froid

On observe sur le territoire de la RBC une tendance nette à l'augmentation des températures moyennes, minimales et maximales, selon toutes les projections, particulièrement significative en hiver. Ces dernières s'accordent sur une élévation comprise entre +0,7 et 2,1°C en 2030, +1,5 et +2,5°C en 2050, +1,9 et 5,4°C en 2085 (tous SRES confondus pour ce dernière horizon).

On observe par ailleurs une tendance significative à la baisse du nombre de jours de gel selon tous les modèles et horizons temporels avec une faible incertitude qui se réduit à l'horizon 2080 (entre - 21 et - 23 jours).

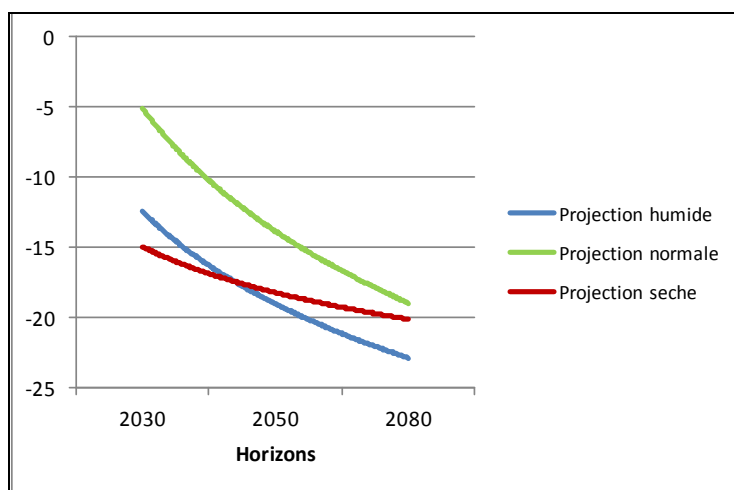


Figure 5-33 : Évolution du nombre de jours de gel en hiver (en jours)

Source : Données extraites pour la sous-région limoneuse de l'étude « adaptation au

Chapitre 5 : Les vulnérabilités de la Région de Bruxelles-Capitale au CC

changement climatique en Région wallonne » selon les projections « Ensembles »
(groupement Ecores - Tec, 2011)

Si les tendances à venir relatives au nombre annuel de vagues de froid ne sont pas disponibles, on remarque toutefois que l'analyse des séries historiques sur la station d'Uccle depuis 1901 montre une diminution de la fréquence des vagues de froid (Institut Royal Météorologique, 2008).

Les épisodes de grand froid hivernal devraient donc être moins préoccupants à l'avenir et l'ensemble de leurs conséquences moins marquées sur les populations.

Organisation des compétences / sensibilité des acteurs	Législation / plans /services/outils existants	Niveau de prise en charge des vulnérabilités futures
Fédéral Région	Plan « grand froid »	Bonne prise en charge actuelle. Nécessite le maintien d'une certaine vigilance en raison de la persistance des vagues de froid, du moins dans un horizon de court terme.
	Marché du gaz et de l'électricité en Région de Bruxelles-Capitale	Les ordonnances relatives à l'organisation du marché du gaz et de l'électricité adopté le 20/07/2011 prévoit des mesures sociales pour les personnes en situation de retard ou d'impossibilité de paiement.
	Programme P.L.A.G.E (Plans Locaux d'Actions pour la Gestion Energétique) Règlementation PEB (performance énergétique des bâtiments) Quartiers durables et contrats de quartier Aide aux personnes (sans -abris)	Toutes les mesures d'amélioration de la PEB permettent d'éviter de souffrir des vagues de froid dans les logements. Elles doivent être mentionnées Le programme PLAGE a en effet été développé afin de proposer aux gestionnaires une méthode de gestion proactive en matière d'énergie pour leurs bâtiments. Il permet de leur apprendre les bons réflexes, les mesures à prendre et les comportements proactifs à adopter en matière de gestion de l'énergie. Cinq appels à candidatures ont permis d'engager un grand nombre d'acteurs territoriaux (communes, hôpitaux, gestionnaires de logements, enseignement, SISP).

Tableau 5-10 : Prise en charge actuelle des vulnérabilités relatives au risque « vagues de froid »

5.3.4.3 Vers une aggravation des risques liés à la qualité de l'air en été et une diminution des risques en hiver ?

Les phénomènes de pollution atmosphériques sont issus de la conjonction de plusieurs facteurs interdépendants : présence de polluants et météo (température, vent, position anticyclonique, pluie). Ces facteurs influencent de manière favorable ou défavorable la qualité de l'air en concentrant ou en dispersant les polluants.

L'ensemble des projections indique une élévation généralisée des températures moyennes, minimales et maximales. En ce qui concerne les températures estivales, certains scénarios

extrêmes font état de pic pouvant aller jusqu'à +8,9°C au mois d'août. Les vagues de chaleur devraient par ailleurs s'accroître à cette même période.

L'augmentation des températures devraient dès lors augmenter les phénomènes de pollution à l'ozone déjà observés en période estivale, et probablement diminuer les phénomènes d'inversion thermique hivernaux favorisés par des températures basses.

Toutefois, des incertitudes demeurent aussi sur nombre de paramètres. **La position anticyclonique** est notamment intéressante car elle favorise une forte subsidence et donc une moindre dispersion verticale des polluants. En l'occurrence, les données manquent actuellement pour projeter l'évolution de ce paramètre à différents horizons temporels.

Les précipitations sont généralement associées à une atmosphère instable : elles permettent une meilleure captation des particules qui se retrouvent précipitées au sol et donc une moindre pollution de l'air. En l'occurrence, nos projections montrent une tendance à l'augmentation des précipitations en période hivernale et une baisse en période estivale. Cela tend à confirmer la tendance à la création de conditions propices aux renforcements des pics de pollution estivaux et à la diminution des pics hivernaux.

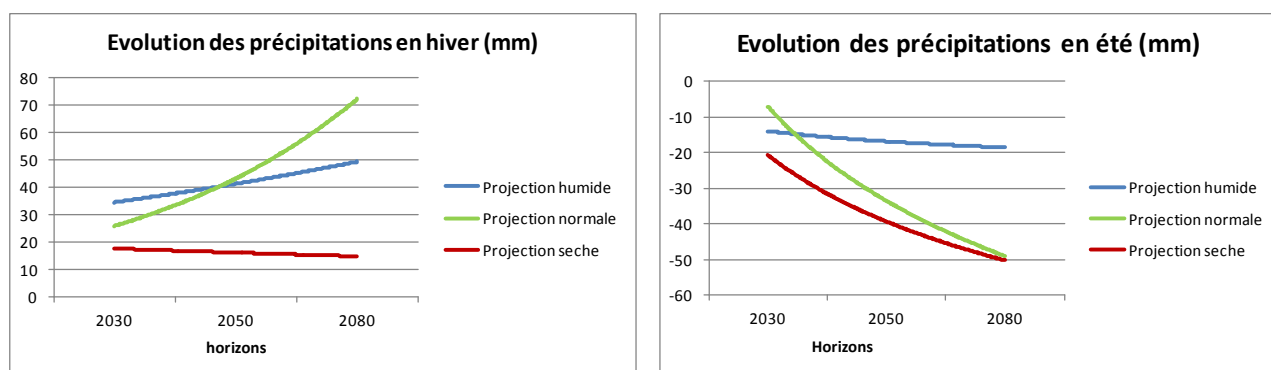


Figure 5-34 : Evolution des précipitations saisonnières (en mm)

Source : Données extraites pour la sous-région limoneuse de l'étude « adaptation au changement climatique en Région wallonne » selon les projections « Ensembles » (groupement Ecores - Tec, 2011)

Toutefois, des incertitudes demeurent notamment sur l'évolution du nombre de jours de pluies en période hivernale. Il n'est pas possible de dégager un signal quant à la hausse ou à la baisse. Il convient donc d'être prudent quant à l'interprétation des résultats, en ce qui concerne la formation des pics de pollution.

Concernant les projections des vents, facteur propice à la dispersion des polluants, à des horizons 2030, 2050 et 2080, seuls des projections de **vents moyens** existent sur la région de Bruxelles-Capitale et ne montre aucune tendance aux horizons 2030 et 2050 et une légère augmentation hivernale à l'horizon 2085 (10 à 20% d'augmentation en hiver). Cette augmentation serait favorable à **une moindre intensité du phénomène d'inversion thermique hivernal**.

En conclusion, si les pics de pollution hivernaux pourraient diminuer, **il est par contre raisonnable d'estimer que les pics de pollution à l'ozone en saison estivale devraient augmenter** ainsi que leurs conséquences sur la santé humaine en termes de mortalité et de morbidité (essoufflement, irritation oculaire ou de la gorge, maux de tête etc.).

Cet impact dépendra des mesures structurelles mises en place par la Région en matière de qualité de l'air, notamment **la question cruciale de la mobilité et des transports, les gaz d'échappement étant émetteurs de précurseurs d'ozone**.

Chapitre 5 : Les vulnérabilités de la Région de Bruxelles-Capitale au CC

Organisation des compétences / sensibilité des acteurs	Législation / plans /services/outils existants	Niveau de prise en charge des vulnérabilités futures
Région	Ordonnance permis d'environnement et arrêtés liés	Réduction des émissions de précurseurs d'ozone (COV, solvants, etc.) : Via la réglementation relative aux permis d'environnement (ordonnance et arrêtés), la RBC a permis de réduire significativement les émissions de sources ponctuelles telles les incinérateurs (déchets et hospitaliers), les stations-services, les secteurs de l'imprimerie, de la carrosserie et de la peinture.
	PLAN IRIS 2 (2010)	Objectif de réduction du trafic de 20% d'ici 2018
	Plan fédéral « vagues de chaleur et pics d'ozone »	Constat d'accroissement de risques de vagues de chaleur et de pics d'ozones dus au CC.
	Plans de déplacements Arrêté flottes publiques	Règles mises en place afin de favoriser le transfert modal vers la mobilité douce, qui n'émet pas de précurseurs d'ozone. Règlemente les flottes publiques pour les rendre moins émettrices.
	Plan d'urgence en cas de pics de pollution	Il comprend un plan d'action comprenant une procédure d'information et de mise en œuvre de mesures d'urgence pendant la période hivernale (novembre à mars). Il prévoit trois seuils d'intervention et trois types de mesures, selon les concentrations croissantes de polluants dans l'atmosphère : limitation de vitesse, système de plaques alternées, voire interdiction totale de la circulation. Ce plan a vocation de plan d'urgence et non de mise en place de mesures structurelles.
	PLAN efficacité énergétique (NEEAP2)	Prévoit entre autres des mesures relatives aux émissions du transport
	Code bruxellois de l'air, du climat et de la maîtrise de l'énergie	Ordonnance-cadre en cours d'adoption. Prévoit des mesures relatives à l'air, au climat et à la maîtrise de l'énergie, en rappelant l'exemplarité des pouvoirs publics.

Tableau 5-11 : Prise en charge actuelle des vulnérabilités relatives au risque « qualité de l'air »

5.3.4.4 Un point de vigilance : l'évolution des maladies infectieuses

L'impact du changement climatique sur une éventuelle recrudescence des maladies infectieuses est difficile à quantifier en raison de multiples facteurs qui interagissent entre eux. La forte spécificité de la région bruxelloise (population jeune, forte migration de populations) **pourrait toutefois favoriser les migrations de vecteurs**, les maladies infectieuses importées dont les germes pathogènes trouveraient de nouvelles conditions favorables à leur installation.

Le changement climatique, de par les modifications de températures, de précipitations et d'humidité influence ou peut faciliter :

- La modification des aires de distribution des vecteurs et des foyers de maladies;
- L'augmentation de la période d'activité et la densité des vecteurs ;
- La longévité des vecteurs (si augmentation de l'humidité et des températures ; la sécheresse diminuerait en revanche sa longévité) et la persistance de vecteurs infectés ;
- La possibilité d'installation d'espèces invasives comme le cas de l'*Aedes japonicus*

Chapitre 5 : Les vulnérabilités de la Région de Bruxelles-Capitale au CC

observé dans la région de Namur depuis 2003 et vecteur du virus du Nil notamment etc.

Le réchauffement global des températures montré par les projections pourrait contribuer à favoriser l'installation pérenne et le développement des vecteurs dans nos milieux tempérés. Par exemple, **l'augmentation observée du nombre de tiques, vecteurs de maladies (maladie de Lyme, encéphalite à tique, fièvre Q etc.), est corrélée avec une augmentation des températures minimales.** La hausse des températures hivernales pourrait à l'avenir favoriser sa survie. A contrario, de trop fortes chaleurs pourraient diminuer son activité en période estivale. Cela suggère à court et moyen terme des conditions favorables à l'extension de leur aire de répartition et l'augmentation de leur période d'activité.

En ce qui concerne les **moustiques vecteurs de maladies tels que le chikungunya, la malaria, la dengue, le west Nile virus**, ceux-ci sont sensibles à la chaleur et à l'humidité, préférant des températures entre 15 et 30°C et une humidité relativement élevée. La diminution des précipitations estivales pourraient favoriser une moindre humidité. Toutefois, leur prolifération dépend grandement de la gestion des eaux (petits réservoirs, étangs, eaux stagnante etc.). Il existe donc une forte incertitude quant au devenir de ces vecteurs. **Néanmoins, en raison des conditions favorables à la migration des vecteurs et leur prolifération (zones humides etc.) en Région de Bruxelles-Capitale, l'évolution des maladies infectieuses constitue un point de vigilance.**

Organisation des compétences / sensibilité des acteurs	Législation / plans /services/outils existants	Niveau de prise en charge des vulnérabilités futures
Fédéral en grande majorité Région	Plan national action santé	Constat de l'influence des CC sur l'accroissement des maladies infectieuses et la prolifération de leurs vecteurs mais pas de mesures concrètes de lutte. Les maladies transmises par vecteurs présentes en Europe et dont l'incidence peut être influencée par les changements climatiques comprennent la malaria, la leishmaniose, l'encéphalite à tiques, la maladie de Lyme et la dengue.
<i>Point d'attention particulier au regard du CC</i>	Suivi épidémiologique par plusieurs organismes : <ul style="list-style-type: none"> • Centre d'Étude et de Recherches Vétérinaires et Agrochimiques CODA-CERVA, établissement scientifique fédéral • Institut scientifique de santé publique 	le CODA-CERVA développe actuellement une stratégie de rapportage national en ligne de problématiques sanitaires nouvelles (maladies (ré)émergentes) en collaboration avec l'AFSCA, les centres de dépistage régionaux et les facultés universitaires concernées. L'institut scientifique de santé publique a pour mission e.a. la détection, l'identification précoce et rapide, la surveillance microbiologique des pathogènes transmissibles et infectieux existants ou (ré)-émergents, ainsi que leur prévention et traitement.

Tableau 5-12 : Prise en charge actuelle des vulnérabilités relatives au risque « maladies infectieuses »

5.3.4.5 Une évolution incertaine des maladies allergènes

Le lien entre climat et maladies allergènes est indirect et doit être étudié avec précaution. Ces maladies ont en effet des causes multifactorielles qui dépendent non seulement des conditions naturelles (relief, végétation, climat) mais aussi de facteurs socioéconomiques (option d'aménagement, populations vulnérables etc.).

Des hivers doux et humides peuvent favoriser un démarrage plus précoce et une plus longue durée de la saison pollinique liée à la floraison des végétaux. D'autres facteurs entrent en jeu

**L'adaptation au changement climatique en Région de Bruxelles-Capitale :
élaboration d'une étude préalable à la rédaction d'un plan régional d'adaptation
Rapport final - © FACTOR X – ECORES - TEC-, 2012**

Chapitre 5 : Les vulnérabilités de la Région de Bruxelles-Capitale au CC

dans le processus de pollinisation, comme l'augmentation de la quantité de dioxyde de carbone qui permet aux plantes de produire davantage de pollens et donc potentiellement plus d'allergènes. Certains pollens présents dans l'air peuvent provoquer des réactions allergiques chez les personnes prédisposées, voire les personnes non prédisposées. Ces réactions varient notamment en fonction du type de pollens et de la quantité émise dans l'atmosphère.

Les résultats des projections climatiques ne peuvent donc pas donner des tendances claires sur l'évolution de ces maladies. On peut toutefois estimer que **la hausse sensible des températures à toutes les saisons pourrait favoriser l'allongement de la durée de pollinisation** et donc de la période favorable à ces maladies. Par ailleurs, l'ensemble des évolutions projetées pourrait favoriser le développement de certaines plantes au fort pouvoir allergisant tel que **l'ambroisie**.

Organisation des compétences / sensibilité des acteurs	Législation/ plans /services/outils existants	Niveau de prise en charge des vulnérabilités futures
Fédéral en grande majorité Région <i>Pas de sensibilité sur cette vulnérabilité au regard des changements climatiques, jugé secondaire</i>	Réseau de surveillance des pollens et spores fongiques de l'air en Belgique par le service Mycologie & Aérobiologie de l'Institut Scientifique de Santé Publique ISSP	Surveillance et dénombrement des pollens et spores fongiques présents dans l'air extérieur en rapport avec les allergies saisonnières, à travers un réseau de quatre postes de captage

Tableau 5-13 : Prise en charge actuelle des vulnérabilités relatives au risque « maladies allergènes »

5.3.4.6 Les maladies hydriques

L'augmentation des fortes chaleurs pourraient engendrer **des conséquences sanitaires indirectes en lien avec la dégradation de la qualité de l'eau**. En effet, une élévation de la température de l'eau peut favoriser le développement de bactéries ou d'algues responsables **d'intoxication alimentaire**. Le recours accru au refroidissement pourrait quant à lui favoriser le développement de bactéries de types *legionella sp.* qui colonisent fréquemment les installations de climatisation.

La prise en charge des vulnérabilités

Organisation des compétences / sensibilité des acteurs	Législation/plans /services/outils existants	Niveau de prise en charge des vulnérabilités futures
Fédéral en grande majorité Région	Plan national action santé	Constat mais pas de mesures concrètes. Les maladies propagées par l'eau peuvent être influencées par des changements écologiques induits par le climat comme l'eutrophisation, la salinité de l'eau.... Elles comprennent un large éventail de maladies diarrhéiques virales, bactériennes et protozoaires. Une élévation des températures pourrait accroître le problème des intoxications alimentaires en développant la survie et la prolifération des bactéries, mouches et cafards.

Chapitre 5 : Les vulnérabilités de la Région de Bruxelles-Capitale au CC

	Réseau de surveillance ISSP (l'Institut Scientifique de Santé Publique)	ISSP est chargé de la recherche scientifique , de la détection de laboratoire et de la surveillance des pathogènes transmis par la nourriture . Le service a également pour tâche le diagnostic et la collecte de données lors d'épidémies d'intoxication alimentaire.
--	--	--

Tableau 5-14 : Prise en charge actuelle des vulnérabilités relatives au risque « maladies allergènes »

5.4 Énergie

Messages clefs

- Un profil de consommation énergétique lié à l'évolution de la température
- Une consommation énergétique qui s'oriente à la baisse en hiver mais qui risque d'augmenter fortement en été
- Une sensibilité renforcée du réseau de distribution d'électricité aux évènements extrêmes

5.4.1 Caractéristiques principales

Un profil de consommation énergétique typiquement urbain

5.4.1.1 Consommation d'énergie finale par secteur

Le profil de consommation d'énergie finale pour la RBC correspond à un profil urbain puisque ce sont les bâtiments (résidentiel et tertiaire) qui prédominent. Les secteurs du logement et du tertiaire associés à celui des transports, absorbent environ 97% de la consommation finale d'énergie de la Région. La consommation d'énergie de l'industrie est marginale (environ 3%).

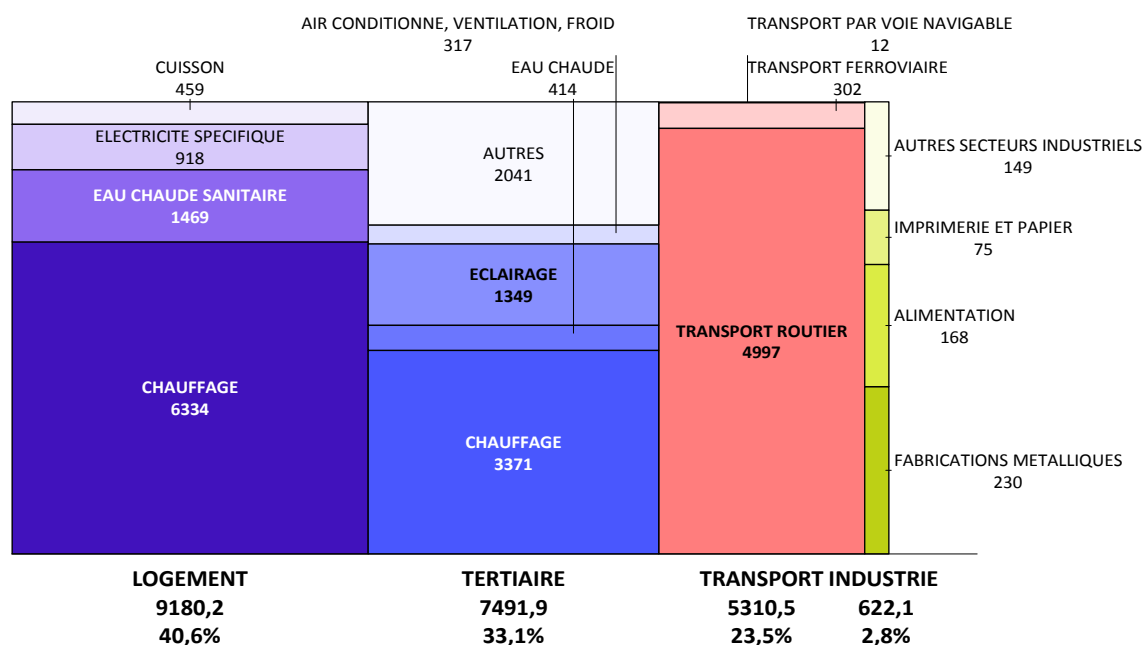


Figure 5-35: Répartition de la consommation totale finale d'énergie en RBC en 4 secteurs (Logement, Tertiaire, Transport et Industrie), GWh.

Source : Bilan énergétique de la RBC 2009, Bruxelles Environnement

Les usages qui contribuent le plus à la consommation totale finale d'énergie sont:

- Le chauffage des logements et des bâtiments du tertiaire (44% de la consommation totale) ;
- Le transport routier (22% de la consommation totale) ;
- Le chauffage de l'eau dans les logements (7% de la consommation totale) ;
- L'éclairage dans le tertiaire (6% de la consommation totale).

5.4.1.2 Consommation d'énergie finale par vecteur

Les vecteurs énergétiques de la Région bruxelloise sont le gaz naturel (39%), l'électricité (25%), les carburants (25%) et les autres produits pétroliers (12%). Les autres vecteurs énergétiques (charbon, bois, chaleur/vapeur, solaire...) n'occupent qu'une part marginale du total (de l'ordre de 1%).

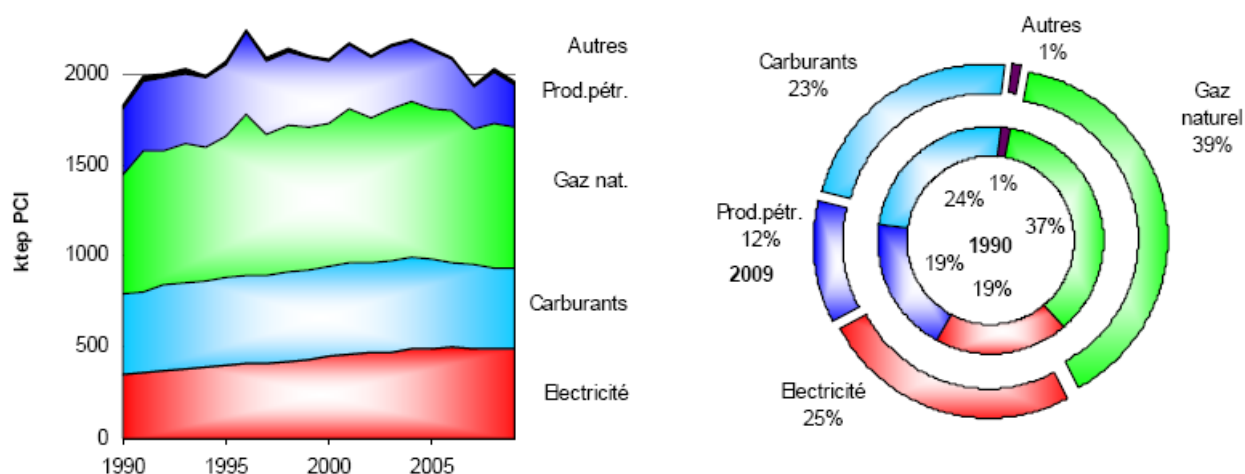


Figure 5-36 : Évolution de la consommation finale par vecteur en Région de Bruxelles-Capitale

Source : Bilan énergétique de la Région Bruxelles-Capitale 2009, Bruxelles Environnement 2011

5.4.1.3 Production d'énergie et d'électricité sur le territoire bruxellois

En termes de sources d'énergie, la RBC importe la presque totalité de l'énergie qu'elle consomme.

La production d'énergie en Région de Bruxelles-Capitale est essentiellement constituée d'énergies primaires renouvelables (ou assimilées).

Chapitre 5 : Les vulnérabilités de la Région de Bruxelles-Capitale au CC

Les productions d'énergies renouvelables dans la région, peuvent se regrouper ainsi :

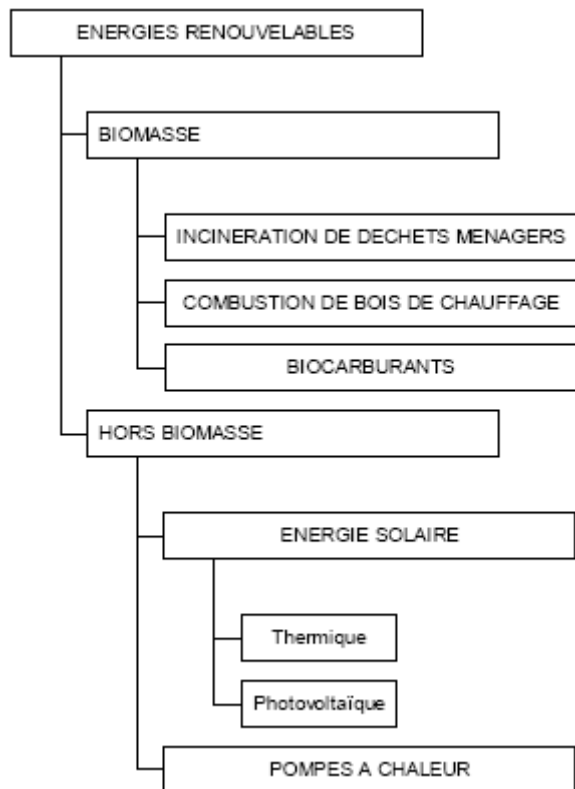


Figure 5-37 : Production d'énergies renouvelables en Région de Bruxelles-Capitale

Source : *Bilan énergétique de la Région Bruxelles-Capitale 2009, Bruxelles Environnement 2011*

Concrètement, on distingue :

- l'incinérateur de Neder-over-Heembeek (voir ci-après) avec une production annuelle de 274,5 GWh, soit 23.559 tep (2009) ;
- les installations solaires photovoltaïques avec une production équivalente à 174 tep (2009) ;
- les installations solaires thermiques avec une production équivalente à 423 tep (2009) ;
- les combustions de bois à des fins de chauffage avec une production équivalente à 5.100 tep ;
- Les 40 unités de cogénération.

La puissance électrique nette développable des centrales électriques installées en Région de Bruxelles-Capitale en 2009 ne s'élève ainsi qu'à 0.09 GW soit 0.5 % de la puissance installée belge (17.8 GW), soit 6% de la consommation brute de la RBC.

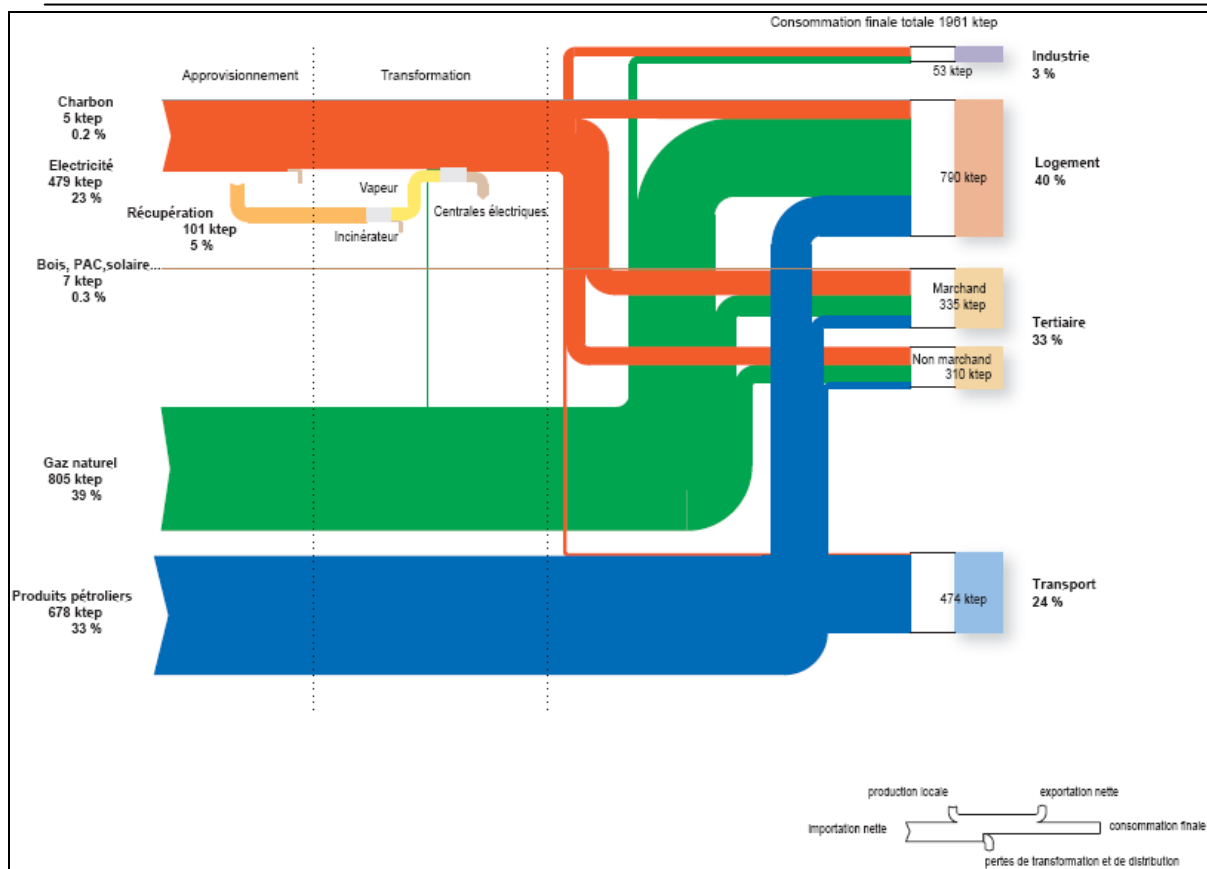


Figure 5-38 : Flux énergétique de la Région Bruxelles-Capitale (2009)

Source : Bilan énergétique de la RBC, ICEDD pour Bruxelles Environnement

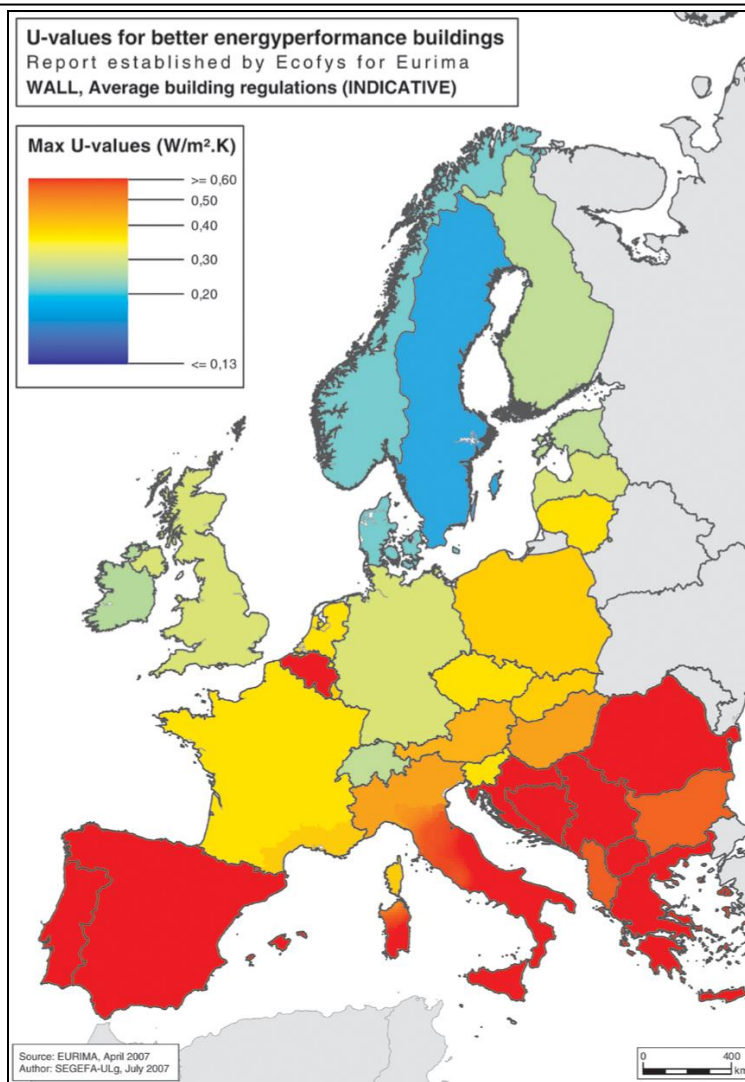
5.4.2 Dépendance actuelle au climat

L'influence de la température sur le profil énergétique de la RBC

5.4.2.1 Les degrés-jours

Une partie importante de la consommation énergétique que la RBC est liée au climat, plus précisément aux degrés-jours (pour une définition des degrés-jours, voir la fiche de l'indicateur climatique au point 6.4 (fiche « Evolution des degrés jours de chauffage annuels à Uccle »).

En effet, il y a un lien fort entre variation des conditions climatiques et consommation finale totale en raison de la prépondérance du chauffage dans les consommations d'énergie, un hiver plus froid engendre directement une augmentation des consommations d'énergie. A ce titre, on peut noter que la Belgique présente un taux de déperdition calorifique parmi les plus élevés d'Europe. A Bruxelles, ce constat doit être nuancé par le fait que l'essentiel de la Région est déjà bâti de façon très compacte ce qui limite naturellement les déperditions énergétiques avec l'extérieur.



Carte 5-9 : Isolation moyenne des murs en Europe sur base des législations existantes (2007)

Source: Eurima, Ecofys VII study, 2007

La figure-ci-dessous permet aussi de remarquer que malgré une hausse sensible de la population depuis 2000, la consommation finale totale diminue.

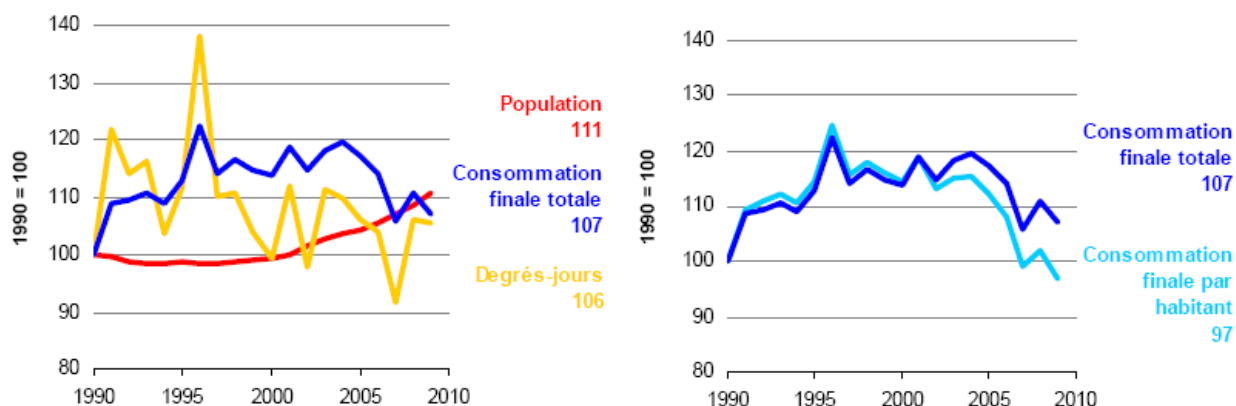


Figure 5-39 : Évolution des consommations énergétiques finales en fonction des degrés-jours et en fonction de la population bruxelloise

Source : DGSIE (population au 1^{er} janvier 1990-2009), ICEDD (consommation finale d'énergie 1990-2009) , Bilan énergétique de la Région Bruxelles-Capitale 2009, Bruxelles Environnement 2011

5.4.2.2 Vagues de chaleur

Les vagues de chaleur (définition au point 4.1.1.3) entraînent des pics/augmentations de consommation électrique liées à l'utilisation des systèmes de climatisation.

Le secteur tertiaire est équipé à hauteur de 52% en climatisation en Région bruxelloise.

Branche d'activité	Nombre de réponses	dont ayant une climatisation	% de climatisation
Commerces	68	54	79%
Supermarchés	11	2	18%
Horeca	36	23	64%
Bureaux privés	63	52	83%
Bureaux publics	42	24	57%
Enseignement	42	2	5%
Hôpitaux	15	9	60%
Homes	18	6	33%
Piscines	8	3	38%
Autres	120	44	37%
Total	423	219	52%

Figure 5-40 : Pourcentage de climatisation par branche d'activité en 2010

Source : Bilan énergétique de la Région Bruxelles-Capitale 2009, Bruxelles Environnement 2011

5.4.2.3 Vagues de froid

Les vagues de froid (définition au point 4.1.1.4) entraînent des pics/augmentation de consommation d'électricité et de gaz.

5.4.3 Les paramètres climatiques en lien avec la thématique

Les paramètres climatiques qui rentrent en ligne de compte pour l'énergie sont principalement :

- La température :
 - Degré jour ;
 - Vagues de froid ;
 - Vagues de chaleur ;
 - Nombre de jours d'été ;
- Ensoleillement (en lien avec la production d'électricité solaire photovoltaïque) ;
- Rafale de vent.

5.4.4 Les vulnérabilités futures

Principes méthodologiques

Au regard de l'analyse de la dépendance actuelle au climat, il s'agit à présent de confronter les enjeux identifiés précédemment à l'évolution attendue des paramètres climatiques pertinents pour déterminer le degré de vulnérabilité future de la RBC au CC. Il est alors nécessaire de présenter l'évolution des indicateurs et le degré d'incertitude qui entoure les résultats : par exemple, si les différentes projections sont concordantes et significatives sur un paramètre, le signal est alors plutôt robuste. A contrario, si les projections sont contradictoires, le signal est absent et on ne peut alors tirer de conclusion quant à l'évolution du paramètre et par voie de conséquence quant à l'évolution du risque en question. Outre l'analyse des paramètres climatiques, il faut aussi rendre compte des répercussions pour le territoire et évaluer la prise en charge actuelle ou potentielle des risques pour déterminer la vulnérabilité.

La prise en charge actuelle est présentée sous forme de tableaux de la manière à faire ressortir : l'organisation des compétences et le niveau de sensibilité des acteurs, les plans/services/outils existants identifiés, le niveau de prise en charge des vulnérabilités au CC.

L'ensemble de l'analyse est ensuite restituée de manière synthétique dans la partie transversale en donnant d'une part : **une vision figée des vulnérabilités par thématique à l'horizon 2050** et d'autre part une **vision évolutive aux différents horizons donnés**, selon la projection de référence.

Les vulnérabilités futures dépendent à la fois de l'évolution des variables climatiques mais aussi de la structure du parc de production énergétique et des schémas de consommation énergétiques. Dans ce contexte, il apparaît clair que l'optimisation de la gestion de la demande, de l'offre mais aussi de la distribution de l'énergie joue un rôle clé.

5.4.4.1 Vers une baisse des besoins en chauffage et des pics de consommation hivernaux

On observe sur le territoire de la Région de Bruxelles-Capitale **une tendance nette à l'augmentation des températures moyennes, minimales et maximales** selon toutes les projections particulièrement significative en hiver. Ces dernières s'accordent sur une élévation comprise entre +0,7 et 2,1°C en 2030, +1,5 et +2,5°C en 2050, +1,9 et 5,4°C en 2085 (tous SRES confondus pour ce dernier horizon).

Les changements climatiques devraient **engendrer sans conteste une baisse drastique des besoins de chauffage, ce que confirme l'indicateur spécifique à ces besoins (DJU de chauffage base 17°C) présenté ci-dessous.**

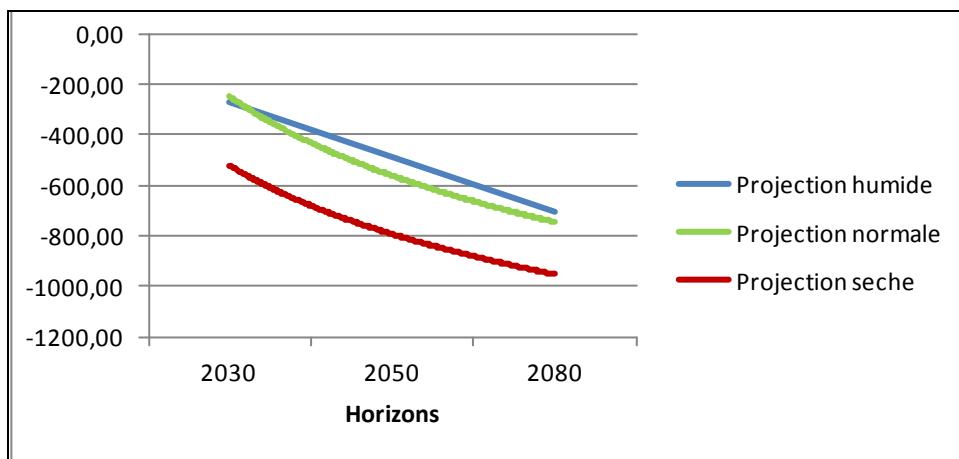


Figure 5-41 : Evolution du nombre annuel de degrés jours de chauffage (en°C jours)

Source : Données extraites pour la sous-région limoneuse de l'étude « adaptation au changement climatique en Région wallonne » selon les projections « Ensembles » (groupement Ecores - Tec, 2011)

Tous les modèles s'accordent en effet sur **une diminution très nette des DJU base 17 donc des besoins de chauffage**. Cette baisse varie entre -278 et -538 à l'horizon 2030 et va en s'amplifiant : entre -479 et -747 à l'horizon 2050, entre -797 et -981 à l'horizon 2080.

On note par ailleurs une tendance significative à la baisse du nombre de jours de gel selon tous les modèles et horizons temporels avec une faible incertitude qui se réduit à l'horizon 2080 (entre - 21 et - 23 jours).

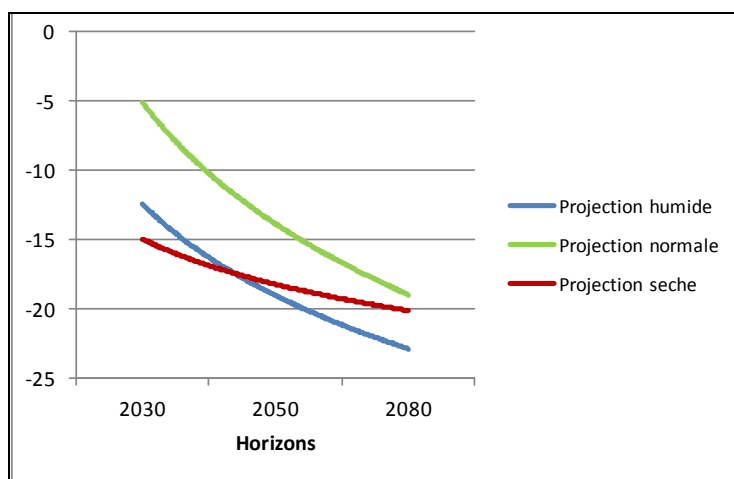


Figure 5-42 : Evolution du nombre de jours de gel en hiver (en jours)

Source : Données extraites pour la sous-région limoneuse de l'étude « adaptation au changement climatique en Région wallonne » selon les projections « Ensembles » (groupement Ecores - Tec, 2011)

Si les tendances à venir relatives au nombre annuel de vagues de froid ne sont pas disponibles, on remarque toutefois que l'analyse des séries historiques sur la station d'Uccle depuis 1901 montre une diminution de la fréquence des vagues de froid avec un saut marqué à la baisse à partir des années 1970.

Compte tenu de ces évolutions couplées à la hausse généralisée des températures, on peut s'attendre à une **diminution des pics de consommation**.

Chapitre 5 : Les vulnérabilités de la Région de Bruxelles-Capitale au CC

Organisation des compétences / sensibilité des acteurs	Législation / Plans /services/outils existants	Niveau de prise en charge des vulnérabilités futures
Bruxelles- Environnement	Ordonnance du 7 juin 2007 relative à la performance énergétique et au climat intérieur des bâtiments	<p>La réglementation bruxelloise relative à la performance énergétique des bâtiments, transposée via l'Ordonnance relative à la performance énergétique et au climat intérieur des bâtiments du 7 juin 2007, a pour objectif l'obtention de bâtiments moins consommateurs en énergie primaire. Elle prévoit trois grandes catégories d'actions :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Des exigences de performance énergétique imposées lors de la construction et de la rénovation de bâtiments. 2. L'obligation d'afficher, d'une part, de manière visible au public, un certificat de performance énergétique pour les bâtiments publics fortement fréquentés. D'autre part, l'obligation d'établir un système de certification de performance énergétique lors de la construction ou préalablement à la vente et à la location d'un bâtiment existant - ou partie de bâtiment. 3. Des exigences de performance énergétique imposées lors du placement, remplacement ou modification d'une installation technique de production de chaud ou de froid. De même, un système de contrôle et d'entretien des installations techniques existantes de production de chaud ou de froid rendu obligatoire.
	Arrêté du Gouvernement de la RBC du 5 mai 2011	Cet arrêté détermine des seuils d'exigence en matière de performance énergétique et de climat intérieur des bâtiments, visant, pour 2015, des standards assimilables au concept passif pour les bâtiments neufs à affectation de logement, les écoles, ainsi que les activités de bureaux et services.
	Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 15 décembre 2011 relatif à l'entretien et au contrôle des systèmes de climatisation et aux exigences PEB qui leur sont applicables lors de leur installation et pendant leur exploitation	La réglementation sur la climatisation est traitée dans cet arrêté et porte essentiellement sur le respect de bonnes pratiques dans l'installation et la gestion des systèmes de climatisation.
	Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 15 décembre 2011 relatif à un audit énergétique pour les établissements gros consommateurs d'énergie	L'audit énergétique est rendu obligatoire à partir du 31 juillet 2012 pour les établissements de plus de 3500m ² non affectés au logement à l'occasion de toute demande, de renouvellement et de prolongation du permis d'environnement 1A et 1B tous les 15 ans.

Chapitre 5 : Les vulnérabilités de la Région de Bruxelles-Capitale au CC

Deuxième Plan d'action régional pour l'efficacité énergétique	Ce plan pour l'efficacité énergétique vise essentiellement l'efficacité énergétique mais n'intègre pas de mesures d'adaptation au CC. Cependant de nombreuses mesures peuvent contribuer à l'amélioration de la résilience au niveau des logements et du transport (résilience face aux pics d'ozone).
Certificats verts	Ordonnance du 19 juillet 2001 définit les modalités de fonctionnement des certificats verts. Ceux-ci permettent d'encourager les mises en place des énergies renouvelables.
Alliance emploi-environnement construction durable	Permet de former les acteurs de la construction aux défis de demain en matière de logement et de construction.
Appel à projets Bâtiments Exemplaires (BATEX)	Met en évidence des projets reproductibles à grande échelle qui permettent d'atteindre de bonnes performances énergétiques.
Programme P.L.A.G.E (Plan Local d'Actions pour la Gestion Energétique)	Le programme PLAGE a en effet été développé afin de proposer aux gestionnaires une méthode de gestion proactive en matière d'énergie pour leurs bâtiments. Il permet de leur apprendre les bons réflexes, les mesures à prendre et les comportements proactifs à adopter en matière de gestion de l'énergie. Cinq appels à candidatures ont permis d'engager un grand nombre d'acteurs territoriaux (communes, hôpitaux, gestionnaires de logements, enseignement, SISP).

Tableau 5-15 : Prise en charge actuelle des vulnérabilités relatives à la consommation d'énergie dans les bâtiments

5.4.4.2 Une augmentation des besoins en refroidissement et des pics de consommation estivaux

Les projections indiquent toutes une élévation des températures estivales pouvant atteindre entre +2,3 et +7,2°C (tous SRES confondus) à l'horizon 2085. Il convient de relever que certains modèles pessimistes affichent une augmentation moyenne des températures pouvant aller jusqu'à +8,9°C au mois d'août à l'horizon 2080. Si l'évolution projetée du nombre de jours de vagues de chaleur est certes très incertaine, l'ensemble des projections s'accorde tout de même sur une tendance à l'augmentation dès l'horizon 2050. Selon la projection sèche, cette élévation pourrait atteindre + 18 jours à cet horizon et jusqu'à +28 jours à l'horizon 2085.

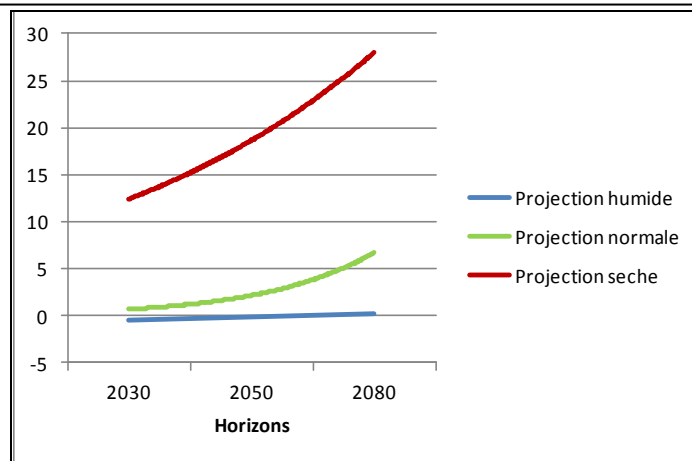


Figure 5-43 : Evolution du nombre de jours de vagues de chaleur en été (en jours)

Source : Données extraites pour la sous-région limoneuse de l'étude « adaptation au changement climatique en Région wallonne » selon les projections « Ensembles » (groupement Ecores - Tec, 2011)

De plus, les projections tendent à confirmer **l'augmentation du nombre de journées d'été**, quand bien même les incertitudes demeurent selon les modèles (forte augmentation pour les projections sèche et normale, insignifiante pour la projection humide).

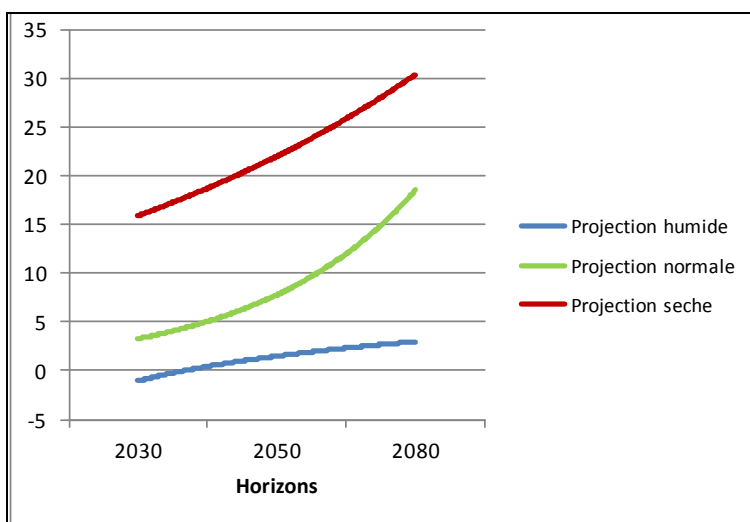


Figure 5-44 : Evolution du nombre de jours de vagues de chaleur en été (en jours)

Source : Données extraites pour la sous-région limoneuse de l'étude « adaptation au changement climatique en Région wallonne » selon les projections « Ensembles » (groupement Ecores - Tec, 2011)

Le risque d'augmentation importante de la consommation énergétique (électrique très principalement) pour **des besoins de refroidissement pendant la saison chaude est sans doute un des principaux risques**. Le manque de prise en compte de la chaleur dans la conception des bâtiments risquerait en effet d'engendrer **un recours massif à la climatisation dans le logement et l'immobilier d'entreprise qui pourrait se révéler très préoccupant en termes de consommation énergétique et de coût associé**.

La question de la maîtrise de la demande de climatisation et de refroidissement actif sera un point d'attention particulier de l'adaptation aux changements climatiques du secteur.

Elle implique une gestion anticipée de la chaleur d'été (refroidissement passif, isolation etc.) dans les bâtiments tant pour le confort que pour la santé humaine mais aussi dans les activités impliquant le maintien d'une chaîne de froid pour des questions sanitaires.

De plus, l'augmentation des vagues de chaleur devrait induire une accentuation des pics de

consommation énergétique en période estivale induits par une hausse des besoins en refroidissement.

5.4.4.3 Une sensibilité accrue du réseau de distribution d'électricité aux événements extrêmes

L'intégrité et la capacité du réseau de distribution d'électricité sont susceptibles d'être affectées en cas d'augmentation de la fréquence et de l'intensité des tempêtes ou des fortes chaleurs : dilatation ou pertes en ligne.

Les projections tendent à converger comme nous l'avons vu vers une augmentation des vagues de chaleur et des journées d'été ce qui incite à considérer cette vulnérabilité des infrastructures à la hausse des températures pendant les mois chauds comme appelée à prendre une importance peut-être critique.

Les observations actuelles ne permettent pas de dégager une tendance séculaire à l'augmentation de la probabilité des tempêtes en Europe. **Il semble qu'il ne soit pas encore possible de dégager un consensus sur une éventuelle augmentation de la fréquence et de l'intensité des tempêtes en lien avec l'amplification du réchauffement climatique** (Planton, 2002). Notons que le 5^{ème} rapport du GIEC abordera la question de l'évolution de la fréquence et de l'intensité des tempêtes. Les résultats ne se sont cependant pas encore disponibles et le rapport de synthèse sera finalisé en septembre 2014. Il n'est à ce jour pas possible de dégager de signal quant à une hausse ou à une baisse de la sensibilité du réseau de distribution aux tempêtes.

5.4.4.4 Un réseau interconnecté plus vulnérable

Dans un contexte de développement de la production d'origine renouvelable et décentralisée en Belgique, il réside un enjeu central indirect de réduction de la dépendance aux réseaux interconnectés, eux-mêmes susceptibles d'être fortement affectés par le changement climatique de multiples manières : **vulnérabilités des réseaux de distribution et des parcs de production (refroidissement des centrales en période estivale sur le réseau étranger)**. Ces difficultés de gestion, couplées à une augmentation potentiellement importante de la demande en période estivale, pourrait impacter directement la distribution à l'échelle de la Région de Bruxelles-Capitale.

5.4.4.5 Des incertitudes sur l'évolution de la production photovoltaïque locale

La productivité des unités photovoltaïques peut être affectée négativement par une augmentation en intensité et en fréquence des vagues de chaleur et positivement par une augmentation de la durée d'ensoleillement. Au regard des projections et des fortes incertitudes qui pèsent encore sur ces paramètres, il est difficile de se prononcer sur une évolution des potentialités relatives à la production photovoltaïque.

Organisation des compétences / sensibilité des acteurs	Législation / plans /services/outils existants	Niveau de prise en charge des vulnérabilités futures
BRUXELLES-ENVIRONNEMENT	Plan pour les énergies renouvelables : Vers une Région bruxelloise sobre en carbone à l'horizon 2025	Ce plan vise à la réduction des émissions de GES directes de la RBC. Ce plan vise essentiellement les réductions de GES mais n'intègre pas de mesures d'adaptation au CC.

Tableau 5-16 : Prise en charge actuelle des vulnérabilités relatives à la production photovoltaïque

5.5 Biodiversité et forêts

Messages clefs

- Un milieu naturel très présent mais particulièrement fragmenté et avec de nouvelles contraintes climatiques additionnelles
- Translation attendue des aires de répartition
- La Forêt de Soignes est particulièrement vulnérable
- Des modifications déjà notables dans la présence et la répartition des espèces
- Des risques sanitaires amplifiés

5.5.1 Caractéristiques principales

5.5.1.1 La richesse floristique et faunistique de la Région bruxelloise

La RBC a une faune et une flore variée avec (Source : La biodiversité à Bruxelles, Bruxelles Environnement) :

- **Pour la faune :**
 - 45 espèces de mammifères indigènes ;
 - 103 espèces d'oiseaux nicheurs ;
 - 8 espèces d'amphibiens et reptiles indigènes ;
 - 18 espèces de chauves-souris.
- **Et pour la flore :**
 - +/- 800 espèces de plantes différentes, soit la moitié de la flore belge.
 - Plus de ¾ de ces espèces sont indigènes.

Cette variété est rendue possible par la présence de milieux « supports » diversifiés présents en quantité sur le territoire bruxellois (voir ci-après).

5.5.1.2 Les supports de la biodiversité

Bruxelles est une des capitales les plus «vertes» d'Europe. Cette abondance d'espaces verts et la grande variété de milieux ou habitats pour la faune et la flore (jardins, parcs, prairies, forêts, friches, etc.) jouent un rôle primordial dans la préservation de la biodiversité bruxelloise. Ces espaces constituent la trame verte de ce territoire et se répartissent de la manière suivante : .

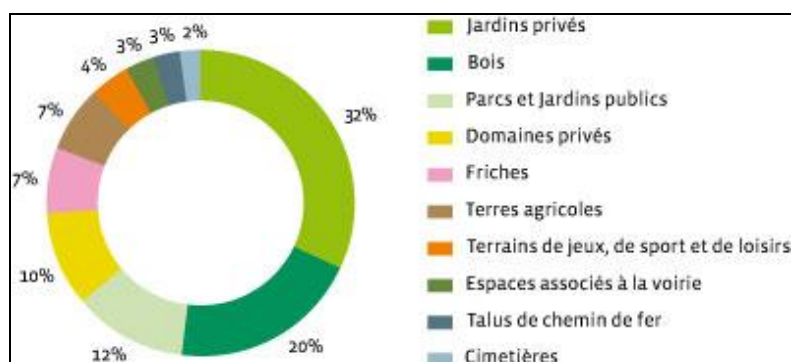


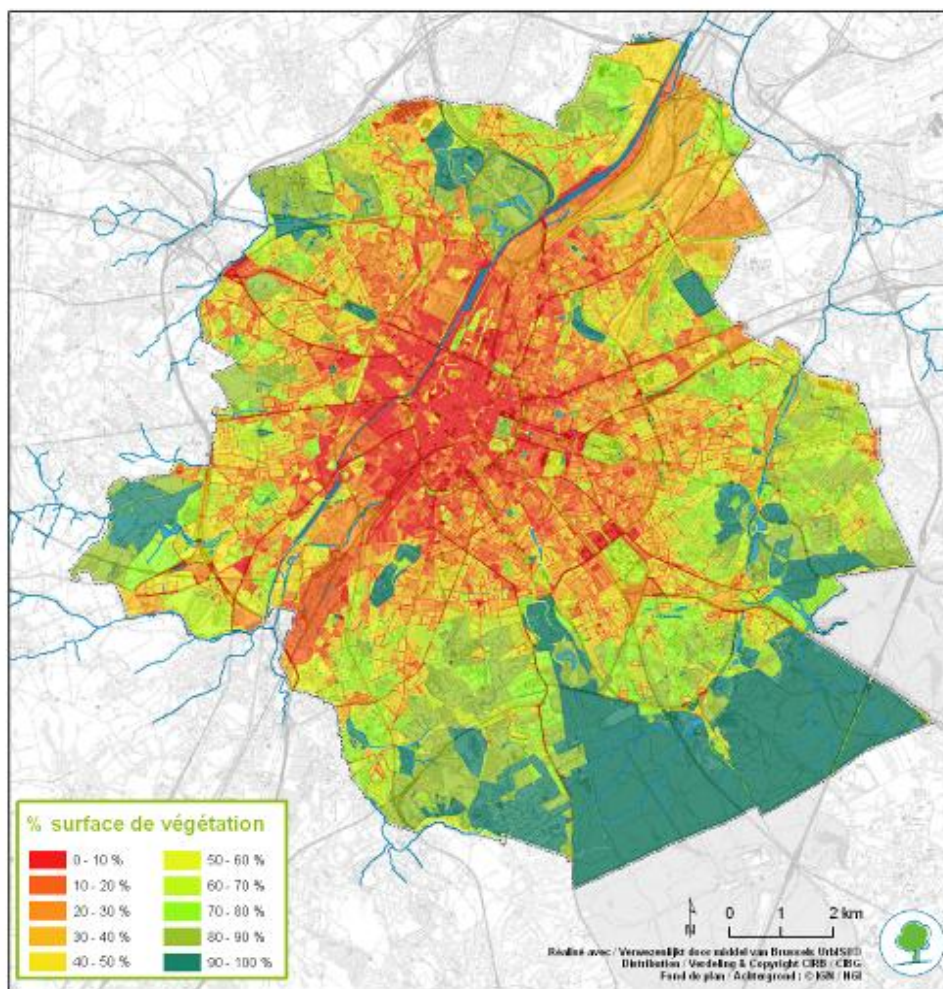
Figure 5-45 : Les espaces disponibles pour la biodiversité en région de Bruxelles-Capitale (1997)²⁴

Source : La biodiversité à Bruxelles, 2010, Bruxelles Environnement

²⁴ Cette répartition a été identifiée en 1997 sans être mise à jour depuis. Certaines évolutions sont sensibles comme la réduction des friches.

Chapitre 5 : Les vulnérabilités de la Région de Bruxelles-Capitale au CC

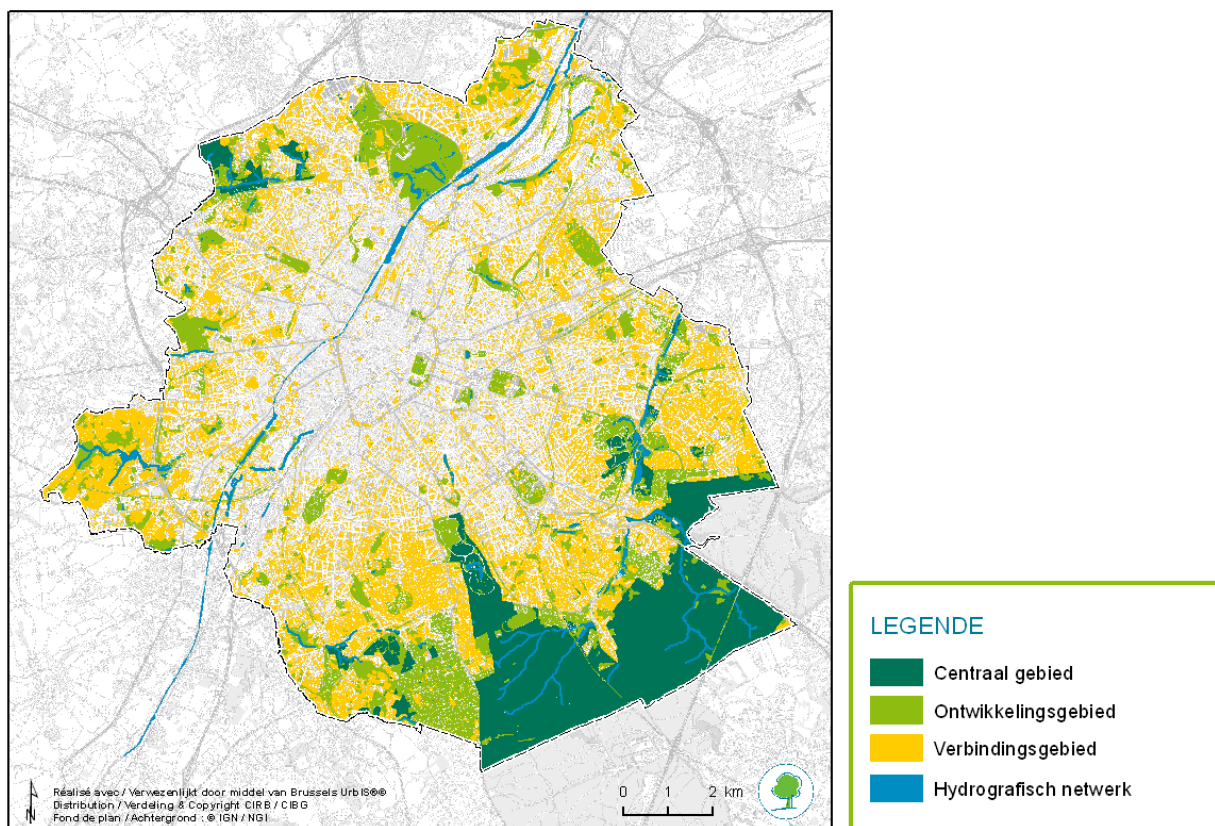
Si ces différents supports représentent une part importante du territoire bruxellois, ils sont inégalement répartis :



Carte 5-10 : Pourcentage de surface de végétation en Région bruxelloise

Source : *Projet de Rapport Nature, version avril 2012, Bruxelles Environnement*

Selon qu'ils abritent ou non des espèces sensibles, selon leur superficie, leur degré d'isolement, la diversité des milieux qu'ils abritent et leur valeur écologique, les espaces verts jouent un rôle fonctionnel différent au sein du réseau écologique bruxellois. Parmi les différentes zones du réseau écologique, on peut ainsi distinguer des zones centrales, des zones de développement et des zones de liaison. Les marais, la vallée de la Woluwe, les grands parcs paysagers régionaux et la plupart des grands domaines boisés font partie des zones centrales du réseau écologique, c'est-à-dire des zones d'importance majeure pour son fonctionnement, qui sont toutes situées en périphérie (carte II.2.6.1) (Grontmij, 2011).



Carte 5-11 : Réseau écologique bruxellois

Source : *Projet de Rapport Nature, version avril 2012, Bruxelles Environnement*

Un certain nombre de problèmes affectent cependant le fonctionnement du réseau écologique et sa capacité à assurer les nécessaires échanges entre les populations. Il s'agit principalement de problèmes de discontinuités, barrières et présence insuffisante de zones relais ou zones clés, mais aussi de problèmes de gestion (surfréquentation des espaces, techniques et fréquences de fauche des zones herbacées, faible développement du sous-étage en forêt, etc.).

Outre leur fonction de support à la biodiversité, les espaces verts en ville remplissent de nombreuses fonctions écologiques et contribuent de ce fait à un environnement sain (TEEB 2010), ils :

- constituent des surfaces d'infiltration des eaux ;
- contribuent à la protection des nappes phréatiques et à l'amélioration de la qualité des eaux ;
- contribuent à l'amélioration de la qualité de l'air à travers la captation des polluants atmosphériques et la production d'oxygène ;
- assurent une régulation du cycle du carbone et une atténuation des changements climatiques ;
- forment une protection contre l'érosion des sols ;
- contribuent à la réduction du bruit urbain ;
- contribuent à la régulation du microclimat de la ville (ombrage, rafraîchissement de l'air, réduction de la vitesse des vents, augmentation de l'humidité atmosphérique).

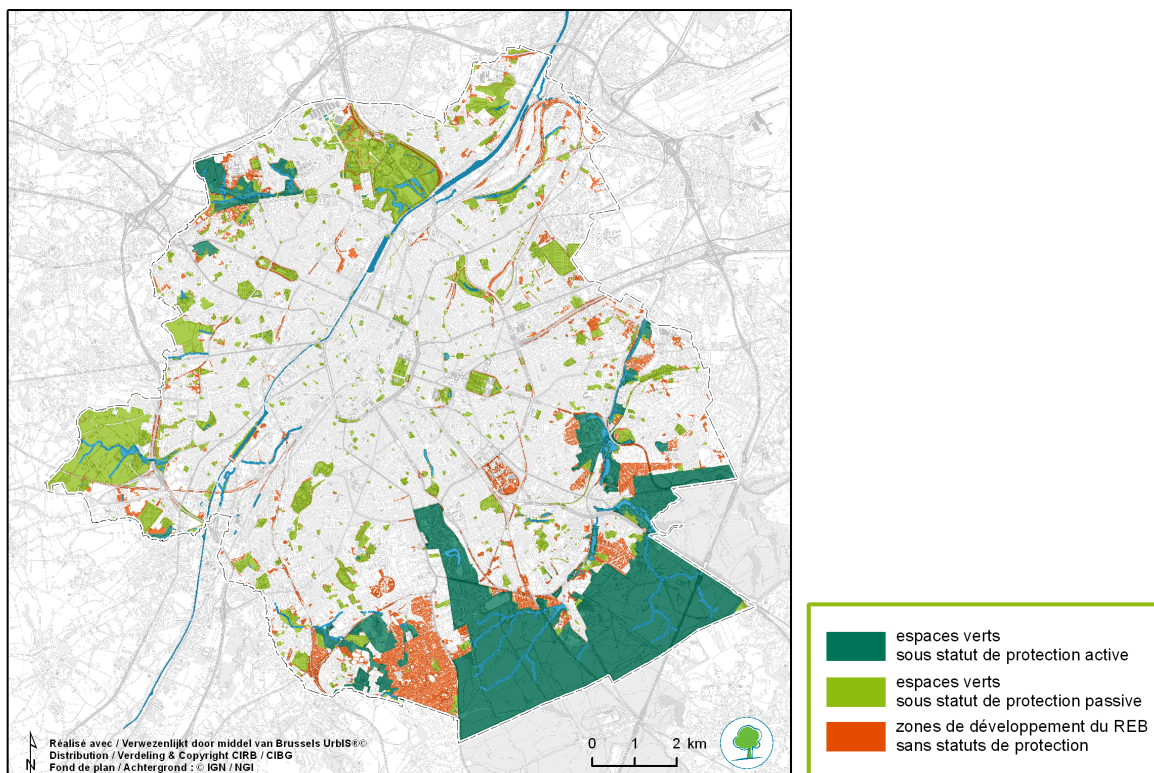
Les espaces protégés

Un quart²⁵ des espaces verts de la RBC sont protégés. Cela cache néanmoins des réalités différentes.

En effet, deux types de protection sont en place :

- Protections dites « actives » (réserves naturelles, sites Natura 2000,...) grâce auxquelles les sites bénéficient de régimes de gestion visant la réalisation d'objectifs de conservation ;
- Protections dites « passives » (zones d'espaces verts au PRAS, ...) au travers d'interdictions, sans exigences en termes de mesures de gestion.

L'autre moitié de la surface des espaces verts n'est pas protégée (friches, jardins privés,...).



Carte 5-12: Protection active et passive en Région Bruxelloise

Source : *Projet de Rapport Nature, version avril 2012, Bruxelles Environnement*

La forêt de Soignes

La forêt de Soignes est le fruit d'une restauration qui a débuté il y a plus de 200 ans, à l'époque autrichienne. Sa superficie totale est de 4.383 ha (37.7% en Région bruxelloise, 56% en Région flamande et 6.3% en Région wallonne). Elle représente 60% des espaces verts ouverts au public en RBC. Elle est composée en grande majorité de hêtres qui constituent un paysage particulier : la hêtraie cathédrale (voir ci-après).

²⁵ Extrait du projet de Rapport Nature 2012 : « [Les espaces protégés] couvrent une superficie totale de 4 341,28 ha, soit environ un quart de la superficie totale de la région, ou la moitié de ses espaces verts. Tous les espaces verts ne contribuent naturellement pas de la même manière à la biodiversité. Les réserves naturelles, réserves forestières et sites Natura 2000 représentent 2 365 ha de ces zones protégées, soit environ 1/7 de la superficie totale de la région »

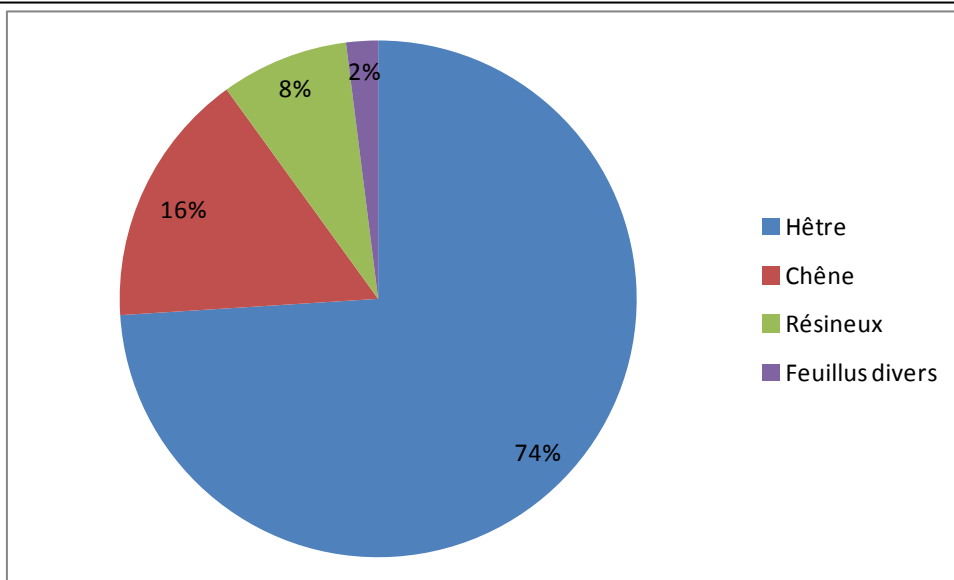


Figure 5-46 : Proportion des différentes essences en forêt de Soignes

Sources : Plan de gestion de gestion de la forêt de Soignes, 2003 Bruxelles Environnement

Les artères arborées

Il y a 28.000 arbres le long des voiries bruxelloises²⁶ (Source : S'occuper de 28.000 patients toutes l'année – Une logique verte pour la gestion des arbres d'alignement, Bruxelles Mobilité).

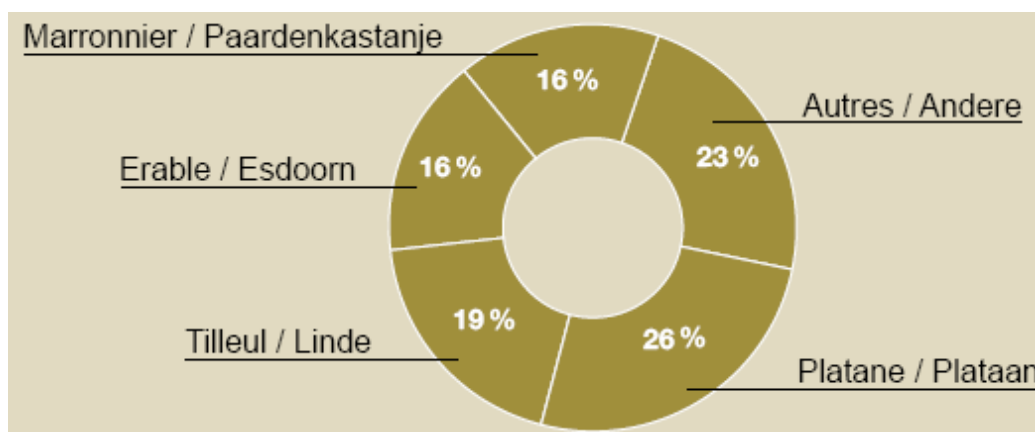


Figure 5-47 : Répartition des principales essences des artères arborées en Région bruxelloise

Source : S'occuper de 28.000 patients toutes l'année – Une logique verte pour la gestion des arbres d'alignement, Bruxelles Mobilité

²⁶ Cette donnée concerne exclusivement les voiries régionales.

5.5.2 Dépendance actuelle au climat

Les enjeux de la conservation de la biodiversité

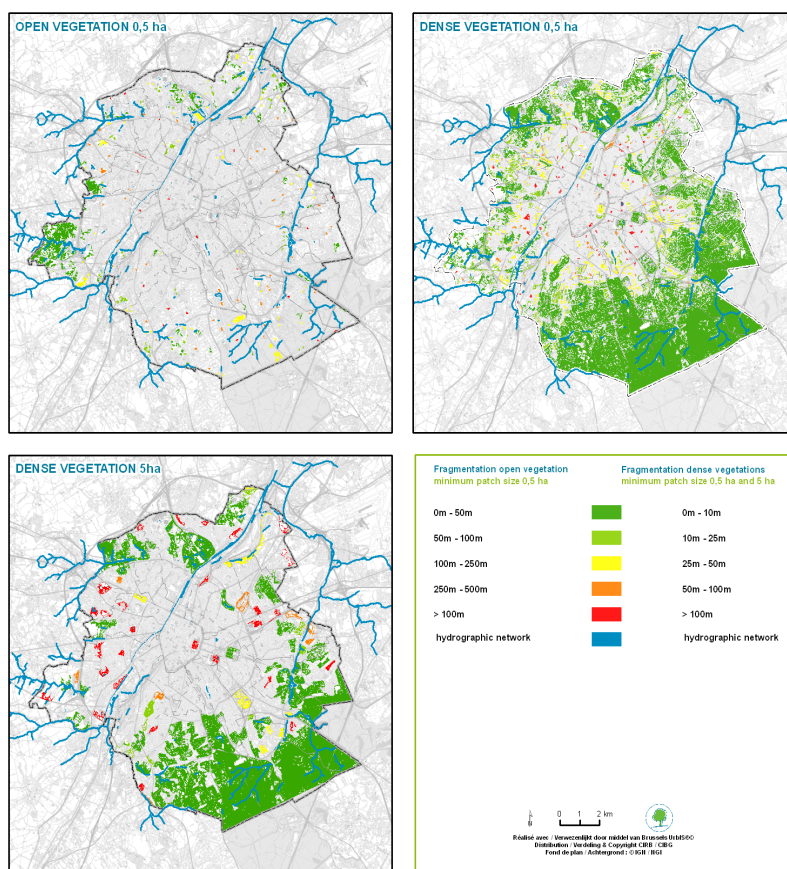
Les différents enjeux de la conservation de la biodiversité en Région de Bruxelles-Capitale en lien avec les changements climatiques sont les suivants :

- La pression de l'urbanisation ;
- Les sensibilités de la forêt de Soignes et des bois périphériques, des espaces verts (parcs et jardins), des artères arborées ;
- La présence d'espèces exotiques.

Chaque enjeu est lié à la situation actuelle de la biodiversité du territoire, lorsqu'un enjeu est lié au climat, les paramètres climatiques sont indiqués.

5.5.2.1 Une pression forte liée à l'urbanisation ²⁷

La présence de différentes espèces dans la RBC n'est pas uniquement commandée par la présence d'habitats appropriés²⁸. En effet, la connectivité entre ces habitats est également déterminante. Les difficultés que connaissent les espèces pour se déplacer est alors le reflet de la fragmentation du territoire.



Carte 5-13: fragmentation des espaces verts en Région bruxelloise

Source : *Projet de Rapport Nature*, version avril 2012, Bruxelles Environnement

²⁷ Cet enjeu n'est pas lié directement au climat.

²⁸ Voir le point 5.1.1.2, concernant l'imperméabilisation croissante des espaces en RBC. Il s'agit d'un signe complémentaire de pression exercée sur les habitats.

5.5.2.2 Les sensibilités de la forêt de Soignes, des espaces verts et des artères arborées

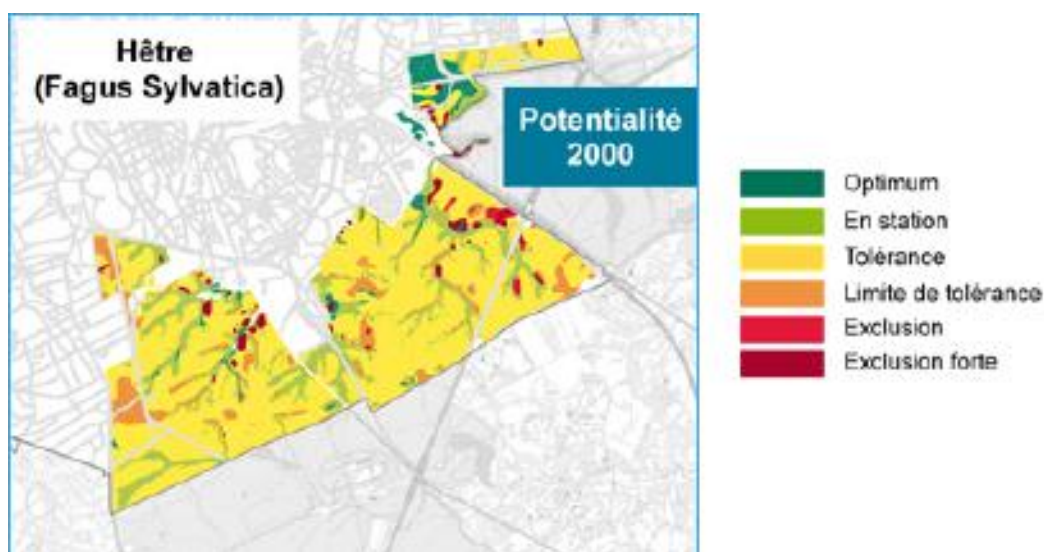
La Forêt de Soignes est connue internationalement pour l'aspect cathédral de sa hêtraie : peuplements de vieux hêtres aux troncs élancés, d'une rectitude remarquable et au sous-bois quasi inexistant. Elle est encore présente sur près de 65% de la surface du massif (Source : Plan de gestion de la forêt de Soignes, 2003 Bruxelles Environnement).

Trois éléments la rendent particulièrement sensible :

- son adéquation partielle aux stations actuelles (climat et sol) ;
- sa vulnérabilité aux vents forts ;
- l'accueil du public.

• **Climat actuel : température moyenne et régime actuel des précipitations**

Il a été relevé dans « Etude de l'adéquation des essences aux stations forestières de la forêt de Soignes dans le contexte de changement climatique » (Daise et Claessens, 2009) que le hêtre n'est pas une essence d'arbre parfaitement adaptée aux stations actuelles. Il est en situation de « tolérance ». Ainsi les hêtres sont relativement fragiles à toute évolution des conditions du milieu le climat le cas échéant.



Carte 5-14 : Potentialité de développement du hêtre en 2000 en forêt de Soignes

Source : Etude de l'adéquation des essences aux stations forestières de la forêt de Soignes dans le contexte de changement climatique, Bruxelles Environnement, 2009

• **Vent**

La hauteur moyenne des arbres en forêt de Soignes est de 40 à 50 mètres (Source : entretien Stéphane VANWIJNSBERGHE, Bruxelles Environnement). Cela constitue une faiblesse majeure lorsqu'une tempête survient.

L'ENGREF a déterminé la valeur pivot de 23.5m de hauteur maximale pour le hêtre afin qu'il ne subisse pas de dommage majeur lors de tempête avec des vents supérieurs à 120 km/h²⁹.

²⁹ Cette valeur a été déterminée dans le contexte des forêts du Nord Est de la France, certains éléments comme l'humidité des sols jouent un rôle prépondérant.

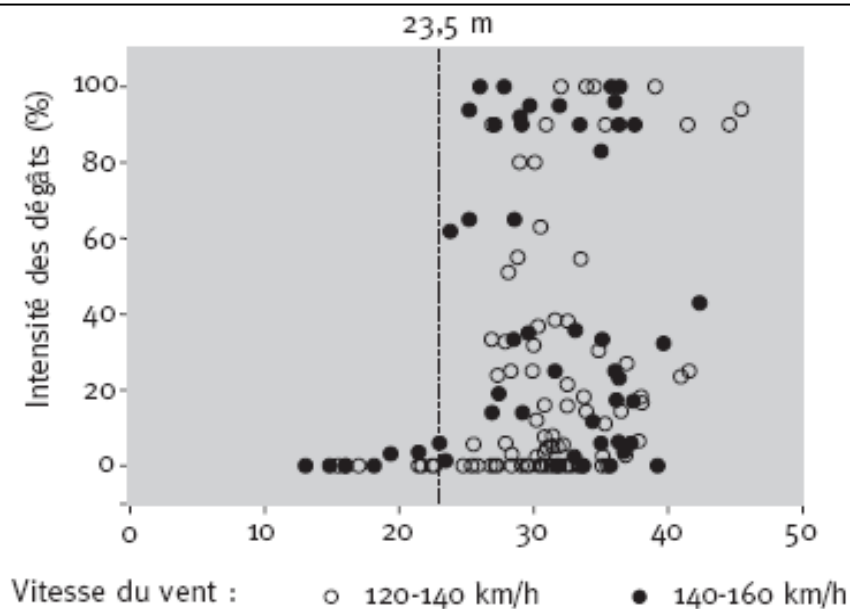


Figure 5-48 : Relation entre l'intensité des dégâts mesurée et les caractéristiques dendrométriques de la placette

Source : *Stabilité au vent des hêtraies : les enseignements de la tempête de 1999*, 2005 ENGREF, Ecole nationale du génie rural, des eaux et des forêts, Nancy, France

• **Sensibilité spécifique des espaces verts et des artères arborées**

En ce qui concerne les espaces verts et les artères arborées, s'ils sont aussi sensibles aux événements extrêmes tel que les vents forts, ils sont surtout sensibles aux champignons responsables de 70% des pathologies végétales et des conditions de vie difficiles en milieu urbain (Source : *S'occuper de 28.000 patients toutes l'année – Une logique verte pour la gestion des arbres d'alignement*, Bruxelles Mobilité).

VITALITÉ / LEVENSKRACHT



Carte 5-15 : Vitalité des voiries arborées en Région de Bruxelles-Capitale

Source : *S'occuper de 28.000 patients toutes l'année – Une logique verte pour la gestion des arbres d'alignement, Bruxelles Mobilité*

5.5.2.3 La présence d'espèces exotiques

Cet enjeu n'est pas lié directement au climat mais fait pression sur les espèces indigènes voire même sur la santé publique (Berce du Caucase) et pourrait être renforcé par une modification du climat.

Les espèces exotiques sont celles qui n'étaient pas initialement présentes sur le territoire et qui trouvent un terrain favorable pour leur développement. Il peut s'agir d'animaux détenus en captivité ou d'élevage libérés et ayant trouvé un espace favorable à leur développement. Il peut aussi s'agir d'espèces libérées accidentellement (via le transport de marchandises par exemple) ou délibérément introduites par l'homme (fréquemment des plantes ornementales).

Les espèces exotiques identifiées sont reprises dans le tableau ci-après :

	Liste noire	Liste de vigilance	Total	Espèces (noms vernaculaires)
Plantes vasculaires	27	17	44	Ex.: renouée du Japon, berce du Caucase, balsamine géante, cerisier tardif, séneçon sud-africain, solidage du Canada, ...
Poissons	2	4	6	Gibèle, goujon asiatique, sandre, poisson-chat américain, perche soleil, vairon américain
Oiseaux	1	3	4	Canard mandarin, ouette d'Egypte, bernache du Canada, perruche à collier
Mammifères	3	1	4	Rat musqué, rat surmulot, ragon-din, écureuil de Corée
Amphibiens/reptiles	2	0	2	Grenouille rieuse, grenouille taureau
Arthropodes	1	0	1	Coccinelle asiatique
Total	36	25	61	

Figure 5-49 : Nombre d'espèces exotiques envahissantes répertoriées dont l'aire de répartition inclut la Région bruxelloise

Source : Synthèse de l'état de l'environnement 2007-2008, Bruxelles Environnement

5.5.3 Les paramètres climatiques en lien avec la thématique

Les paramètres climatiques qui rentrent en ligne de compte pour la biodiversité sont principalement :

- La température, en particulier :
- La température moyenne minimale ;
- Nombre de jour de gel ;
- Les périodes d'occurrence et l'intensité des extrêmes de température (pour la végétation principalement) ;
- Les vitesses maximales de vent ;
- La saisonnalité des précipitations ;
- Le nombre de jours sans précipitation/de sécheresse par saison

5.5.4 Les vulnérabilités futures

Principes méthodologiques

Au regard de l'analyse de la dépendance actuelle au climat, il s'agit à présent de confronter les enjeux identifiés précédemment à l'évolution attendue des paramètres climatiques pertinents pour déterminer le degré de vulnérabilité future de la RBC au CC. Il est alors nécessaire de présenter l'évolution des indicateurs et le degré d'incertitude qui entoure les résultats : par exemple, si les différentes projections sont concordantes et significatives sur un paramètre, le signal est alors plutôt robuste. A contrario, si les projections sont contradictoires, le signal est absent et on ne peut alors tirer de conclusion quant à l'évolution du paramètre et par voie de conséquence quant à l'évolution du risque en question. Outre l'analyse des paramètres climatiques, il faut aussi rendre compte des répercussions pour le territoire et évaluer la prise en charge actuelle ou potentielle des risques pour déterminer la vulnérabilité.

La prise en charge actuelle est présentée sous forme de tableaux de la manière à faire ressortir : l'organisation des compétences et le niveau de sensibilité des acteurs, les plans/services/outils existants identifiés, le niveau de prise en charge des vulnérabilités au CC.

L'ensemble de l'analyse est ensuite restituée de manière synthétique dans la partie transversale en donnant d'une part : **une vision figée des vulnérabilités par thématique à l'horizon 2050** et d'autre part une **vision évolutive aux différents horizons donnés**, selon la projection de référence.

Il est nécessaire à ce stade de préciser que les facteurs climatiques ne seront pas les seuls qui auront une influence sur le vivant. En effet, ils se combinent notamment avec des paramètres anthropiques (pollutions, pression de l'urbanisation et de l'étalement urbain,...). Par ailleurs, un autre niveau de complexité vient du fait que ces paramètres se combinent également entre eux, pouvant produire sur le vivant des pressions contradictoires ou créer des effets de seuil.

Néanmoins, le vivant (faune, flore et leurs écosystèmes) est fortement régi par le climat. Ceci est patent lorsque l'on se penche sur les grandes catégories d'écosystèmes où l'on voit clairement que des « bouquets d'espèces » sont adaptés à de grands types climatiques. On peut donc mettre en évidence que chaque espèce est caractérisée par des valeurs optimales de paramètres qui régissent le climat.

5.5.4.1 La translation des aires de répartition

On observe sur le territoire de Bruxelles-Capitale une tendance à l'augmentation des températures moyennes selon toutes les projections, horizons temporels et saisons.

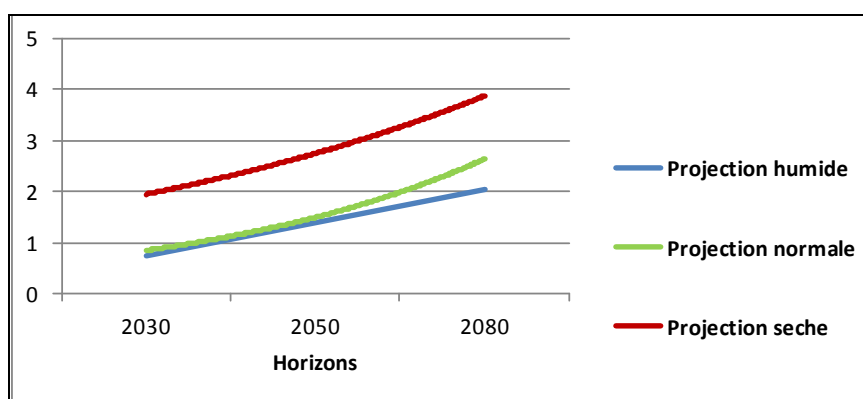


Figure 5-50 : Evolution de la température moyenne annuelle (en°C)

Source : Données extraites pour la sous-région limoneuse de l'étude « adaptation au changement climatique en Région wallonne » selon les projections « Ensembles » (groupement Ecores - Tec, 2011)

Cette hausse moyenne serait comprise entre +0,8°C et 1,9°C à l'horizon 2030, +1,3°C et 2,8°C à l'horizon 2050 et +1,9°C et +5,4°C à l'horizon 2085 (tous SRES confondus pour ce dernier horizon).

Aussi, au-delà des exemples pour lesquels on observe déjà des migrations forcées par la hausse des températures, il y a le risque de voir de plus vastes ensembles d'espèces subir les

conséquences des hausses de température. **Un réchauffement de quelques degrés peut engendrer un glissement des aires de répartition de plusieurs centaines de kilomètres** (Marbaix & Van Ypersele 2004) Une étude du *BirdLife International* (Huntley *et al.* 2007) parle d'un glissement des aires de répartition des espèces d'oiseaux européennes de 550 km vers le nord-est d'ici 2100, si la température moyenne mondiale augmente de 3°C.

Concrètement, cela va résulter pour la région de Bruxelles-Capitale en une hausse du nombre d'espèces méridionales et en une baisse du nombre d'espèces des climats tempérés.

Les conséquences sur les essences forestières des parcs boisés, artères arborées et de la Forêt de Soignes pourraient être préoccupantes. Par exemple, le hêtre, principale essence de la forêt de Soignes pourrait se révéler inadapté à son milieu à long terme. Cela préfigure aussi les problématiques à l'œuvre pour les autres espaces boisés de la RBC.

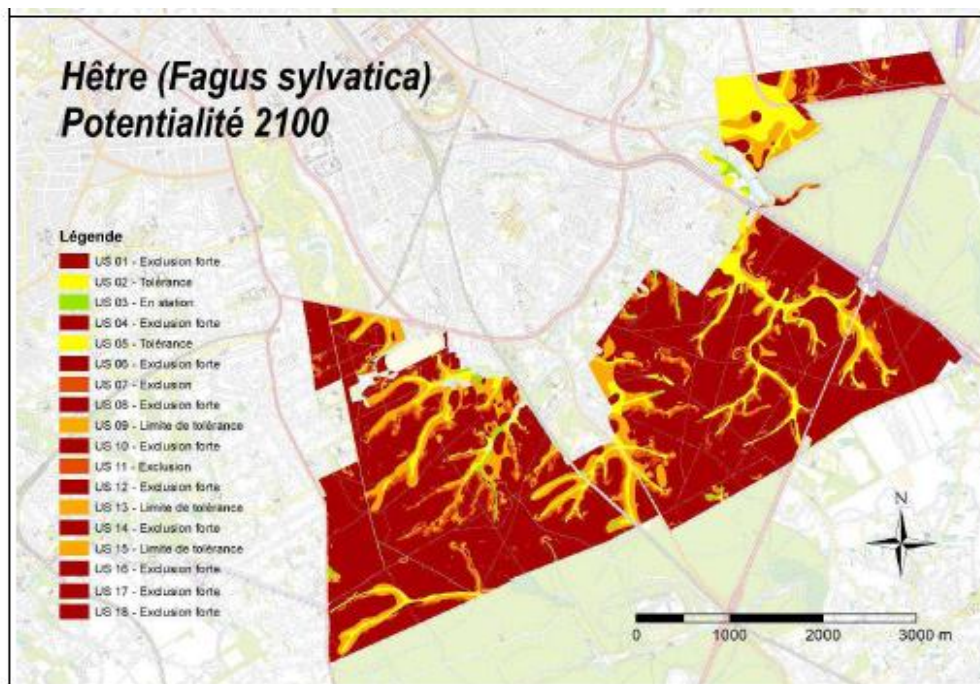
Le hêtre a besoin, pour se régénérer naturellement, d'une **période de repos végétatif accompagnée de températures faibles.**

Il sera dès lors défavorisé par la diminution de la fréquence des hivers froids (Bréda *et al.* 2000, Guns & Perrin 2007). Une exposition plus ou moins longue, selon l'essence, à des températures comprises entre -5°C et 5°C est nécessaire pendant la période de repos pour lever la dormance des bourgeons (Bréda *et al.* 2000). La régénération artificielle par plantation reste néanmoins faisable.

Des périodes de sécheresse plus fréquentes pourraient également être défavorables au hêtre (Daise *et al.* 2009). Sa présence est fortement et négativement corrélée à l'augmentation des déficits pluviométriques cumulés de juin et de juillet (Badeau *et al.* 2007).

La régression de son aire de répartition devrait avoir des répercussions indirectes sur les espèces des hêtraies en général (lichens, champignons, herbacées, etc.).

L'étude relative à l'adéquation des essences aux stations forestières de la forêt de Soignes dans le contexte de changement climatique (Daise *et al.* 2009) a permis d'établir une typologie des risques climatiques (variation de températures, sécheresses, précipitations) associées aux essences permettant la prévision d'une **aptitude sylvicole pour 2100**. En général, de tels essais de prévision de la distribution future des communautés définissent les niches climatiques actuelles et cherchent ensuite à déterminer la situation future en fonction des scénarios et projections climatiques, comme pour le hêtre (carte ci-dessous).



Carte 5-16 : Prévion de l'aptitude sylvicole en 2100 pour le hêtre.

Source : (ULg – GxABT, 2009)

Sont présentés ci-après, les principaux résultats quant à l'adaptation des espèces au changement climatique :

Excepté pour les essences robustes (pins, bouleau), l'aptitude³⁰ des essences n'est pas excellente en forêt de Soignes ; en cause la présence du fragipan qui limite l'enracinement et les remontées capillaires et contribue à l'acidité de surface. Dans le cadre du réchauffement climatique, cette situation n'est pas favorable puisqu'elle risque d'accentuer les sécheresses de surface et les engorgements de sol au printemps. Les essences qui seront les plus touchées seront celles qui de surcroît sont affectées par la chaleur : en particulier le hêtre, l'érable sycomore et le mélèze du Japon, à caractère sub-montagnard. Une série d'essences semble par contre peu sensibles : le chêne rouge, le robinier, le tilleul à petites feuilles, le bouleau verruqueux et les pins, ainsi que le chêne sessile. Des essences plus thermophiles, rares ou inexistantes en forêt de Soignes ont aussi été envisagées : les cèdres et le châtaigner qui pourraient posséder un potentiel de développement à plus long terme, mais ne sont pas encore tout à fait adaptées actuellement. Encore une fois, le fragipan ne leur serait pas favorable.

Etude de l'adéquation des essences aux stations forestières de la forêt de Soignes dans un contexte de changement climatique, Bruxelles Environnement (Daise et al. 2009)

Il résulte donc que la principale essence de la forêt de Soignes, le hêtre, serait en situation d'exclusion forte sur la majorité du territoire de la forêt de Soignes du fait de sa forte sensibilité à la sécheresse.

Le chêne pédonculé, la deuxième essence la plus présente en forêt de Soignes, très sensible à la sécheresse, verrait elle aussi ces risques d'exclusion s'accroître.

Il résulte de ces projections un fort potentiel de perte de biodiversité induit par le dépérissement annoncé d'une grande partie de la hêtraie cathédrale.

De larges incertitudes continuent toutefois de perdurer sur la prévision des aires de distribution futures en raison des facteurs qui interviennent dans ces modifications de distribution (INRA, 2007) :

- la capacité des espèces à s'adapter aux nouvelles conditions ;
- la capacité des espèces à migrer ;
- les interactions avec les nouveaux cortèges de symbiotes, pathogènes et parasites ;
- le rôle de la variabilité génétique ;
- la capacité des espèces à coloniser de nouvelles niches climatiques.

Le changement climatique étant très rapide au regard du potentiel de migration des arbres, certaines espèces ne sont pas capables de modifier leur aire de distribution à cause de leur faible capacité de dispersion et de la fragmentation des habitats.

Les archives paléoécologiques ont montré que les arbres avaient des taux de migration de 200 à 300 mètres par an lors des cycles de glaciation-réchauffement antérieurs. Ces taux seraient largement en-dessous de ce qui est requis en réponse au changement climatique actuel (vitesse supérieure à 1km/an d'après Gitay *et al.* 2001), défini comme beaucoup plus rapide que les précédents (Fischlin & Migdley 2007).

Les espèces peuvent également répondre au changement climatique par des modifications morphologiques, physiologiques, génétiques et au niveau reproductif. On considère toutefois que les arbres, espèces à temps de génération long, présentent une réponse aux nouvelles pressions sélectives plus lente que les espèces à temps de génération court (Rosenheim &

³⁰ La cartographie des aptitudes stationnelles des essences saisit les facteurs pertinents pour la productivité des arbres comme le climat, la géologie, la végétation, le sol, la chimie des sols, la croissance etc. Pour chacune des espèces, il est alors possible de définir son aptitude actuelle et future au regard des facteurs favorables et limitants (optimum, limite de tolérance, exclusion etc.).

Chapitre 5 : Les vulnérabilités de la Région de Bruxelles-Capitale au CC

Tabashnik 1991). La plasticité phénotypique peut également permettre à certaines espèces de se développer sous une large gamme de conditions climatiques. On considère toutefois que pour les arbres, elle ne suffit pas à faire face aux nouvelles conditions climatiques (Thuiller *et al.* 2008).

Aussi, le risque majeur induit par les changements climatiques est avant tout d'accentuer la dégradation et la perte de biodiversité voire l'extinction de certaines espèces si les déplacements d'espèces sont freinés par le manque de connectivité entre les habitats.

Organisation des compétences / sensibilité des acteurs	Législation / plans /services/outils existants	Niveau de prise en charge des vulnérabilités futures
<p>BRUXELLES-ENVIRONNEMENT compétence forêt de soignes et parcs</p> <p>Bruxelles Mobilité pour la gestion des artères arborées des voiries régionales</p>	<p>Plan de gestion de la Forêt de Soignes</p>	<p>CC pas pris en compte dans le plan de gestion actuel de la forêt de Soignes. La révision du plan est en cours et devrait intégrer des mesures relatives à l'adaptation au CC.</p>
	<p>Projet Plan nature Ordonnance nature</p>	<p>Pas d'intégration du changement climatique. Renforcement du maillage vert qui augmente la résilience de la biodiversité face au CC.</p>
	<p>PRAS</p>	<p>Dans toutes les zones, la réalisation d'espaces verts est admise sans restriction, notamment en vue de contribuer à la réalisation du maillage vert et au maintien ou la réalisation d'espaces verts. Intégration du maillage écologique en cours de discussion.</p>
	<p>RRU</p>	<p>Dispositifs permettant le développement d'espaces verdurisés comme la zone de recul des habitations: obligation d'implanter un jardinet et espace planté en pleine terre ou les toitures plates non accessibles de plus de 100 m² devant être aménagées en toitures verdurisées.</p>
	<p>PDR</p>	<p>Importance du maillage vert et bleu : favoriser l'aménagement d'un espace public convivial et verdurisé; espaces verts et continuité verte, préserver le patrimoine naturel et accroître la biodiversité,</p>
	<p>Le Programme de maillage bleu</p>	<p>Vise une gestion intégrée, durable et écologiquement responsable des voies navigables ouvertes présentes à Bruxelles. Le "maillage bleu" est composé de petites rivières, d'étangs et de marais. Son ambition est d'accroître les valeurs naturelles et la biodiversité tout en garantissant au public l'accès aux zones concernées.</p>
	<p>Le Programme de maillage vert</p>	<p>Est conçu pour créer progressivement un réseau d'espaces verts (parcs, bois, forêts et jardins) reliés entre eux par des corridors verts (avenues vertes, remblais des routes et chemins de fer etc.). Le programme met l'accent sur la cohésion et la continuité des espaces verts et des zones semi-naturelles dans l'environnement urbain. Son but est d'intégrer les fonctions pittoresques, esthétiques, sociales, récréatives et écologiques des espaces verts et de développer leur interconnectivité. L'un des objectifs majeurs du Programme de maillage vert est d'accroître la biodiversité.</p>

	<p>Stratégie Nationale de la Belgique pour la Biodiversité 2006-2016</p>	<p>Le CC est évoqué notamment en termes d'études et de surveillance des effets du CC sur la biodiversité.</p>
--	---	---

Tableau 5-17 : Prise en charge actuelle des vulnérabilités relatives à la biodiversité

5.5.4.2 Une perturbation des cycles de vie

Globalement, au niveau de la phénologie, on devrait assister à **une plus grande précocité des événements printaniers et à une plus grande tardivité des événements automnaux** (Root *et al.* 2003). Cet allongement de la saison végétative (période pendant laquelle se fait la croissance des végétaux) va favoriser un accroissement de la fructification forestière, du moins dans un premier temps.

Des décalages entre certains processus biologiques pourraient apparaître (Marbaix & van Ypersele 2004, Nationale Climate Commission 2010, Usher 2005) pouvant potentiellement mettre en danger certaines espèces comme le décalage entre la période de floraison d'une plante et l'émergence de son pollinisateur spécifique.

5.5.4.3 Une croissance forestière potentiellement limitée

Il convient de noter également que des niveaux élevés de CO₂, qui se sont d'ailleurs fortement accrus depuis 1750 (Parry *et al.* 2007), permettent d'accroître la photosynthèse (et en principe la production de biomasse) ainsi qu'une meilleure efficacité des plantes dans l'utilisation de l'eau (Maracchi *et al.* 2005).

Une évolution similaire à celle des autres écosystèmes se rencontrera en forêt avec une hausse de la productivité. Cette hausse de la productivité risque cependant de se trouver confrontée à d'autres facteurs limitants dans un second temps : températures excessives, épisodes de sécheresse prolongés, dépôts d'ozone, fertilité du sol (INRA, 2007).

En serre, on a pu montrer qu'un doublement de la teneur en CO₂ aboutissait à un accroissement de 40 % de la production de masse ligneuse (INRA 2008). Ceci est tout à fait cohérent avec l'accroissement de la croissance des arbres constatés depuis plusieurs décennies. Cette évolution n'est pas forcément positive ; elle peut s'accompagner d'une fragilité croissante des peuplements en raison de déséquilibres nutritionnels et d'une évolution défavorable des propriétés mécaniques et de la composition chimique du bois (INRA 2008).

Précisons que les interactions entre les températures, les précipitations, les dépôts azotés et la concentration en CO₂ rendent difficiles et incertaines les extrapolations. De plus, les arbres adultes peuvent tempérer les modifications physiologiques induites par l'augmentation de CO₂. La stimulation de la photosynthèse pourrait dans ce cas n'être que provisoire (Bréda *et al.* 2000).

5.5.4.4 Des risques sanitaires amplifiés

En tenant compte du fait que chaque ensemble parasite-hôte-milieu est spécifique, les risques sanitaires sur la forêt de Soignes, les artères arborées et les espaces verts semblent devoir plutôt augmenter que diminuer du fait du réchauffement climatique sous l'effet de trois phénomènes principaux : introduction de nouveaux parasites, extension de l'aire de présence ou de la virulence des parasites actuels, fort développement des parasites sur arbres stressés (chenille processionnaire du chêne par exemple).

Si les pullulations ne constituent pas aujourd'hui une menace, le changement climatique va induire des modifications de régulation des maladies et parasites pouvant potentiellement affecter les milieux naturels : mortalité hivernale moindre, possibilité de plusieurs générations par an etc.

En effet, alors que les températures hivernales limitent les aires de distributions de la majorité des insectes et pathogènes, une augmentation minime de ces températures favoriserait leur survie et **accroîtrait de fait l'aire potentielle de répartition** : oïdium, *Phytophthora*, rouilles, etc. (INRA 2007, Marçais & Desprez-Loustau, 2007).

L'ensemble des projections s'accordent sur une augmentation généralisée des températures en

Chapitre 5 : Les vulnérabilités de la Région de Bruxelles-Capitale au CC

hiver : entre +0,7°C et 2,1°C en 2030, +1,5°C et 2,5°C en 2050 et +1,2°C et 4,3°C en 2085 (tous SRES confondus pour la projection 2085).

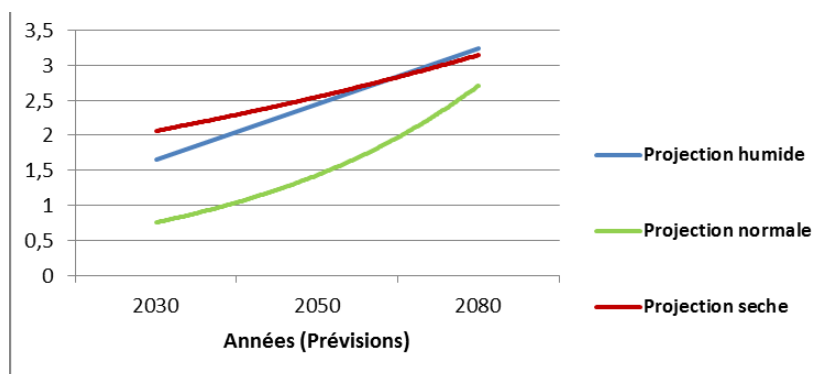


Figure 5-51 : Evolution de la température moyenne en hiver (en°C)

Source : Données extraites pour la sous-région limoneuse de l'étude « adaptation au changement climatique en Région wallonne » selon les projections « Ensembles » (groupement Ecores - Tec, 2011)

Par ailleurs, le printemps est un moment essentiel du développement larvaire des insectes forestiers. Des températures printanières plus élevées comme prévu par nos projections peuvent conduire à **une augmentation du nombre de générations annuelles** de certaines espèces de ravageurs, faciliter le déplacement de certaines espèces auparavant inadaptées, améliorer les capacités reproductives d'autres.

On pourrait enfin assister à **un accroissement des dégâts liés aux espèces invasives** sur des arbres stressés. Par exemple, des études récentes ont montré qu'un stress hydrique modéré augmente la résistance des arbres aux champignons qui leur sont associés tandis qu'un stress long et sévère la diminue (Croisé & Lieutier 1993, Lieutier 2004, Wermelinger 2004). On a par ailleurs observé la remontée vers le nord du front de propagation de la chenille processionnaire du pin.

Les apparitions de ravageurs ou de maladies venant d'autres zones géographiques sont fortement liées à l'expansion des transports et des échanges et, si le réchauffement climatique peut faciliter leur adaptation, il y a encore peu d'évaluations précises de son impact sur ce point.

Organisation des compétences / sensibilité des acteurs	Législation / plans /services/outils existants	Niveau de prise en charge des vulnérabilités futures
Bruxelles-Environnement	Système de monitoring Bruxelles-Environnement	Système de surveillance efficace
Observatoire wallon des forêts pour le système de monitoring	Système de monitoring de l'ULB - suivi des pathogènes	Système de monitoring efficace
ULB : Laboratoire d'entomologie	Système de monitoring du laboratoire d'entomologie	Système efficace de détection précoce des maladies

Tableau 5-18 : Prise en charge actuelle des vulnérabilités relatives aux risques sanitaires des essences forestières

5.5.4.5 Un impact accru des aléas climatiques

Les impacts des aléas climatiques diffèrent fortement en fonction des peuplements et des conditions locales de sol et sont donc à modérer.

Plus de dégâts de gel ?

L'augmentation des températures automnales prévues par l'ensemble des projections pourraient rendre certaines espèces plus sensibles aux épisodes de gel ou de froid hivernaux qui devraient continuer de perdurer en dépit de leur baisse. De même que l'augmentation des températures printanières devrait amener un débourrement plus précoce et pourrait favoriser les dégâts aux peuplements liés au gel tardif.

Selon les projections, la température moyenne en automne devrait évoluer à la hausse entre 0,8 et 1,8°C en 2030, entre 1,2 et 2,8 °C en 2050 et entre 2,5 et 5,3°C à l'horizon 2085 (Tous SRES confondus).

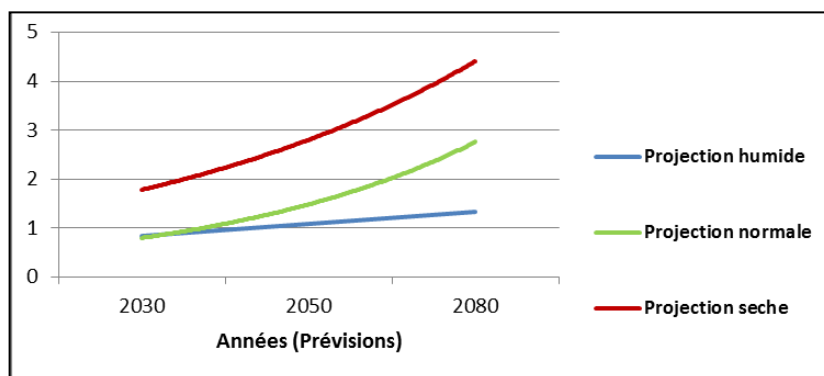


Figure 5-52 : Evolution de la température moyenne en automne en °C

Source : Données extraites pour la sous-région limoneuse de l'étude « adaptation au changement climatique en Région wallonne » selon les projections « Ensembles » (groupement Ecores - Tec, 2011)

Selon les projections, le nombre de jours de gel en automne, devrait évoluer à la baisse entre moins 4 et moins 9 jours en 2030, entre moins 5 et moins 14 en 2050 et entre moins 10 et moins 15 à l'horizon 2085.

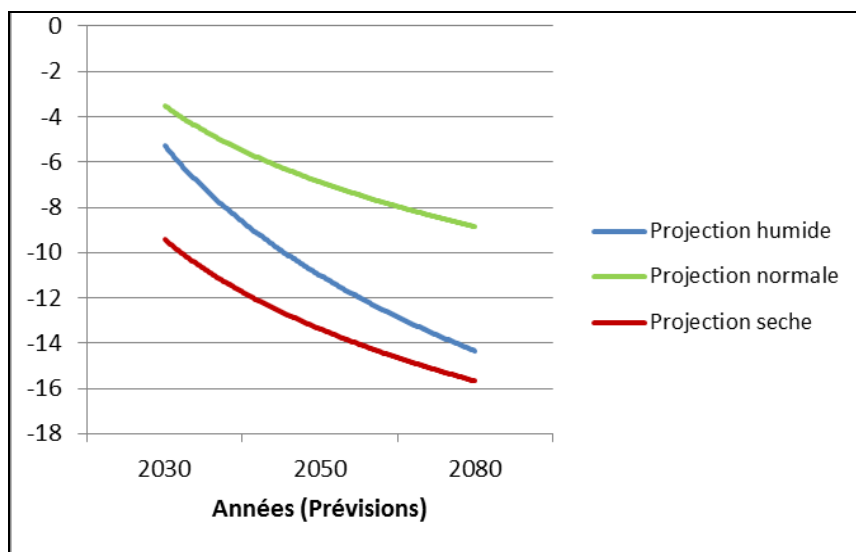


Figure 5-53 : Evolution du nombre de jours de gel au printemps (jours)

Source : Données extraites pour la sous-région limoneuse de l'étude « adaptation au changement climatique en Région wallonne » selon les projections « Ensembles » (groupement Ecores - Tec, 2011)

Une sensibilité accrue aux tempêtes

La hauteur des arbres constitue un facteur aggravant de sensibilité aux tempêtes. Les observations actuelles ne permettent pas de dégager une tendance séculaire à l'augmentation de la probabilité des tempêtes en Europe. **Il semble qu'il ne soit pas encore possible de dégager un consensus sur une éventuelle augmentation de la fréquence et de l'intensité des tempêtes en lien avec l'amplification du réchauffement climatique** (Planton, 2002). Notons que le 5^{ème} rapport du GIEC abordera la question de l'évolution de la fréquence et de l'intensité des tempêtes. Les résultats ne se sont cependant pas encore disponibles et le rapport de synthèse sera finalisé en septembre 2014.

S'il n'est pas possible de dégager de tendances significatives relatives à l'évolution des tempêtes, en revanche, **des modifications de la sensibilité des arbres à ce facteur sont à prévoir.**

Par exemple, une inadaptation des espèces d'arbres à des sécheresses prolongées pourrait engendrer des affaiblissements certains de certains arbres voire des dépérissements et accroître par le risque de chutes d'arbres en cas de tempêtes.

De même, La diminution du nombre de jours de gel (et donc de la période de gel du sol) peut avoir des effets positifs (moins de dégâts de gel) et négatifs. Elle peut entraîner une augmentation des dégâts de tempête car un sol gelé a un effet bénéfique sur l'ancrage racinaire (Gip-Ecofor 2010). L'augmentation des précipitations hivernales peut également diminuer l'ancrage racinaire, qui est réduit dans un sol saturé en eaux (fortes pluies et drainage déficient) (Gip-Ecofor 2010).

En l'occurrence, la principale espèce de la forêt de Soignes, le hêtre, déjà particulièrement sensible aux tempêtes, pourrait connaître une pression supplémentaire de par sa forte vulnérabilité au changement climatique en cours.

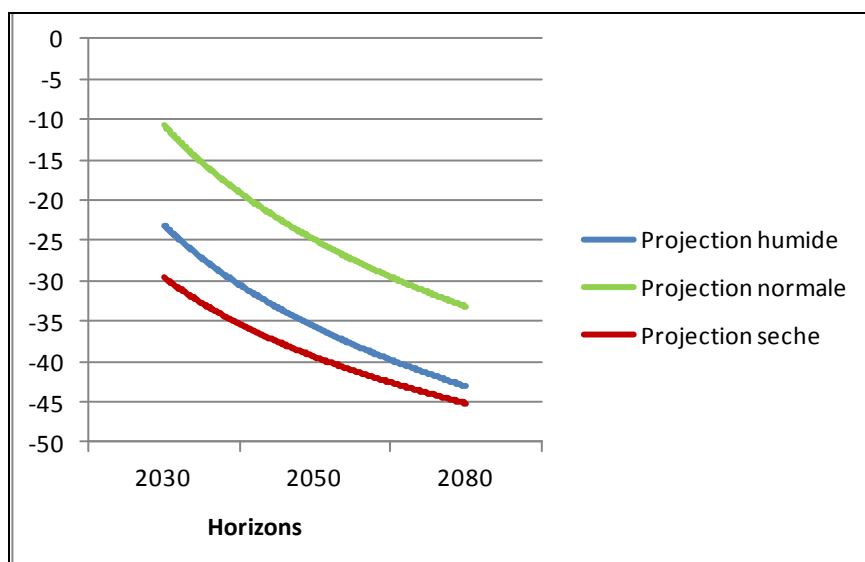


Figure 5-54 : Évolution du nombre annuel de jours de gel (en jours)

Source : Données extraites pour la sous-région limoneuse de l'étude « adaptation au changement climatique en Région wallonne » selon les projections « Ensembles » (groupement Ecores - Tec, 2011)

Le risque de sécheresse

La diminution projetée du volume des précipitations combinée à une demande en eau des organismes accrue en raison de l'élévation projetée des températures et des extrêmes implique un risque de stress hydrique accru.

Ainsi certains constats qui peuvent déjà être faits aujourd'hui ne vont aller qu'en s'amplifiant. Par exemple, les déficits hydriques de 2003, année caniculaire, ont entraîné la perte du couvert de feuille du hêtre dans certaines régions (la perte des feuilles est un réflexe de la plante pour

limiter les pertes d'eau). Les conséquences sur la forêt vont ainsi être la perturbation de sa croissance voire de dépérissement. En l'occurrence, sous des conditions de sécheresse sévères, **le hêtre est particulièrement menacé.**

Les semis et les jeunes plants forestiers, à enracinement plus superficiel et dont la partie aérienne se trouve à proximité du sol, où la température peut être plus élevée, sont plus sensibles à une augmentation de la température estivale. Cette dernière peut entraîner une mortalité importante et des effets limitant sur la régénération des peuplements (Bréda *et al.* 2000).

Le risque incendie

Le risque incendie, encore peu présent en forêt de Soignes, n'est pas à exclure car le changement climatique pourrait accroître le risque (sécheresse prononcée etc.).

Organisation des compétences / sensibilité des acteurs	Législation / plans /services/outils existants	Niveau de prise en charge des vulnérabilités futures
BRUXELLES-ENVIRONNEMENT	Plan d'intervention tempête lorsque vent de rafale supérieure à 100km	Bonne prise en charge des risques relatifs aux tempêtes.
	Plan incendie	Bonne anticipation des risques relatifs aux feux de forêt.

Tableau 5-19 : Prise en charge actuelle des vulnérabilités relatives aux aléas climatiques

5.5.4.6 La dégradation des milieux aquatiques

Les conditions climatiques jouent sur les réserves d'eau disponibles selon le régime des pluies et des conditions d'évaporation. **Des modifications au niveau des régimes des eaux ont par exemple des effets sur la concentration des substances dissoutes.**

Le régime des eaux connaît des phases au long de l'année. Ainsi, **on parle d'étiage en été**, c'est-à-dire une baisse des réserves en raison de la diminution des apports d'eau par la baisse des précipitations et la hausse de l'évaporation. La combinaison de la diminution des débits et de l'augmentation des températures en période estival aura par conséquent une plus forte **concentration des substances polluantes**, pouvant poser de sérieux problèmes de qualité. Cette concentration des substances polluantes a des effets néfastes au travers de la multiplication des micro-organismes toxiques et des risques d'eutrophisation.

Pour les milieux aquatiques en particulier, l'augmentation de température devrait mener à une diminution du taux de saturation en oxygène qui pourrait nuire à la survie des poissons et autres organismes aquatiques (National Climate Commission 2010).

Plusieurs cours d'eau et zones humides connaissent d'ores et déjà des problèmes de qualité et d'eutrophisation : la Senne mais aussi certains étangs et plans d'eaux quand bien même leur qualité écologique tend à progresser.

Le territoire affiche donc une sensibilité certaine à ce phénomène d'eutrophisation puisque d'une part les pollutions d'origine anthropique sont prononcées et que les prélèvements d'eau pour les différents usages sont importants notamment en ce qui concerne la Senne (alimentation du Canal). La sensibilité ne pourra donc qu'être augmentée avec la baisse des apports d'eau, conjuguées aux effets des fortes températures et des périodes dites sèches.

Chapitre 5 : Les vulnérabilités de la Région de Bruxelles-Capitale au CC

Organisation des compétences / sensibilité des acteurs	Législation / plans /services/outils existants	Niveau de prise en charge des vulnérabilités futures
BRUXELLES-ENVIRONNEMENT	PGE	<p>Parmi les axes susceptibles de prendre en charge les problématiques relatives à l'état qualitatif des milieux aquatiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Restaurer quantitativement le réseau hydrographique et hydrogéologique ; - Promouvoir l'utilisation durable de l'eau et garantir la fourniture de l'eau potable à des conditions raisonnables ; - Agir sur les polluants pour atteindre les objectifs de qualité des eaux de surface et des eaux souterraines.

Tableau 5-20 : Prise en charge actuelle des vulnérabilités relatives aux milieux aquatiques

5.6 Le tourisme

Les messages clés

- Un tourisme urbain lié aux affaires et à la culture peu marqué par la saisonnalité et les conditions climatiques
- Une future situation climatique potentiellement plus attractive
- Une destination accessible, bien desservie en train
- Une clientèle essentiellement européenne pour des courts séjours mais aussi beaucoup de touristes locaux
- Une hôtellerie haut de gamme et de nombreuses infrastructures d'accueil des réunions, des congrès et des événements

5.6.1 Les principales caractéristiques du tourisme en RBC

5.6.1.1 Bruxelles-Capitale, haut lieu du tourisme d'affaires et culturel

Une « capitale des affaires » très bien desservie

Capitale de l'Union européenne mais également capitale de Belgique, Bruxelles bénéficie d'un rayonnement incontestable à l'international. Elle accueille de nombreuses institutions européennes, ainsi que de nombreuses autres organisations internationales, dont le Benelux, l'OTAN, l'ONU et l'OPEP, de nombreuses ambassades et représentations étrangères ainsi que des sièges d'entreprises.

Située au centre de la Belgique, elle bénéficie d'une très **bonne accessibilité internationale** grâce au développement du TGV Nord-Europe (Thalys, Eurostar, ICe...), à la proximité d'aéroports internationaux (Brussels Airport, Brussels South Charleroi Airport, etc.) et à la densité du réseau autoroutier belge qui en fait un important carrefour d'autoroutes internationales.

Des retombées importantes

Avec 5.556.308 nuitées en 2010³¹, le tourisme représente près de 33.000 emplois directs et 15.000 emplois indirects dans la Région. Pour l'ensemble des nuitées, Bruxelles a progressé de 23,5% entre 2000 et 2010 soit près de 930 000 nuits.

Vues les caractéristiques mises en évidence au paragraphe précédent, Bruxelles génère **un important tourisme de congrès et d'affaires** : en 2010, celui-ci représente pas moins de 51% des nuitées et 80 % du chiffre d'affaire généré par ces activités en Belgique s'y concentre³². Bruxelles est d'ailleurs caractérisée par une hôtellerie haut de gamme et des infrastructures MICE (Meetings, incentives, conferences, exhibitions) très nombreuses

Cette part relative du tourisme d'affaires ou de congrès a cependant diminué au profit du tourisme de loisirs (voir figure suivante).

³¹Direction générale Statistique et Information économique, 2010

³²Observatoire du Tourisme à Bruxelles, 2005.

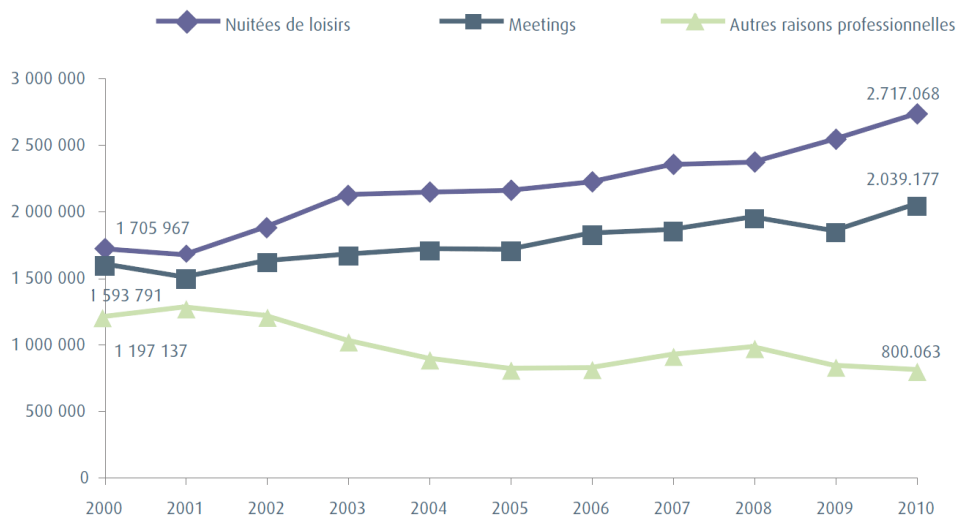


Figure 5-55: Total des nuitées de 2000 à 2010

Source : Direction générale Statistique et Information Économique, 2010

Bruxelles rassemble 33% du total généré par le tourisme de loisirs en Belgique. C'est un tourisme urbain essentiellement basé sur la culture, le patrimoine et l'urbanisme. La ville de Bruxelles se caractérise en effet par une **offre à haute valeur culturelle et patrimoniale** (musées, attractions, offre de circuits touristiques, sites protégés ou archéologiques, etc.).

La ville accueille par ailleurs un grand nombre d'événements récurrents et temporaires (Expositions, Foires, Festivals etc.) de renommée nationale et internationale.

Bruxelles est également un pôle d'attraction très important pour les **excursions** (déplacements d'une journée) : visite de la ville, visite d'expositions et d'attractions, restaurants, shopping etc.

Le territoire de la Région de Bruxelles-Capitale est un territoire **très urbanisé mais relativement vert, ce qui génère aussi du tourisme « vert »³³ et du tourisme urbain durable.**

5.6.1.2 Une saisonnalité peu marquée

Le tourisme en Région de Bruxelles-Capitale est peu marqué par la saisonnalité liée au climat en raison des principaux motifs de voyage (affaires et loisirs urbains).

Les principaux pics de fréquentation sont liés majoritairement aux périodes d'organisation des congrès, séminaires, foires et autres manifestations culturelles (en combinaison avec le tourisme de loisir). **En l'occurrence, ce sont les saisons printemps et automne qui prédominent.**

5.6.1.3 Les transports

Le train occupe une place prépondérante pour le tourisme de séjours et d'affaires (respectivement 19% et 32%) en raison principalement d'une bonne rapidité et fréquence des trains grandes vitesses entre les capitales européennes (Paris, Londres, Amsterdam, etc) et des trains régionaux.

La voiture prend une place assez conséquente pour le tourisme de loisirs et excursionnistes (clientèle régionale et transfrontalière).

L'avion reste le deuxième moyen de transports pour les clientèles internationales lointaines pour le tourisme d'affaires et le troisième pour le tourisme de séjours (clientèles sud européenne en particulier). De même, les lignes lowcost jouent un rôle assez considérable pour le tourisme de loisirs.

³³ En milieu urbain, le tourisme vert peut être défini comme une forme de tourisme durable plus centrée sur la découverte de l'écologie urbaine (espaces et promenades vertes etc.) et de ses sujets attenants.

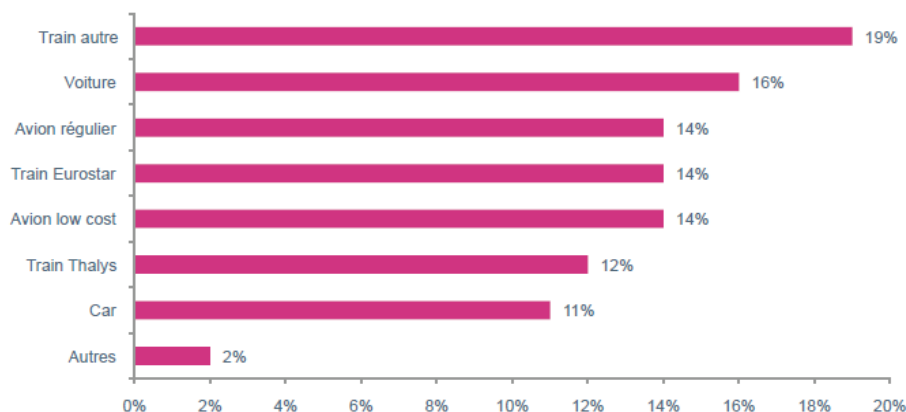


Figure 5-56: Mode de déplacement vers Bruxelles, tourisme de séjour

Source : Direction générale et Information Economique, 2010.

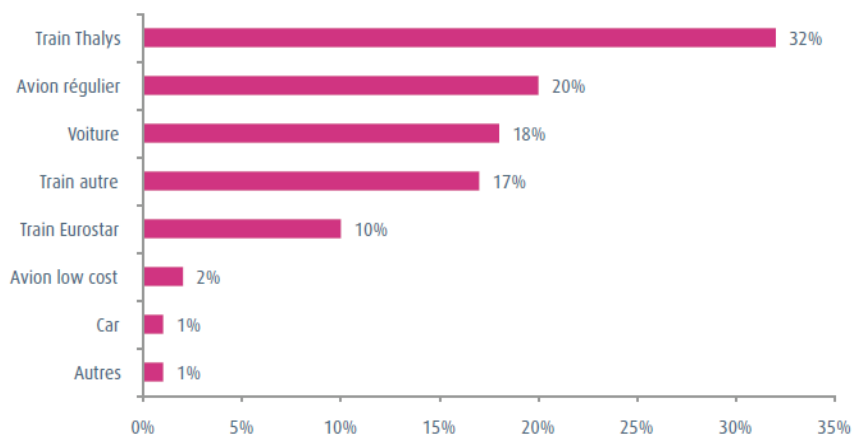


Figure 5-57: Mode de déplacement vers Bruxelles, tourisme d'affaires

Source : Direction générale et Information Economique, 2010.

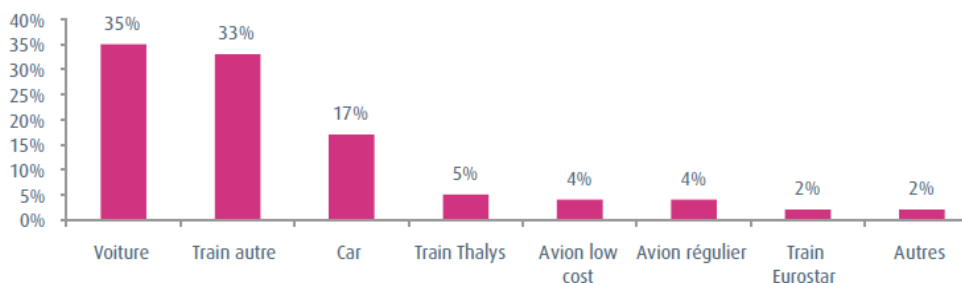


Figure 5-58: Mode de déplacement vers Bruxelles, tourisme excursionniste

Source : Direction générale et Information Economique, 2010.

5.6.2 Dépendance actuelle au climat

En raison de leur environnement anthropique, les villes sont moins sensibles aux modifications visibles des changements climatiques. Les activités principales étant plutôt indépendantes du climat, il semble que ce dernier **ne soit pas un facteur de décision important dans le processus de choix de la destination des clientèles**. Toutefois, il ne faut pas non plus sous-estimer son importance sur les différents types de tourisme et les flux actuellement observés.

5.6.2.1 La sensibilité des touristes aux paramètres climatiques

Le tourisme de loisirs intervient principalement **en période estivale et au mois de décembre. Un temps ensoleillé et un confort thermique favorable** (températures relativement clémentes) peuvent jouer un rôle certain sur l'image et **l'attraction de la destination**. À contrario, des étés maussades peuvent provoquer l'effet inverse. Cela peut alors influencer sur la fréquentation. Cela a effectivement été constaté en Grande-Bretagne: un ou plusieurs étés ensoleillés dans le pays réduisent le tourisme à l'étranger, et attirent même des touristes venant de l'extérieur (Van Ypersele, 2003).

Des **vagues de froid en hiver** accompagnées d'épisodes de neiges ou de verglas peuvent porter atteinte à la fréquentation touristique de la ville d'une part en raison des perturbations aux transports engendrés (perturbations des lignes de transports aériens, dommages aux voiries par exemple) et d'autre part, par l'inconfort thermique provoqué.

Un temps pluvieux peut créer des conditions défavorables pour le tourisme urbain, notamment lors d'épisodes de précipitations prolongés. En particulier, cela peut perturber fortement la fréquentation des manifestations de plein air (VisitBrussels). Par exemple, pour l'événement Bruxelles-Les-Bains (juillet/début août), on a recensé environ 500 000 personnes (VisitBrussels) avec 5 jours de pluie en juillet. La fréquentation 2011 n'a été que de 200 000 personnes avec 13 jours de pluie pour ce même mois (VisitBrussels).

Si aujourd'hui la sensibilité des touristes aux facteurs climatiques reste relativement modérée, une mutation de ces conditions climatiques est néanmoins susceptible d'influer d'une part sur les flux touristiques et d'autre part sur l'attractivité du tourisme urbain.

5.6.2.2 Les impacts sur les infrastructures du tourisme

Une partie importante de la consommation énergétique de la Région est liée au climat. Ainsi, aux épisodes de grands froids correspondent des pics de consommation énergétique tandis qu'à des périodes plus douces correspondent une baisse des consommations énergétiques.

Les vagues de chaleur entraînent des pics/augmentations de consommation électrique liées à l'utilisation des systèmes de climatisation. En l'occurrence, les infrastructures touristiques (palais des congrès, hôtellerie) sont de grands consommateurs d'énergie. Si le secteur tertiaire est à ce jour équipé à hauteur de 52% en climatisation en Région bruxelloise, la branche d'activité de l'Hôtellerie/restauration/café l'est à 64% (Bruxelles Environnement 2011).

5.6.3 Les paramètres climatiques en lien avec la thématique

Les paramètres climatiques qui rentrent en ligne de compte pour le tourisme sont principalement :

- Ensoleillement ;
- Températures moyennes ;
- Précipitation > 10 mm ;
- Nombre de vagues de chaleur ;
- Nombre de vagues de froid ;
- Précipitations neigeuses (Précipitation + T < 1°C).

5.6.4 Les vulnérabilités futures

Principes méthodologiques

Au regard de l'analyse de la dépendance actuelle au climat, il s'agit à présent de confronter les enjeux identifiés précédemment à l'évolution attendue des paramètres climatiques pertinents pour déterminer le degré de vulnérabilité future de la RBC au CC. Il est alors nécessaire de présenter l'évolution des indicateurs et le degré d'incertitude qui entoure les résultats : par exemple, si les différentes projections sont concordantes et significatives sur un paramètre, le signal est alors plutôt robuste. A contrario, si les projections sont contradictoires, le signal est absent et on ne peut alors tirer de conclusion quant à l'évolution du paramètre et par voie de conséquence quant à l'évolution du risque en question. Outre l'analyse des paramètres climatiques, il faut aussi rendre compte des répercussions pour le territoire et évaluer la prise en charge actuelle ou potentielle des risques pour déterminer la vulnérabilité.

La prise en charge actuelle est présentée sous forme de tableaux de la manière à faire ressortir : l'organisation des compétences et le niveau de sensibilité des acteurs, les plans/services/outils existants identifiés, le niveau de prise en charge des vulnérabilités au CC.

L'ensemble de l'analyse est ensuite restituée de manière synthétique dans la partie transversale en donnant d'une part : **une vision figée des vulnérabilités par thématique à l'horizon 2050** et d'autre part une **vision évolutive aux différents horizons donnés**, selon la projection de référence.

5.6.4.1 Vers un climat plus attractif ?

On observe sur le territoire bruxellois une tendance nette à l'augmentation des températures moyennes selon toutes les projections (tous les modèles), horizons temporels et saisons.

Dès l'horizon 2030, l'augmentation des températures moyenne est significative même si elle reste relativement modérée ; entre +0,8°C et +1,9°C. À l'horizon 2050, la tendance se confirme avec une hausse comprise entre +1,3°C à +2,8°C. Le réchauffement est beaucoup plus marqué vers la fin de siècle avec une élévation comprise entre +1,9°C et +5,4°C.

En ce qui concerne les températures estivales, les modèles indiquent une élévation des températures pouvant atteindre entre +2,3 et +7,2°C (tous SRES confondus) à l'horizon 2085. Il convient de relever que certains modèles pessimistes affichent une augmentation moyenne des températures pouvant aller jusqu'à +8,9°C au mois d'août à l'horizon 2080. Si l'évolution projetée du nombre de jours de vagues de chaleur est certes très incertaine, l'ensemble des modèles s'accorde tout de même sur une tendance à l'augmentation dès l'horizon 2050. Selon la projection sèche, cette élévation pourrait atteindre + 18 jours à cet horizon et jusqu'à +28 jours à l'horizon 2085. En hiver, les projections affichent une élévation moyenne des températures comprise entre +1,9 et 5,4°C en 2085 (tous SRES confondus).

En ce qui concerne le volume de précipitations, les projections tendent à s'accorder sur une augmentation des précipitations en période hivernale et une baisse en période estivale. En revanche, il n'est pas possible de dégager de signal quant aux précipitations d'automne et de printemps.

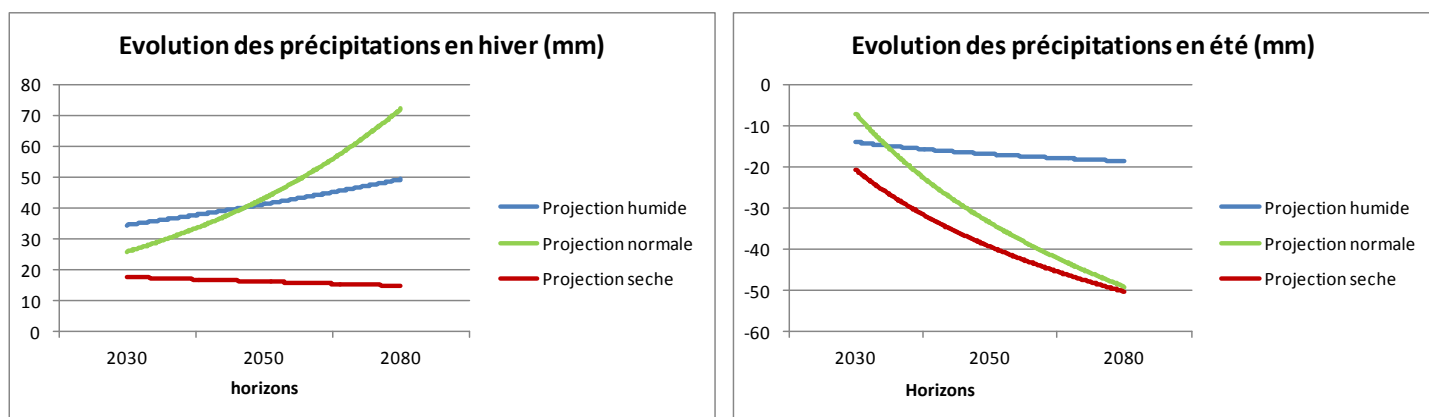


Figure 5-59 : Evolution des précipitations saisonnières (en mm)

Source : Données extraites pour la sous-région limoneuse de l'étude « adaptation au changement climatique en Région wallonne » selon les projections « Ensembles » (groupement Ecores - Tec, 2011)

Les précipitations hivernales augmenteraient de façon progressive, avec une hausse pouvant atteindre +21% à l'horizon 2080, selon les projections moyennes. Toutefois, les autres modèles ne projettent pas de hausse très significative ce qui tend à renforcer l'incertitude. Les scénarios à l'horizon 2085 fournis par CCI-HYDR montrent quant à eux des résultats qui convergent plutôt vers une hausse des précipitations, hausse pouvant atteindre + 60% certains mois d'hiver, pour les modèles les plus extrêmes.

Les projections s'accordent par ailleurs sur une baisse généralisée des précipitations estivales, baisse qui devient vraiment significative en fin de siècle (-16% environ pour les projections sèches et moyennes). Les scénarios CCI-HYDR vont également dans ce sens, avec des extrêmes pouvant être beaucoup plus marqués selon certains scénarios (jusqu'à -80% de précipitations pour le scénario le plus sec).

Les projections laissent tout d'abord **envisager un accroissement de l'attractivité de la destination en raison de l'élévation projetée des températures** à toutes les saisons quand bien même cette potentialité mérite d'être nuancée notamment en **raison des impacts en termes de vagues de froid en hiver ou de chaud en été**, et en raison de l'augmentation des précipitations en hiver et aux saisons intermédiaires du fait des incertitudes sur l'évolution de ce dernier paramètre.

La saison estivale devrait offrir des conditions plus attractives (hausse des températures, baisse des précipitations. En effet, des étés chauds peuvent favoriser l'animation dans l'espace public et rendre le caractère urbain plus attractif. La fréquentation des espaces verts pourrait également s'accroître (parcs arborés, forêts de Soignes notamment). **Toutefois, une l'élévation prononcée des températures et des vagues de chaleur venant renforcer l'îlot de chaleur urbain pourrait par contre dissuader le tourisme en milieu urbain en raison de l'inconfort thermique engendré.**

En termes de position concurrentielle de la destination, il est difficile de conclure, Le changement climatique pourrait modifier les conditions de concurrence des destinations entre elles : les destinations du sud du pourtour méditerranéen seraient plus durement touchées par les excès de chaleur que celle du Nord. L'amélioration des conditions climatiques du nord de l'Europe pourrait conduire les clientèles d'Europe du nord à passer plus les vacances d'été chez elles qu'elles ne le font actuellement et voir se renforcer la concurrence de régions européennes plus tempérées.

5.6.4.2 L'impact sur les ressources touristiques

Le risque d'augmentation importante de la **consommation énergétique** (électrique très principalement) pour des besoins de refroidissement pendant la saison chaude est sans un des principaux risques (voir 5.4.4.2). Le manque de prise en compte de la chaleur dans la conception des bâtiments risquerait en effet d'engendrer un recours massif à la climatisation dans le secteur touristique (hôtellerie, musées, centre de congrès etc.).

Chapitre 5 : Les vulnérabilités de la Région de Bruxelles-Capitale au CC

Par ailleurs, l'évolution de l'offre d'espaces verts, le développement des accès aux zones refuges seront sans doute déterminants dans les conditions d'attractivité de la ville. Ces espaces seront plus recherchés et plus prisés en cas de fortes chaleurs. Les enjeux de conservation de la biodiversité, notamment en forêt de Soignes et dans les parcs boisés sont donc à regarder.

La prise en charge des vulnérabilités

Organisation des compétences / sensibilité des acteurs	Législation / plans /services/outils existants	Niveau de prise en charge des vulnérabilités futures
BITC COCOF Région	Labellisation Clef Vert	Programme soutenu par la Région lancé en 2011, portant sur la gestion environnementale, la gestion des déchets, de l'eau, de l'énergie, des espaces verts, et de la mobilité, pour laquelle une quinzaine d'hôtels ont déjà manifesté un intérêt.
	Label régional « Entreprise écodynamique » (Bruxelles-Environnement)	Attribué aux entreprises bruxelloises, qui mettent en œuvre des bonnes pratiques en matière de gestion environnementale et attribué aujourd'hui à de nombreux hôtels.

Tableau 5-21 : Prise en charge actuelle des vulnérabilités relatives au tourisme

5.7 Analyse transversale

Afin de construire un diagnostic synthétique et de dégager des priorités dans les vulnérabilités, il a été décidé de les **répertorier et de les apprécier selon une analyse multicritère puis une vision temporelle**.

Cette analyse est réalisée à partir d'une notation, notation elle-même résultante du diagnostic des vulnérabilités futures mais aussi des résultats « qualitatifs » issus des entretiens réalisés lors de la seconde phase. Il n'existe donc pas de méthodologie « miracle » pour établir cette hiérarchisation. Toutefois, les outils retenus permettent d'aider à la construction d'une vision transversale et d'une hiérarchisation des vulnérabilités. Les principaux résultats sont exposés ci-après.

La définition de la vulnérabilité doit également être rappelée : **c'est le degré par lequel un système risque de subir ou d'être affecté négativement par les effets néfastes des changements climatiques, y compris la variabilité climatique et les phénomènes extrêmes**. La vulnérabilité dépend du caractère, de l'ampleur, et du rythme des changements climatiques auxquels un système est exposé, ainsi que de sa sensibilité, et de sa capacité d'adaptation (GIEC, 2007).

Une vision sectorielle des vulnérabilités à 2050

Les 6 secteurs retenus pour l'étude font l'objet d'une hiérarchisation des vulnérabilités. L'horizon 2050 constituant l'horizon de décision majoritaire du projet et celui en général des stratégies d'adaptation, il a été décidé de dresser un panorama à cet horizon-là **selon la projection de référence**. La vision temporelle permettra quant à elle d'avoir un regard sur l'évolution des opportunités ou des menaces et sur les incertitudes relatives aux différents scénarios.

La hiérarchisation suppose la définition préalable de critères. Les différents impacts peuvent d'ailleurs se hiérarchiser de façon différente selon les critères considérés. Sont répertoriés à la fois les impacts à caractère négatif ou positif pour chacune des thématiques.

Il convient de détailler l'ensemble des critères retenus.

Niveau d'exposition à l'aléa

On évalue le niveau d'exposition à l'aléa en appréciant de façon combinée :

- **Le degré de probabilité de l'aléa** : probabilité d'occurrence de l'impact (ex : il est très probable qu'il y aura un accroissement du phénomène d'inondations avec l'augmentation des précipitations et des pluies intenses en automne et en hiver) ;
- **Le degré de connaissance** : il s'agit de pointer les impacts qui nécessitent des besoins de recherche afin d'améliorer la finesse de l'évaluation ;
- **Le lien avec le changement climatique** : il convient d'apprécier la relation de l'impact au changement climatique, certains impacts pouvant également dépendre d'autres facteurs moins en lien avec la problématique (ex : risque lié à la gestion du réseau électrique en raison d'une modification du parc de distribution).

La sensibilité de la RBC à la menace ou l'opportunité identifiée

On évalue la sensibilité en appréciant de façon combinée :

- **Le degré de gravité** : on prend en compte ici la gravité de l'impact au regard de ses conséquences potentielles sur le secteur considéré ;
- **L'urgence de la prise en charge** : certains impacts nécessitent une prise en charge rapprochée, que les effets attendus se ressentent d'ailleurs à court, moyen ou plus long termes. On pense par exemple aux actions relatives à l'aménagement du territoire face à l'augmentation possible du risque d'inondations, qui engagent l'avenir jusqu'à la fin de siècle et même au-delà. C'est dans ce sens qu'il y a urgence. En revanche, il peut paraître raisonnable d'avoir une meilleure évaluation des impacts avant de s'engager dans les stratégies prenant à bras le corps le problème, là où les connaissances manquent (par exemple sur les dommages aux infrastructures liés à une éventuelle

augmentation des tempêtes) ;

- **Étendue du territoire concernée** : certains impacts peuvent toucher tout le territoire régional alors que d'autres seront beaucoup plus localisés.

5.7.1.1 La prise en charge actuelle ou potentielle

On l'évalue en regardant :

- **Le niveau de sensibilité des acteurs** : on apprécie au niveau de la région le degré général de prise de conscience dans la société de l'impact potentiel considéré ;
- **La compétence de la RBC** sur la thématique ;
- **La capacité d'adaptation** au regard du niveau de prise en charge actuelle ou potentielle (mesures et plans existants) ;

Les trois critères (niveau d'exposition/sensibilité/prise en charge) **moyennés** nous permettent alors d'établir une note de vulnérabilité à l'horizon 2050, variant de 0 pour une opportunité à 1 pour une vulnérabilité très forte.

Menaces ou opportunités identifiées	Niveau d'exposition à l'aléa	Sensibilité de la RBC	Prise en charge actuelle ou potentielle	Vulnérabilité de la RBC en 2050
Risque 1	0,30	0,30	0,40	0,33
Légende	très fort 0,8-1	très forte 0,8-1	très faible 0,8-1	très forte 0,8-1
	fort 0,6-0,7	forte 0,6-0,7	faible 0,6-0,7	forte 0,6-0,7
	moyen 0,4-0,5	moyenne 0,4-0,5	moyen 0,4-0,5	moyenne 0,4-0,5
	faible ou incertain 0,2-0,3	faible ou incertaine 0,2-0,3	bon 0,2-0,3	faible ou incertaine 0,2-0,3
	très faible 0 - 0,1	très faible 0 - 0,1	très bon à-0,1	opportunité 0 - 0,1

Lecture des tableaux

Les tableaux sont destinés à identifier des vulnérabilités marquantes au sein de chaque secteur et n'ont pas vocation à être comparés.

En effet, le nombre d'impacts identifiés pour chacune des thématiques ne permet pas de dire que tel ou tel secteur est prioritaire. Certains secteurs se prêtent simplement mieux à une vue synthétique que d'autres. On peut par exemple avoir beaucoup d'impacts peu graves ou positifs pour un secteur et peu d'impacts néanmoins très importants pour un autre.

Il n'a pas été possible ni même jugé utile de supprimer des impacts pour homogénéiser les tableaux car une partie de la richesse de l'analyse aurait alors été perdue.

L'identification de vulnérabilités marquantes au sein de chaque secteur participe à la définition des grands enjeux transversaux.

La vulnérabilité du secteur de la santé à l'horizon 2050

Menaces ou opportunités identifiées	Niveau d'exposition à l'aléa	Sensibilité de la RBC	Prise en charge actuelle ou potentielle	Vulnérabilité de la RBC
Risques sanitaires liées aux épisodes caniculaires				
Risques sanitaires liées aux vagues de froid				
Risques sanitaires liés à la qualité de l'air (été)				
Risques sanitaires liés à la qualité de l'air (hiver)				
Maladies allergènes				
Maladies infectieuses				
Maladies hydriques				
Légende	très fort	très forte	très faible	très forte
	fort	forte	faible	forte
	moyen	moyenne	moyenne	moyenne
	faible ou incertain	faible ou incertaine	bonne	faible ou incertaine
	très faible	très faible	très bonne	opportunité

La vulnérabilité de l'aménagement du territoire et des infrastructures à l'horizon 2050

Menaces ou opportunités identifiées	Niveau d'exposition à l'aléa	Sensibilité de la RBC	Prise en charge actuelle ou potentielle	Vulnérabilité de la RBC
Risque inondation hivernal				
Risque inondation estival				
Perturbation T ou dégâts infrastructures en cas de gel et neige				
Endommagement infrastructures lié aux fortes chaleurs (système électrique/déformation rail)				
Perturbation navigation en période d'étiage et hausse du coût de dragage				
Risque d'îlot de chaleur urbain				
Endommagement des infrastructures en raison de tempêtes (chutes d'arbres)				
Légende	très fort	très forte	très faible	très forte
	fort	forte	faible	forte
	moyen	moyenne	moyenne	moyenne
	faible ou incertain	faible ou incertaine	bonne	faible ou incertaine
	très faible	très faible	très bonne	opportunité

Chapitre 5 : Les vulnérabilités de la Région de Bruxelles-Capitale au CC

La vulnérabilité des forêts et de la biodiversité à l'horizon 2050

Menaces ou opportunités identifiées	Niveau d'exposition à l'aléa	Sensibilité de la RBC	Prise en charge actuelle ou potentielle	Vulnérabilité de la RBC
Translation des aires de répartition (essences forestières en particulier)				
Variation de la croissance forestière				
Risques sanitaires (augmentation fréquence des pullulations, invasions)				
Dégradation des milieux aquatiques				
Risques de dégâts aux peuplements liés au gel				
Risques de dégâts aux peuplements liés aux tempêtes				
Risques de dégâts aux peuplements liés au stress hydrique/sécheresse				
Risque de dégâts aux peuplements liés aux incendies				
Légende	très fort	très forte	très faible	très forte
	fort	forte	faible	forte
	moyen	moyenne	moyenne	moyenne
	faible ou incertain	faible ou incertaine	bonne	faible ou incertaine
	très faible	très faible	très bonne	opportunité

La vulnérabilité du secteur de l'énergie à l'horizon 2050

Menaces ou opportunités identifiées	Niveau d'exposition à l'aléa	Sensibilité de la RBC	Prise en charge actuelle ou potentielle	Vulnérabilité de la RBC
Consommation énergétique liée au chauffage				
Consommation énergétique liée au besoin de refroidissement				
Intégrité et capacité des réseaux de distribution et transports				
Risques liés à la gestion du réseau électrique interconnecté				
Modification du potentiel de production photovoltaïque				
Légende	très fort	très forte	très faible	très forte
	fort	forte	faible	forte
	moyen	moyenne	moyenne	moyenne
	faible ou incertain	faible ou incertaine	bonne	faible ou incertaine
	très faible	très faible	très bonne	opportunité

La vulnérabilité des ressources en eau à l'horizon 2050

Menaces ou opportunités identifiées	Niveau d'exposition à l'aléa	Sensibilité de la RBC	Prise en charge actuelle ou potentielle	Vulnérabilité de la RBC
Variation des nappes en RBC (3% de l'approvisionnement)				
Variation de l'approvisionnement en eau en provenance de Wallonie (97% de l'approvisionnement)				
Risque d'étiages plus marqués				
Degradation de la qualité des eaux de surface en lien avec des étiages importants				
Pollution des nappes consécutive au lessivage ou remontée de nappe				
Légende	très fort	très forte	très faible	très forte
	fort	forte	faible	forte
	moyen	moyenne	moyenne	moyenne
	faible ou incertain	faible ou incertaine	bonne	faible ou incertaine
	très faible	très faible	très bonne	opportunité

La vulnérabilité du secteur touristique à l'horizon 2050

Menaces ou opportunités identifiées	Niveau d'exposition à l'aléa	Sensibilité de la RBC	Prise en charge actuelle ou potentielle	Vulnérabilité de la RBC
Conditions climatiques favorables au tourisme intersaison				
Conditions climatiques favorables au tourisme estival				
Consommation énergétique liée aux besoins de chauffage				
Consommation énergétique liée aux besoins de refroidissement				
Evolution de la qualité des espaces verts en RBC				
Légende	très fort	très forte	très faible	très forte
	fort	forte	faible	forte
	moyen	moyenne	moyenne	moyenne
	faible ou incertain	faible ou incertaine	bonne	faible ou incertaine
	très faible	très faible	très bonne	opportunité

5.7.2 Une vision temporelle des vulnérabilités

Le tableau synthétise les principales vulnérabilités et opportunités identifiées précédemment en les positionnant selon les différents pas de temps (2030, 2050, 2080) au regard de l'augmentation des températures de la projection moyenne. Toutefois, les projections d'encadrement sont aussi indiquées afin de permettre de voir l'incertitude quant à l'échéance des vulnérabilités.

Il permet de visualiser rapidement les principales vulnérabilités et de les hiérarchiser en fonction de leur gravité.

Projection humide	2030	2050	2080				
Proj. Moyenne	2030	2050			2080		
Projection sèche			2030	2050			
Hausse T°	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
Santé	Risques sanitaires liées aux épisodes caniculaires						
	Risques sanitaires liées aux vagues de froid						
	Risques sanitaires liés à la qualité de l'air (été)						
	Risques sanitaires liés à la qualité de l'air (hiver)						
	Maladies allergènes						
	Maladies infectieuses						
	Maladies hydriques						
Aménagement du territoire / infrastructures	Risque inondation hivernal						
	Risque inondation estival						
	Perturbation T ou dégâts infrastructures en cas de gel et neige						
	Endommagement infrastructures lié aux fortes chaleurs (déformation rail etc.)						
	Perturbation navigation en période d'étiage et hausse coût dragage						
	Risque d'îlot de chaleur urbain						
Biodiversité et forêts	Endommagement des infrastructures en raison de tempêtes (chutes d'arbres)						
	Translation des aires de répartition (essences forestières en particulier)						
	Variation de la croissance forestière						
	Risques sanitaires (augmentation fréquence des pullulations, invasions)						
	Dégradation des milieux aquatiques						
	Risques de dégâts aux peuplements liés au gel						
	Risques de dégâts aux peuplements liés aux tempêtes						
Energie	Risques de dégâts aux peuplements liés au stress hydrique/sécheresse						
	Risque de dégâts aux peuplements liés aux incendies						
	Consommation énergétique liée au chauffage						
	Consommation énergétique liée au besoin de refroidissement						
	Intégrité et capacité des réseaux de distribution et transports						
Ressources en eau	Risques liés à la gestion du réseau électrique interconnecté						
	Modification du potentiel de production photovoltaïque						
	Variation des nappes en RBC (3% de l'approvisionnement)						
	Variation de l'approvisionnement en eau en provenance de Wallonie (97%)						
Tourisme	Risques d'étiages plus importants						
	Dégradation de la qualité des eaux de surface en lien avec des étiages importants						
	Pollution des nappes consécutive au lessivage ou remontée de nappe						
	Conditions climatiques favorables au tourisme intersaison						
	Conditions climatiques favorables au tourisme estival						
Legende	Consommation énergétique liée aux besoins de chauffage						
	Consommation énergétique liée au besoin de refroidissement						
	Evolution de la qualité des espaces verts en RBC						
Legende	vulnérabilité très forte						
	vulnérabilité forte						
	vulnérabilité moyenne						
	vulnérabilité faible ou incertaine						
	opportunité						

5.7.3 Les vulnérabilités marquantes pour la région Bruxelles-Capitale : une vision transversale

L'identification des vulnérabilités clés sur le territoire régional nécessite d'analyser de manière transversale les hiérarchisations sectorielles effectuées.

5.7.3.1 Des vulnérabilités clés pour le territoire de la RBC

Une fois croisés les différents critères de notre analyse, il est possible d'identifier un certain nombre de risques prioritaires pour la Région Bruxelles-Capitale, avec quelques précautions méthodologiques :

- cette hiérarchisation, si elle s'appuie sur une analyse multicritère, n'est pas une notation proprement dite, et il subsiste toujours une part de subjectivité dans l'appréciation de tel ou tel risque ;
- plutôt que d'une approche unique, il nous semble que c'est du croisement des regards (consultants, experts, etc.) que ressort une vision sur les priorités ;
- certains des risques sont dans la liste ci-dessous parfois parce qu'ils sont graves et très probables, parfois parce que la RBC y est très vulnérable, parce qu'ils sont mal pris en charge actuellement, parfois pour un cumul de ces raisons.

Les risques en lien avec la gestion de la chaleur estivale

- **Un risque d'amplification de l'îlot de chaleur urbain**

Si l'impact de l'îlot de chaleur urbain mérite d'être nuancé compte tenu de l'urbanisme actuel (espaces verts important, urbanisme plutôt diffus), il n'en demeure pas moins que son évolution, face à l'augmentation des vagues de chaleur, sera conditionné par l'évolution positive ou négative de l'aménagement de l'espace urbain bruxellois (rapport entre surfaces minérales et espaces verts, densité du bâti, morphologie urbaine) et du cadre du bâti (qualité de l'isolation, albédo des matériaux etc.).

- **Les risques sanitaires en lien avec l'augmentation des températures et des extrêmes**

Si le risque canicule est aujourd'hui relativement faible, l'augmentation des températures minimales et maximales mais aussi des vagues de chaleur induira à moyen terme une augmentation directe **des risques de mortalité et morbidité touchant particulièrement les publics les plus vulnérables et isolés** (personnes à risque, personnes âgées etc.). Cela doit constituer un point de vigilance car il existe un taux de précarité important en RBC et de forts enjeux résident dans :

- la rénovation du cadre bâti en particulier pour les populations défavorisées;
- le maintien d'un système de santé efficace (services à domicile performant pour lutter contre l'isolement, accueil d'urgence dans le milieu hospitalier, etc.) ;
- le développement de l'accès aux espaces refuges pour les populations des centres-villes (espaces verts, forêt etc.).

Une prise en compte du changement climatique dans les politiques sanitaires est plus que nécessaire pour anticiper et réduire sa vulnérabilité aux fortes chaleurs attendues, d'autant plus qu'une adaptation réactive (exemple : hausse de la climatisation) serait susceptible d'avoir des répercussions négatives sur les objectifs d'atténuation et ne ferait, à terme, qu'accentuer le problème.

Outre le risque de canicule, il faut s'attendre à ce que **les problèmes en lien avec la qualité de l'air, en particulier l'ozone en été, s'amplifient sans concrétisation d'actions en termes de transport, notamment, en premier lieu et à court terme en assurant le respect des objectifs définis dans le plan IRIS 2**. Il réside ici un fort enjeu en termes de transformation des modes de vie (rompre avec l'utilisation systématique de son véhicule personnel) et de développement efficace des transports en commun.

Certains risques tels que les **maladies infectieuses** doivent tout autant constituer des points de vigilance. La forte spécificité de la région bruxelloise (population jeune, forte migration de populations) pourrait favoriser les migrations de vecteurs, les maladies infectieuses importées dont les germes pathogènes trouveraient de nouvelles conditions favorables à leur installation.

Enfin, l'augmentation des fortes chaleurs pourraient engendrer **des conséquences sanitaires indirectes en lien avec la dégradation de la qualité de l'eau**. En effet, une élévation de la température de l'eau peut favoriser le développement de bactéries ou d'algues responsables d'intoxication alimentaire. Si l'attractivité touristique de la RBC devait être renforcée en période estivale, une vigilance accrue serait nécessaire.

- **Les risques énergétiques**

Le risque d'augmentation importante de la consommation énergétique (électrique très principalement) pour des besoins de refroidissement pendant la saison chaude est sans doute un des principaux risques. Toutefois, des facteurs externes au CC tels qu'une augmentation forte des prix de l'énergie peut amener à relativiser ce risque. Le manque de prise en compte de la chaleur dans la conception des bâtiments risquerait en effet d'engendrer un recours massif à la climatisation dans le logement, l'immobilier d'entreprise mais aussi dans l'industrie hôtelière et touristique, le secteur de la santé (hôpitaux, maison de repos etc.) qui pourrait se révéler très préoccupant en termes de consommation énergétique. Si peu de logements sont équipés aujourd'hui en climatisation, il réside un fort enjeu sur certains bâtiments (années 50-80) mal conçus pour supporter des élévations de températures. En particulier le **logement social** est le plus sensible car plus difficile à ventiler en période de canicule. De même, certains **bâtiments publics**, mal isolés et dont les normes de rénovation sont relativement restrictives pour des raisons patrimoniales pourraient connaître des enjeux énergétiques importants.

Une mal-adaptation à cet impact est susceptible d'augmenter la vulnérabilité du secteur (tensions accrues du réseau / augmentation des émissions de GES si l'adaptation se fait de manière réactive) d'autant plus que les mutations du système de production électrique (passage progressif à un système décentralisé et dépendance accrue aux parcs interconnectés) nécessiteront une grande adaptation tant en termes de gestion que de modes de vies.

La question de la **maîtrise de la demande de climatisation et de refroidissement actif** sera un point d'attention particulier de l'adaptation aux changements climatiques du secteur. Elle implique une gestion anticipée de la chaleur d'été (refroidissement passif, isolation etc.) dans les bâtiments tant pour le confort que pour la santé humaine mais aussi dans les activités impliquant le maintien d'une chaîne de froid pour des questions sanitaires.

L'intégrité et la capacité du réseau de distribution d'électricité pourrait par ailleurs être affecté par les fortes chaleurs : dilatation, pertes en ligne etc.

Les risques en lien avec la gestion de l'eau en tant que ressource et aléa

- **Un renforcement du risque d'inondation**

Le risque inondation devrait se renforcer en raison des fortes probabilités d'augmentation du volume de précipitations et de l'intensité des pluies hivernales. Il convient donc d'accorder une attention toute particulière à ce risque compte tenu des dégâts et coûts très importants qu'il est susceptible d'engendrer. De même, quand bien même les projections convergent plutôt vers une diminution du risque en période estivale, celui-ci continuera de perdurer du moins à court et moyen termes. Aussi, en raison de l'élévation attendue des sécheresses, les pluies intenses résiduelles pourraient être plus problématiques qu'auparavant.

L'adaptation mérite d'être pensée ici sur le long terme notamment en termes de planification urbaine (limitation de l'étalement, amélioration de l'infiltration, gestion intelligente des bassins d'orage, adaptation des évacuations etc.). Aussi, quand bien même le plan PLUIE existe, il conviendra d'évaluer l'efficacité de sa mise en œuvre et très certainement d'en prioriser les mesures.

- **Des risques d'étiages plus importants et de dégradation de la qualité des eaux de surface**

La diminution projetée du volume des précipitations estivales se combine à une élévation projetée des températures durant la même période. L'augmentation de l'évapotranspiration devrait alors se traduire par un risque d'étiages plus importants. En RBC, ce risque pourrait affecter grandement la navigation sur le canal par une baisse des apports en provenance de la Senne. De même, l'augmentation de la masse sédimentaire induite possiblement par des pluies intenses estivales résiduelles ne ferait qu'amplifier le phénomène.

On devrait assister par ailleurs à une plus forte concentration des substances polluantes pouvant poser de sérieux problèmes de qualité tant pour les cours d'eau et zones humides et ce en dépit de la progression de la qualité écologique constatée actuellement.

- **Un risque plus sur la qualité que sur la quantité pour les aquifères**

Même avec des hivers plus humides, des étés plus secs et plus chauds pourraient diminuer les réserves d'eau souterraines en Belgique (Marbaix, Van Ypersele, 2004) en raison de l'évapotranspiration. Mais les conséquences se regardent plus en termes de qualité que de quantité. En particulier, la baisse de la nappe des sables du Bruxellien en période estivale, déjà très sensible aux pollutions ponctuelles et diffuses pourrait remettre en cause son utilisation à long terme quant à l'approvisionnement en eau potable quand bien même celle-ci ne constitue qu'une infime partie de l'approvisionnement bruxellois. Une augmentation des besoins ainsi qu'une dépendance accrue aux ressources wallonnes en période estivale ne sont par contre pas à exclure. Aussi, les impacts du CC sur ces dernières doivent nécessairement être pris en compte car la ressource wallonne constitue 97% des apports pour la RBC.

Que ce soit pour les cours d'eau ou pour les aquifères, la tendance au renforcement des précipitations intenses ou érosives engendrera un ruissellement et une érosion hydrique accrues et par conséquent des risques de pollution.

Les risques en lien avec la gestion de la biodiversité et de la forêt

Les risques doivent être appréhendés au regard des services rendus par les écosystèmes.

En l'occurrence, l'Évaluation des Écosystèmes pour le Millénaire³⁴ identifie quatre catégories de service :

- Les services support (offre d'habitat pour les espèces, formation des sols etc.) ;
- Les services d'approvisionnement (offre de ressources pour l'homme tels que le combustible, la faune etc.) ;
- Les services de régulation (maintien de la qualité de l'air, régulation du climat, cycle de l'eau) ;
- Les services culturels et sociaux (valeur patrimonial, récréation etc.) ;

Au regard des services fournis par les écosystèmes, les enjeux de conservation et de développement de la biodiversité sont primordiaux, y compris en milieu urbain.

- **La translation des aires de répartition des espèces menacées**

La fragmentation des habitats constitue une lourde menace quant à la translation des aires de distribution des espèces attendues par les changements climatiques (qui dépasse largement le territoire de la RBC), d'autant plus grande que le réchauffement sera important. Le principal risque est de voir s'accroître la dégradation et la perte de biodiversité voire l'extinction de certaines espèces si les déplacements sont freinés par le manque de connectivité des habitats.

Les efforts réalisés en matière de développement du maillage écologique et de la valorisation des services rendus par la biodiversité devront être envisagés sous la perspective du changement climatique afin d'augmenter la connectivité entre les habitats et laisser ainsi l'opportunité aux espèces d'effectuer un déplacement.

³⁴ <http://www.millenniumassessment.org/en/index.aspx>

- **Un risque de mal adaptation des espaces verts, de la forêt de Soignes et des artères arborées au changement climatique**

C'est un des risques majeurs au regard des nombreux services rendus par ces écosystèmes et en particulier par la **forêt de Soignes**. **Des périodes de sécheresses plus fréquentes menacent directement les deux principales espèces de la forêt que sont le hêtre et le chêne pédonculé**. Le dépérissement annoncé des deux principales espèces à l'horizon 2100 laisse présager un fort potentiel de perte de biodiversité et de services associés. Cela affectera directement la sensibilité et l'exposition du territoire aux autres risques (inondation, îlot de chaleur urbain, risques sanitaires etc.). Les adaptations à très court terme devront s'envisager dans une perspective d'adaptation au climat futur car elles ne se feront pas de manière spontanée mais devront inclure également les incertitudes relatives aux projections (favoriser la diversité des espèces mais aussi des âges etc.).

- **Un risque de sensibilité accrue des écosystèmes aux aléas climatiques (sécheresse etc.) et risques sanitaires**

Certains peuplements pourraient être plus impactés par l'augmentation des aléas climatiques ou voir leur sensibilité exacerbée à certains d'entre eux en cas de stress déjà prononcé. En particulier, il convient d'être particulièrement vigilant sur les risques relatifs aux : dégâts de gel, sécheresse, tempêtes et feux de forêt. De même, l'affaiblissement des peuplements résultant du CC corrélé à l'augmentation probable des pullulations et invasions augmenteront de fait les risques de dégâts. La surveillance et la vigilance quant à l'évolution des événements extrêmes et des risques sanitaires doivent être considérées comme une priorité et les adaptations devront viser avant tout le renforcement de la résilience des écosystèmes. **Une adaptation non planifiée serait susceptible d'engendrer des coûts de gestion particulièrement importants.**

- **La dégradation des milieux aquatiques**

L'élévation des températures et des extrêmes couplée à des étiages plus importants devrait mener à une baisse de la qualité des eaux de surface par une concentration des substances polluantes au travers de la multiplication des micro-organismes toxiques et des risques d'eutrophisation. Pour les milieux aquatiques en particulier, l'augmentation de température devrait mener à une diminution du taux de saturation en oxygène qui pourrait nuire à la survie des poissons et autres organismes aquatiques (National Climate Commission 2010).

5.7.3.2 Des besoins de connaissance

Certains risques sont difficiles à apprécier en raison du manque de connaissance sur l'indicateur climatique concerné ou bien de par les tendances contradictoires affichées par les projections. De même, certaines interrelations avec d'autres facteurs non climatiques peuvent en rendre l'analyse complexe.

Parmi les vulnérabilités difficiles à apprécier, nécessitant des besoins de recherche complémentaires sur les indicateurs (amélioration des modèles climatiques, modélisation etc.), on notera :

- **En lien avec l'évolution des vents** : Endommagement des infrastructures en raison de tempêtes, risques de dégâts aux peuplements liés aux fortes rafales ;
- **En lien avec l'évolution de l'ensoleillement** : modification de la production photovoltaïque par exemple ;
- **En lien avec l'évolution des précipitations**: volume global des nappes, évolution du risque inondation aux intersaisons, conditions d'attractivité de la destination aux intersaisons, évolution des précipitations de très courtes durées susceptibles d'affecter les réseaux électriques et de transport etc.
- **En lien avec le changement climatique en général** : translation des aires de répartition des différentes espèces, maladies vectorielles etc.

5.7.3.3 Des opportunités limitées à un réchauffement modéré

Le changement climatique apportera certaines opportunités qu'il convient toutefois de nuancer. En effet, si certaines opportunités peuvent devenir réelles avec un accroissement des températures, **à plus long terme**, un certain nombre de facteurs limitant devrait freiner les effets bénéfiques (passé 2°C d'augmentation des températures) et on pourrait alors assister à une inversion des tendances.

On identifie comme opportunités :

- **Secteur de la santé :**
 - **Une amélioration du confort thermique et du cadre de vie** pour la population bruxelloise en toutes saisons limitée en période estivale à long terme ;
 - **Une baisse des risques sanitaires** (mortalité, morbidité) en lien avec les vagues de froid et la qualité de l'air en période hivernale, prononcée à long terme. En revanche cette opportunité serait limitée par l'accroissement des risques en période estivale induit par l'élévation sensible des vagues de chaleur en fin de siècle.
- **Infrastructures et aménagement du territoire :**
 - **Une baisse des dégâts** aux infrastructures et des perturbations en matière de maintenance des transports liées à la baisse des jours de gels et la hausse des températures hivernales, devenant particulièrement significative à un horizon lointain.
- **Biodiversité et forêt :**
 - **Une hausse de la productivité forestière** en lien avec l'augmentation des niveaux de CO₂ limité dans le temps par des températures excessives, épisodes de sécheresse prolongés, dépôts d'ozone, fertilité du sol etc.
- **Energie :**
 - Une baisse de la consommation énergétique liée au besoin de chauffage particulièrement prononcée à long terme. Toutefois, ce bénéfice pourrait être contrecarré par une augmentation de la consommation estivale à des fins de refroidissement et de climatisation.
- **Tourisme**
 - **Des conditions d'accueil plus attractives en toutes saisons** mais surtout pour la saison estivale (hausse des températures, baisse des précipitations) à court terme. A long terme, il faut par contre envisager une dégradation des conditions favorables au tourisme en période estivale (fortes chaleurs etc.).
 - **Une baisse de la consommation énergétique** liée au besoin de chauffage (hôtellerie, palais des congrès etc.) potentiellement contrecarré par une augmentation des consommations estivales.

Chapitre 6 : Vers une stratégie d'adaptation au changement climatique

A ce stade, l'étude formule une proposition de stratégie, qui devra faire l'objet d'un processus d'appropriation et de validation tant technique que politique.

La stratégie d'adaptation au changement climatique a pour objectif de renforcer la résilience de la RBC face aux impacts futurs du changement climatique. La résilience peut être définie comme la capacité d'un système social ou écologique d'absorber des perturbations tout en conservant sa structure de base et ses modes de fonctionnement, la capacité de s'organiser et la capacité de s'adapter au stress et aux changements (GIEC).

Face aux incertitudes pesant sur l'ampleur de ces impacts et la vitesse du changement climatique, il convient de rechercher une certaine **souplesse et réactivité** plutôt que de décider prématurément de mesures irréversibles. D'une manière générale, les évolutions législatives, institutionnelles, organisationnelles ou financières améliorent la flexibilité des systèmes de réponse.

Il faudra donc proposer des stratégies qui vont donner aux différents secteurs plus de réactivité face à des évolutions ou des événements encore mal cernés. Il s'agit de stratégies prioritairement flexibles et réversibles par opposition à des solutions techniques impliquant des investissements importants et dont on ne peut assurer l'efficacité en cas d'évolution plus marquée que prévu.

6.1 Les principes directeurs de la stratégie

6.1.1 Intégrer la stratégie d'adaptation dans les stratégies et politiques sectorielles à l'œuvre....

La stratégie d'adaptation au changement climatique de la région de Bruxelles-Capitale ne devrait pas se substituer aux différentes stratégies sectorielles à l'œuvre. Elle ne devrait pas non plus constituer une stratégie régionale à part entière pour tel ou tel secteur. Cette stratégie d'adaptation doit au contraire être intégrée dans les politiques et stratégies sectorielles existantes, qu'il s'agisse de l'aménagement et des infrastructures, de l'énergie, des ressources en eau etc. Cela peut impliquer de porter sur ces politiques un regard critique et de les réorienter, si cela se révèle nécessaire.

Dans cette optique, ce principe vise tout d'abord à identifier les liens et les synergies entre politiques existantes et à s'appuyer au maximum sur les outils existants pour une meilleure efficacité. Puis, dans un second temps, il vise à identifier les éventuelles incohérences entre les politiques actuelles et la stratégie d'adaptation et propose d'y remédier. **Il s'agit par conséquent de proposer des mesures visant à la fois le renforcement/la réorientation des politiques sectorielles existantes mais aussi la coordination des politiques entre les différents secteurs.**

6.1.2 Vérifier systématiquement la cohérence d'ensemble avec les politiques publiques existantes

Outre la vérification de l'articulation de la stratégie d'adaptation avec les politiques sectorielles directement concernées par la mise en œuvre de mesures d'adaptation, il s'agit de systématiser le contrôle à l'ensemble des politiques publiques existantes (PRAS démographique par exemple) afin de garantir la cohérence d'ensemble, d'intégrer l'adaptation de façon plus large et de refléter ainsi sa nature transversale.

6.1.3 Articuler les différentes échelles d'action

Dans le prolongement de la stratégie, le plan régional et le plan national d'adaptation qui s'en suivront devront s'appuyer nécessairement sur les études sectorielles réalisées et prendre en compte les spécificités régionales en la matière. Mais il faudra en même temps identifier les enjeux qui ignorent les découpages administratifs et politiques et exigent une prise en charge conjointe et coordonnée (comme la biodiversité ou la santé par exemple). Aussi, les orientations stratégiques et mesures proposées devront veiller à s'inscrire à la fois dans le contexte régional et national et impliquer les acteurs aux différentes échelles du territoire.

6.1.4 Privilégier les stratégies « sans-regret » et les synergies avec les mesures d'atténuation

Pour anticiper les impacts possibles du changement climatique, on peut songer à investir dans des infrastructures ou des équipements, à faire évoluer des textes réglementaires ou des normes ou des éléments de planification, à mettre en place des structures institutionnelles *ad hoc*, etc. Dans tous les cas, ces mesures ont un coût qu'il est raisonnable d'essayer de limiter. Dans cette optique on fait particulièrement appel à des stratégies « sans regret ».

Une stratégie « sans regret » est **une stratégie qui s'avérera bénéfique indépendamment de l'évolution du climat et de l'ampleur de son changement**. Par exemple, des améliorations dans la performance énergétique des bâtiments permettent à la fois de garantir à la population un meilleur confort thermique et de limiter leurs dépenses énergétiques, tout en limitant les émissions de gaz à effet de serre. Ce type de mesure est ainsi bénéfique indépendamment des évolutions climatiques. Il s'agit donc d'une stratégie qui n'implique finalement pas de coûts susceptibles d'être inutiles si les projections des scientifiques sur le climat s'avéraient partiellement erronées (sous-estimation ou surestimation).

Au-delà, il s'agit aussi de privilégier les politiques qui favorisent les synergies entre adaptation et atténuation. On pense en premier lieu aux risques de voir se développer de manière spontanée la climatisation face à l'augmentation des extrêmes de températures, adaptation réactive qui aurait un effet bien évidemment contre-productif en termes d'atténuation et ne ferait qu'amplifier les impacts climatiques à l'œuvre. Les stratégies d'adaptation du cadre du bâti, notamment par rapport aux objectifs de refroidissement, doivent donc s'envisager en tenant compte des effets de synergie avec les politiques d'atténuation.

6.1.5 Prendre en compte différents horizons temporels

Les orientations stratégiques doivent être articulées dans le cadre d'un plan prenant en charge les différents horizons temporels. La question temporelle peut être traitée selon deux angles d'approche qui vont déterminer l'urgence de l'action :

- L'horizon auquel les impacts du CC vont réellement être ressentis par le secteur ;
- L'horizon auquel il est nécessaire de commencer à agir pour se préparer.

Par exemple, l'impact des sécheresses sur les écosystèmes forestiers pourrait se faire ressentir fortement à long terme. Toutefois, l'adaptation doit être pensée à court terme compte tenu de la vitesse de renouvellement des peuplements.

Au regard de ces deux angles, on peut identifier plusieurs types d'action :

- L'action urgente : justifiée quand les effets sont déjà ressentis et qu'il s'agit de corriger une politique ou de réorienter une stratégie déjà engagée ;
- L'action « dès que possible » : quand une action n'est pas forcément urgente mais doit être lancée dès que l'opportunité se présente (révision de plan etc.), en particulier lorsque des décisions de long terme doivent être prises (urbanisme, aménagement) ;
- L'action différée : lorsqu'il paraît raisonnable d'avoir une meilleure évaluation des impacts avant de s'engager dans des stratégies prenant à bras le corps le problème, là où les connaissances manquent (pourvu que l'on pallie à ce manque de connaissances dans un délai raisonnable).

6.1.6 Corriger les inégalités face au changement climatique

Ce sont les ménages les plus pauvres qui souffriront le plus des effets du CC (logements vétustes, mise à l'écart des zones refuges, risques sanitaires etc.) et pour qui l'adaptation est la plus cruciale. Ce sont pourtant ces mêmes ménages qui ne disposent pas de marge de manœuvre financière. Des mécanismes et systèmes de solidarité devront être envisagés ou renforcés pour corriger les inégalités vis à vis de l'adaptation au CC.

6.2 Les orientations stratégiques

L'analyse des vulnérabilités a permis de mettre en évidence de grands enjeux transversaux qui constituent les bases des orientations stratégiques proposées à présent. Ces orientations se concentrent donc sur la prise en charge des menaces. Il ne faut cependant pas occulter les opportunités offertes par le changement climatique dont bénéficiera très probablement le territoire de la RBC à un horizon de court voire de moyen terme.

6.2.1 Anticiper et s'adapter à la chaleur en ville et dans l'espace public

Si l'on s'attend à une augmentation des températures tout au long de l'année, **c'est avant tout l'été, lors des canicules et avec un renforcement du phénomène d'îlot de chaleur urbain, que les impacts seront les plus dérangeants**. L'élévation des températures l'été met en péril la santé de manière directe et indirecte et plus largement le confort et le bien-être. Elle engendrera aussi une demande additionnelle d'énergie à des fins de refroidissement. L'adaptation à cette perspective implique, à côté de mesures techniques (adaptation des structures et du fonctionnement de l'habitat), **des évolutions des modes de vie** pour favoriser les synergies entre l'adaptation et l'atténuation. Il s'agit au final de tendre aussi vers une société plus sobre en carbone.

6.2.1.1 Lutter contre l'effet de l'îlot de chaleur urbain en repensant l'aménagement du territoire

L'élévation attendue des températures et de l'occurrence des vagues de chaleur incite à adopter une **vision plus économe et durable de l'aménagement du territoire** et à repenser la Région avec un **urbanisme faisant une place plus grande à l'eau et au végétal³⁵ et intégrant des principes forts en matière de lutte contre l'îlot de chaleur urbain**.

Quelques mesures préconisées

Mesure 1 : **Intégrer la question de l'îlot de chaleur urbain dans le PRDD et dans la planification urbaine** afin de permettre le développement et l'amélioration de la répartition des espaces avec présence de végétation et d'eau, favoriser les couloirs de vent etc. notamment dans les zones les plus densément peuplées

Mesure 2 : **Réviser le guide de référence de l'aménagement de l'espace public pour y amplifier les bonnes pratiques** relatives à l'infiltration de l'eau dans les sols (promotion de l'utilisation de pavés, briques, dalles alvéolées en béton et substrat engazonné, bétons et bitumes poreux, fossés végétalisés, puits d'infiltration, parking constitués de graviers etc.), à la végétalisation et à la verdisation, aux revêtements des sols. Cette mesure est aussi bénéfique quant au risque d'inondation.

6.2.1.2 Anticiper l'impact du CC sur la santé humaine, améliorer le confort thermique des populations

La lutte contre l'îlot de chaleur urbain et les risques sanitaires associés passent à la fois par une adaptation du bâti ainsi que par des mesures visant une meilleure prise en charge des personnes vulnérables et précarisées, et une combinaison des deux : lutte contre l'isolement, accès aux espaces refuges, accès aux soins etc.

Au-delà de la prise en charge médicale, les mesures d'adaptation en termes de santé concernent aussi bien les changements de rythme de vie en temps de canicule (adapter les horaires d'ouverture des établissements publics et privés) que l'adaptation des infrastructures (transports, mises à disposition de points d'eau dans l'espace public) ou encore le nécessaire

³⁵ À ce jour, le code bruxellois de l'aménagement du territoire, COBAT, qui institue un certain nombre d'outils urbanistiques destinés à régir et encadrer la matière de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire (dont le plan régional de développement et le plan régional de développement durable à venir, le plan régional d'affectation du sol, le règlement régional d'urbanisme,...) n'intègre pas suffisamment les enjeux d'adaptation aux changements climatiques.

Chapitre 6 : Vers une stratégie d'adaptation au CC

maintien et développement de la sensibilisation (écoles, grand public, restaurateurs) et de la communication (renforcement envers les populations vulnérables).

Quelques mesures préconisées

Mesure 1 : **Faire de la lutte contre l'isolement une priorité face au CC** / pérenniser / conserver le système de santé actuel

Mesure 2 : **Favoriser les constructions passives pour les bâtiments existants** (confort thermique naturel suite à la prise en compte de l'environnement et du climat comme composantes essentielles de la construction afin de tirer le meilleur parti du rayonnement solaire, de l'inertie thermique des matériaux et du sol et de la circulation naturelle de l'air)

Mesure 3 : **adapter par des techniques de refroidissement passif et naturel, les établissements accueillant des personnes vulnérables** (hôpitaux, maisons de retraite...)

Mesure 4 : **Intégrer l'objectif « rafraîchissement naturel »** dans le renouvellement des transports collectifs (bus/tram/méto) : stores et vitres teintées dans les bus, aération naturelle etc.

Mesure 5 : **Augmenter la présence de fontaines d'eau potable** et de points de rafraîchissement dans l'espace urbain

Mesure 6 : **Adapter les rythmes de vie** par la mise en place d'horaires d'ouverture des établissements publics et privés et des transports en commun décalés

Concernant les effets indirects du réchauffement sur la santé (intoxications alimentaires, allergies, maladies infectieuses), la surveillance et la prise en charge par le corps médical semblent être à ce jour efficaces. Néanmoins, la vigilance reste de mise et les connaissances devront être améliorées sur les facteurs de risques en lien avec le CC.

Quelques mesures préconisées

Mesure 1 : Encourager et suivre les **programmes de recherche relatifs aux vecteurs infectieux**

Mesure 2 : **Disposer d'un réseau de surveillance des eaux stagnantes quant à leur occupation par des moustiques pathogènes**

Mesure 3 : Renforcer la prévention concernant la problématique des eaux stagnantes (eaux stagnantes dans les jardins privés, dépôt de pneus... etc.)

Mesure 4 : **Créer un indicateur de suivi des aires de distribution** des vecteurs de maladies infectieuses

6.2.1.3 Anticiper et lutter contre les pics d'ozone à la source plutôt qu'agir en urgence

Les pics d'ozone favorisés par des vagues de chaleurs estivales et des jours d'été plus fréquents, devront faire l'objet d'une réduction à la source. Cela passe nécessairement par une politique active sur le transport pour tendre vers une mobilité plus durable et plus douce, en diminuant la demande en mobilité et en répondant à la mobilité résiduelle par les moyens de déplacement doux (marche, vélo, transports en commun) mais aussi réduire la place réservée à la voiture dans l'espace public. Ces mesures rentrent en synergie forte avec une politique d'atténuation des gaz à effet de serre et d'amélioration globale de la qualité de l'air en toute saison.

Quelques mesures préconisées

Mesure 1 : **Diminuer la demande en mobilité** en développant la mixité des fonctions dans l'espace urbain, en particulier aux nœuds de transports en commun ;

Mesure 2 : **Diminuer la pression automobile** en réaménagement l'espace public en faveur des usagers faibles par l'agrandissement des trottoirs, des zones piétonnes, des pistes cyclables et en réduisant les zones dévolues à la voiture et leur attractivité, notamment les zones de stationnement ;

Mesure 2 : **Favoriser les modes de déplacement doux** par la mise en place d'itinéraires cyclistes

sécurisés et continus

Mesure 3 : **Mettre en œuvre le péage urbain** ou un système équivalent de tarification à l'usage comme un moyen de gestion du trafic au regard des impacts attendus du CC (avec possibilité de moduler les prix/coûts en fonction de la qualité de l'air)

Mesure 4 : **Créer des indicateurs de suivi des politiques de mobilité douce** : nombre de km de bus en site propre/ nombre de km de pistes cyclables etc.

Mesure 5 : Pour les besoins résiduels en mobilité, **utiliser des moyens de transport fonctionnant à l'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelable**, en particulier dans les transports en commun, les flottes captives et les véhicules légers

6.2.1.4 Lutter contre les risques énergétiques

Un des grands enjeux du réchauffement sera celui de la maîtrise des besoins en refroidissement dans tous les secteurs. Aussi, cela nécessite des mesures permettant de lutter efficacement de manière anticipée contre une adaptation réactive qui consisterait à recourir notamment à la climatisation. De même, ces mesures doivent s'adresser prioritairement aux publics en situation de précarité énergétique.

Quelques mesures préconisées

Mesure 1 : Intégrer des objectifs liés au refroidissement naturel dans les réglementations PEB existantes

Mesure 2 : **Renforcer le dispositif des primes au niveau des bâtiments** pour promouvoir le refroidissement naturel, en y intégrant des critères sociaux.

Mesure 3 : **Créer un groupe de travail relatif à la mise en place de dérogation spécifique au RRU** (alignement de façade par exemple pour permettre une isolation extérieure)

Mesure 4 : **Intensifier les programmes de formation/initiatives relatifs à l'amélioration des performances énergétiques et au refroidissement dans l'industrie touristique** (hôtellerie / Palais des congrès)

Des mesures visant à une maîtrise de l'énergie (au sens plus général que le refroidissement) sont proposées ci-dessous :

Quelques mesures préconisées

Mesure 1 : **Prendre des mesures de contrôle de la demande** pour empêcher l'augmentation des besoins dans tous les secteurs : analyse (par secteurs) de l'élasticité de la demande électrique aux températures estivales élevées

Mesure 2 : **Créer un nouveau mécanisme** visant l'accélération du taux de rénovation des bâtiments (publics en priorité, privé ensuite). Dans le cas des logements à destination des publics défavorisés, l'accompagner d'un mécanisme **de financement**.

Mesure 3 : Mettre en œuvre une tarification progressive de l'énergie

Mesure 4 : Mettre en place une société de services énergétiques publique (ESCO)

6.2.2 Renforcer et adapter la gestion de l'eau et de ses impacts à la nouvelle donne climatique

Pour de nombreux territoires, l'eau est à la fois une ressource et une menace : une ressource permettant la culture des sols, l'approvisionnement indispensable pour les particuliers et les activités économiques. Une menace lorsque l'eau est présente en quantité excessive ou bien au contraire lorsqu'elle se fait rare.

Les caractéristiques principalement urbaines de la Région Bruxelloise font que l'eau est prioritairement perçue comme une menace au travers de fréquents épisodes d'inondations

plutôt que comme une ressource lorsqu'une écrasante majorité de son flux est importé.

Le changement climatique va renforcer ce constat tout en faisant émerger de nouvelles contraintes avec les conséquences d'une raréfaction de l'eau en période estivale et un support « eau » qui demandera une plus grande vigilance sanitaire.

6.2.2.1 Diminuer le risque et les conséquences des épisodes d'inondation

Les mesures identifiées pour lutter plus efficacement contre un renforcement possible du risque d'inondation en région bruxelloise sont un prolongement des actions menées actuellement notamment au travers du Plan PLUIE et du PGE. Deux volets se dégagent avec, d'une part, un aspect préventif (diminution des conséquences des fortes précipitations), d'autre part, un aspect organisationnel (sensibilisation et réduction des conséquences des inondations).

Quelques mesures préconisées

Mesure 1 : **Procéder à l'évaluation du Plan Pluie et en prioriser les mesures**

Mesure 2 : **Suivre activement les bonnes pratiques internationales** existantes en matière de lutte contre les inondations urbaines

Mesure 3 : **Favoriser certaines bonnes pratiques relatives à la lutte contre les inondations** : végétalisation, usage de matériaux poreux, installation de dispositifs anti-refoulement, etc

Mesure 4 : **Créer un indicateur des conséquences des inondations**

6.2.2.2 Optimiser la gestion et la préservation des eaux de surface sur le territoire bruxellois

Le changement climatique attendu sur le territoire bruxellois pourra provoquer des risques d'étiages sévères et une dégradation plus importante de la qualité de l'eau. Le maintien en bon état quantitatif et écologique des eaux de surface à la fois dans un souci économique (activité du port de Bruxelles notamment), environnemental et sanitaire à long terme passe nécessairement par un renforcement de leur gestion dans une optique de CC.

Quelques mesures préconisées

Mesure 1 : **Renforcer et pérenniser l'alimentation des zones humides** par le découplage entre réseaux d'eaux usées et eaux de pluies afin de permettre l'acheminement des eaux de pluie vers ces zones plutôt que vers les égouts

Mesure 2 : **Intégrer les changements climatiques dans la révision du Plan stratégique du Port de Bruxelles** / Etudier le renforcement des actions préventives au regard du CC (dragage notamment)

Mesure 3 : **Renforcer les mesures de gestion et restauration écologique des plans et cours d'eau dans une perspective de CC (vidange)**

Mesure 4 : **Améliorer la gestion intégrée** de l'eau du bassin de la Senne

6.2.2.3 Renforcer la surveillance des nappes souterraines et l'approvisionnement et la maîtrise de la demande en eau sous une perspective de CC

Le changement climatique induira sans doute une baisse de la qualité des eaux souterraines et notamment des nappes affleurantes telles celle du Bruxellien, déjà très sensible aux pollutions ponctuelles et diffuses. Cela pourrait remettre en cause son utilisation pour l'approvisionnement en eau potable quand bien même cette ressource reste mineure. Des risques de dépendance accrue à la ressource wallonne notamment en période estivale ne sont donc pas à exclure, d'autant plus que la demande augmentera. Aussi, ce constat induit des mesures en termes de gestion de l'approvisionnement et de maîtrise de la demande nécessairement renforcées sous une perspective de CC.

Quelques mesures préconisées

Mesure 1 : **Obtenir des changements de comportements concrets/tangibles dans l'usage de l'eau** via notamment des politiques tarifaires plus incitatives

Mesure 2 : **Renforcer la gouvernance et coopération avec la Wallonie** (Recherche etc.) quant à la baisse des ressources hydriques en période estivale et la prévention de potentiels conflits d'usage

Mesure 3 : **Renforcer le contrôle qualitatif de la nappe du Bruxellien** (seule nappe d'eau potable de la RBC) au regard du CC

Mesure 4 : Inclure dans le guide de la gestion des espaces publics les bonnes pratiques en matière de plantation d'essences et d'espèces indigènes plus résistantes aux nouvelles conditions climatiques dans les parcs, massifs et voiries et **insister sur un changement de méthode culturale (paillage) pour diminuer l'évaporation des sols et l'arrosage**

6.2.3 Renforcer la préservation de la biodiversité et améliorer la résilience des écosystèmes

Le changement climatique exercera une pression supplémentaire sur une biodiversité et des écosystèmes (forestiers, aquatiques etc.) déjà largement menacés. Cette pression sera d'autant plus grande que le changement sera rapide. Toutefois, au regard des incertitudes qui demeurent et de la difficulté d'appréhender les systèmes de réponse des écosystèmes, il est nécessaire de favoriser des stratégies à la fois « sans regret » et flexibles. **Il est important de souligner qu'une stratégie d'adaptation doit être pensée à la fois dans une optique de conservation de la biodiversité mais également dans une optique de maintien des services écosystémiques.**

6.2.3.1 Améliorer le réseau écologique en tenant compte des changements climatiques

Les mesures identifiées visent à **améliorer la connectivité des habitats naturels** et à donner ainsi plus d'opportunités aux espèces d'effectuer leur déplacement d'aire, déplacement qui dépasse donc le simple cadre du territoire de la RBC. Les corridors écologiques sont à ce titre, particulièrement pertinents pour les espèces dont les capacités de migration sont largement restreintes. Le renforcement du maillage écologique passe avant tout par **l'intégration des changements climatiques dans les plans et dispositifs existants et le passage d'une vision statique et sectorielle à une vision dynamique et intégrée** quant à la gestion de la biodiversité et des écosystèmes sur le territoire de la RBC.

Un point d'attention particulier concernera bien évidemment la gestion des écosystèmes aquatiques face aux risques de dégradation de la qualité de l'eau en périodes estivales. En outre, **cela nécessitera très probablement de renforcer les moyens quant à la restauration écologique des plans et cours d'eau** pour ne pas rompre la dynamique d'amélioration actuellement constatée.

Quelques mesures préconisées

Mesure 1 : **Encourager ou créer une cellule de gestion intégrée de la biodiversité** coordonnant la mise en place d'outils normatifs et réglementaires et imposant la prise en compte de la gestion de la biodiversité par tous les acteurs du territoire, le contrôle et le respect des législations. Sensibiliser l'ensemble des acteurs sur la thématique biodiversité et changement climatique

Mesure 2 : **Inclure la prise en compte du CC notamment dans le Plan Nature** / Revoir les stratégies et les plans de gestion et de suivi de la biodiversité existants dans une optique de gestion dynamique en lien avec le CC

Mesure 3 : **Intégrer le maillage écologique dans les plans d'aménagement**

Mesure 4 : **Soutenir et développer la gestion transfrontalière et européenne de la biodiversité** en

L'adaptation au changement climatique en Région de Bruxelles-Capitale :
élaboration d'une étude préalable à la rédaction d'un plan régional d'adaptation
Rapport final - © FACTOR X – ECORES - TEC-, 2012

lien avec les CC (corridors européens / programmes et réseaux de recherche et d'évaluation)

Mesure 5 : **Créer un indicateur de suivi de la translation** de certaines espèces (sud->nord et ouest->est) et espèces envahissantes

6.2.3.2 Développer une gestion dynamique et durable de la forêt de Soignes, des espaces verts et des artères arborées

Au vu de la vulnérabilité annoncée de la forêt, des espaces verts, des artères arborées au CC, il convient d'instaurer une gestion dynamique et durable pour assurer l'adaptabilité des écosystèmes et maintenir la biodiversité en RBC.

Cette adaptation passe incontestablement par l'augmentation de la diversité spécifique, génétique et structurelle (différentes strates de peuplements). Celle-ci offre une plus grande résistance et résilience face aux diverses atteintes : événements extrêmes (sécheresse, etc.), attaques d'insectes aux peuplements etc.

En dépit des incertitudes relatives aux futures aires de répartition des espèces, il est tout de **même nécessaire de favoriser au maximum l'adéquation espèces/station** au regard des maladaptations observées actuellement mais aussi des vulnérabilités futures pressenties. En l'occurrence, il existe un fort enjeu dans le remplacement progressif des espèces les plus vulnérables (notamment le hêtre, le chêne pédonculé) et dans la révision et l'adaptation des plans de gestion à cet effet. L'adaptation doit être ici pensée sur le temps long tout en étant flexible car l'incertitude qui règne sur les conditions futures peut rendre aussi le choix difficile et présente un certain risque.

Aussi, augmenter la diversité (peuplements, âges etc.), renforcer l'observation (modification de la phénologie etc.) et les inventaires (notamment sur les espaces boisés autre que la forêt de Soignes), actualiser les connaissances quant au CC, diffuser les bonnes pratiques à l'ensemble des gestionnaires via des recommandations sur les méthodes de gestion et le choix des essences, améliorer la coordination entre les différents acteurs demeurent des stratégies sans regret particulièrement pertinentes face aux incertitudes.

Quelques mesures préconisées

Mesure 1 : **Poursuivre les inventaires** d'essences des parcs et espaces boisés et artères arborées pour identifier les vulnérabilités précises au CC et les possibilités d'adaptation

Mesure 2 : **Intégrer des critères de choix des essences (indigènes) pour les plantations dans les plans de gestion relatifs à la forêt Soignes, aux artères et espaces boisés** pour favoriser la diversité génétique ainsi que la diversité de structures et d'âges des peuplements

6.2.3.3 Renforcer progressivement la gestion des risques naturels et sanitaires dans une perspective de changement climatique

Si les actions de gestion et de suivi des risques naturels et sanitaires (espèces invasives notamment) sont déjà en place en RBC, il est important de ne pas baisser la garde et de renforcer ou le cas échéant réorienter progressivement ces actions sous la perspective du CC. En effet, il est plus facile de prévenir et de contrôler l'évolution des aires de répartition des espèces invasives quand elles occupent une aire encore limitée de même que de détecter précocement les épisodes de maladies et parasites que d'y remédier une fois les dégâts largement prononcés. Il en est de même pour les événements extrêmes. Aussi, cette adaptation du système de gestion passera d'une part par le **renforcement des systèmes de détection précoce et d'autre part le renforcement du suivi notamment des espèces invasives.**

Quelques mesures préconisées

Mesure 1 : **Pérenniser et maintenir le financement des réseaux de suivi et d'alertes sur les nuisibles et espèces invasives pouvant être favorisés par le CC.**

Mesure 2 **Accroître le système de surveillance et d'alerte précoce pour les parasites, maladies, tempêtes, coups de froid et incendies.** Mettre en place un dispositif de gestion de crise relié au système d'alerte

6.2.4 Les problématiques organisationnelles et institutionnelles de nature transversale

Certaines mesures doivent être appréhendées de manière globale et dépassent par conséquent l'implémentation au niveau sectoriel.

6.2.4.1 Intégrer les changements climatiques dans le Plan Régional de Développement Durable

Le PRDD se veut une réponse intégrée aux principales problématiques qui occupent le territoire et doit traduire les grandes priorités d'action de la RBC à l'horizon 2020 que ce soit en termes de logement, de mobilité, d'aménagement du territoire ou de solidarité. Aussi, **il apparaît particulièrement pertinent d'intégrer les CC dans ce cadre, car il préfigure les orientations stratégiques des différents plans sectoriels et apporte dans un même temps une vision transversale et intégrée, nécessaire pour construire l'adaptation au niveau régional.**

Mesure 1 : **Intégrer les changements climatiques et en particulier l'adaptation multisectorielle dans le Plan Régional de Développement Durable**

6.2.4.2 Développer la recherche, l'observation et le suivi

Les analyses sectorielles pointent des lacunes en termes de connaissance tant au niveau des indicateurs du climat (ex : évolution des vents, ensoleillement) que des impacts (ex : aire de répartition des espèces, recharge des nappes souterraines) ou bien encore des lacunes en termes de suivi (ex : suivi de la phénologie). A ce titre, **il paraît utile de promouvoir le renforcement de la coordination des politiques de recherche aux différents échelons territoriaux (régionaux et nationaux) et de développer une gestion intégrée de l'observation et du suivi des programmes de recherche** (fondamentale, appliquée, données etc.) tant nationaux qu'internationaux pour renforcer efficacement les capacités des acteurs dans leur prise de décision.

Mesure 1 : **S'impliquer dans la création d'un observatoire du CC (en cours de discussion) en charge de coordonner la gestion et du suivi des programmes de recherche régionaux/nationaux et transnationaux et de leur actualisation**

Renforcer la communication, la sensibilisation et l'éducation sur les changements climatiques

L'adaptation au CC passe certes par le renforcement des dispositifs institutionnels et législatifs mais aussi par l'appropriation de cette question aussi bien par les organismes publics que privés.

La sensibilisation revêt un caractère fondamental dans la prise en charge des nouvelles contraintes ou opportunités offertes par un changement aussi bien dans les sphères publiques que privés. Le manque d'information ou de sensibilisation peut constituer un frein à la mise en œuvre de stratégies d'adaptation sectorielles. Il s'agit dès lors d'investir plus amplement ce champ pour favoriser l'engagement des différentes parties prenantes (groupes de travail, communication, renforcement des capacités via des formations par exemple).

Au-delà, l'adaptation appelle aussi des transformations en profondeur dans les comportements et dans les modes de vie. De grands enjeux résident dans l'éducation et la sensibilisation de la population. Il s'agira de renforcer les moyens relatifs à l'information sur les changements

climatiques et ses risques (prévention sanitaire, prévention sur les risques extrêmes etc.) tant les canaux de communication grand public qu'à travers les institutions scolaires et programmes de formation.

Quelques mesures préconisées

Mesure 1 : **Inclure les CC dans les programmes d'éducation et de formation depuis la maternelle jusqu'au master sectoriel**

Mesure 2 : **Proposer des modules de formation sectoriels d'adaptation au CC pour les acteurs et gestionnaires du territoire**

Mesure 3 : **Renforcer le dispositif de communication vers le grand public sur les changements climatiques et les moyens d'adaptation (plaquette informative, spot publicitaire, émissions de télé etc.)**

Systématiser le suivi et l'évaluation

La mise en place d'un dispositif de suivi-évaluation du changement climatique s'avère particulièrement pertinent afin de pouvoir attester des évolutions à l'œuvre tant au niveau du climat que des impacts. Il est proposé dans le cadre de la présente étude et se base sur :

- **des indicateurs du climat** qui ont vocation à observer les évolutions effectives du climat et à constituer progressivement un historique qui permet de dégager des tendances d'évolution ;
- **des indicateurs d'impacts du changement climatique** qui ont vocation à matérialiser les effets du changement climatique sur le territoire en observant l'évolution de phénomènes dépendants du climat (attention, le climat n'est pas le seul facteur d'évolution).

Au-delà, l'implémentation effective des stratégies d'adaptation nécessitera la mise en place d'indicateurs relatifs à l'évaluation des politiques d'adaptation afin de mesurer le degré et l'efficacité des mesures.

6.3 Proposition de nouvelles mesures

Les nouvelles mesures proposées reprennent les propositions de mesures déjà énoncées au travers des orientations stratégiques, les complètent par de nouvelles mesures mais organisée non plus selon les axes stratégiques mais thématiques par thématique.

Les mesures ont été élaborées en tenant compte d'une part du contexte de la RBC (à partir de l'identification des plans et mesures existants pour chacun des secteurs et vulnérabilités identifiées - Cf Chapitre 5) et d'autre part, en s'appuyant sur la seconde phase des entretiens réalisés avec les acteurs et gestionnaires du territoire.

Les mesures sont destinées à être implémentées au niveau des secteurs. C'est pourquoi, il a été jugé utile de revenir à une grille de lecture sectorielle pour présenter les mesures.

Les mesures sont présentées de la manière suivante :

- **Secteurs en lien avec la mesure**

Une mesure peut être bénéfique pour plusieurs secteurs. On indique donc dans cette rubrique les secteurs potentiellement bénéficiaires de cette mesure.

- **Vulnérabilités/opportunités en lien avec la mesure**

On indique le risque ou le bénéfice que la mesure doit traiter.

- **Type de mesure**

Les mesures proposées relèvent de plusieurs types d'action possible :

- **Institutionnel** : des mesures relatives à la gouvernance et à l'organisation institutionnelle.
- **Communication, sensibilisation** : des mesures visant à communiquer sur les enjeux du changement climatique et à sensibiliser différentes catégories d'acteurs à cette problématique.
- **Législatif et réglementaire** : des mesures visant à adapter, faire évoluer ou créer des textes réglementaires, lois, normes pour faciliter une meilleure prise en compte des effets du changement climatique.
- **Connaissance, recherche** : des mesures visant à faire progresser la connaissance des impacts du changement climatique sur le secteur et des marges de manœuvre de ce secteur et à encourager la recherche scientifique dans ces domaines.
- **Technique** : des mesures d'ordre technique s'appuyant sur des compétences opérationnelles des professionnels du secteur.

- **Description de l'action**

Cette case décrit la mesure proposée de façon globale.

- **Initiation et coordination**

Cette rubrique identifie la structure qui devra se saisir de la mesure et s'assurer de sa réalisation. Elle aura en charge de désigner une personne responsable de l'action, de réunir les personnes ou structures qui devront participer à l'action et de vérifier que chaque personne/ structure remplit bien son rôle afin de mener l'action à son terme.

- **Stratégies et plans pouvant intégrer la mesure**

Dans la mesure du possible, il s'agira d'intégrer les mesures dans les dispositifs et plans déjà existants. Il s'agira donc de les citer.

- **Horizon de mise en œuvre**

On distinguera 3 types d'action, conformément aux principes directeurs de la stratégie :

- **L'action urgente**
- **L'action « dès que possible »**
- **L'action différée**

- **Effets attendus des mesures**

- **Parties du territoire régional concernées**

L'ensemble des mesures s'inscrivent dans un plan d'action régional. Cependant, certaines mesures peuvent ne concerner que certaines zones à enjeux. Il conviendra de les préciser.

- **Synergies avec les objectifs**

Il s'agit de préciser :

- si la mesure est compatible avec une stratégie d'atténuation ;
- si la mesure est en contradiction avec l'atténuation mais absolument nécessaire pour réduire la vulnérabilité.

Chapitre 6 : Vers une stratégie d'adaptation au CC

Secteurs en lien avec la mesure	Vulnérabilités / opportunités en lien	Type de mesure	Description de la mesure	Initiation et coordination	Stratégies et plans pouvant intégrer la mesure	Nature des instruments complémentaires à utiliser	Horizon de mise en œuvre	Effets attendus des mesures	Parties du territoire régional concernées	Synergies avec les objectifs d'atténuation	
Aménagement du territoire											
1	Aménagement du territoire Ressources en eau	Inondations	Institutionnel / technique	Procéder à l'évaluation du Plan Pluie et en prioriser les mesures	Bruxelles Environnement / Administration de l'Aménagement du Territoire et du Logement de la Région bruxelloise	PGE / Plan PLUIES	Réunions / périodicité à définir	Action urgente	Opérationnalisation des mesures	zones inondables	-
2	Aménagement du territoire Ressources en eau	Inondations	Recherche / technique	Suivre activement les bonnes pratiques internationales existantes en matière de lutte contre les inondations urbaines	Bruxelles Environnement / Administration de l'Aménagement du Territoire et du Logement de la Région bruxelloise	PGE / Plan PLUIES	Travail en interne à un service / ou via collaboration avec une Université / ou visite de villes exemplaires avec gestionnaires	Dès que possible	Aider à la bonne prise de décision en matière d'aménagement / Améliorer les connaissances coûts/bénéfices des mesures	zones inondables	-
3	Aménagement du territoire Ressources en eau	Inondations	Suivi/évaluation	Créer un indicateur des conséquences des inondations	Bruxelles Environnement / Administration de l'Aménagement du Territoire et du Logement de la Région bruxelloise	PGE / Plan PLUIES	A intégrer dans le rapport sur l'Etat de l'environnement /Tableau de bord bruxellois d'Indicateurs environnementaux pour un Développement Durable	Dès que possible	Evaluer l'efficacité des politiques publiques	zones inondables	-
4	Aménagement du territoire Ressources en eau	Inondations	Suivi/évaluation	Créer un indicateur de suivi de la localisation des inondations d'origine pluviale ainsi que leur occurrence et leur période de retour	Bruxelles Environnement / Administration de l'Aménagement du Territoire et du Logement de la Région bruxelloise	PGE / Plan PLUIES	A intégrer dans le rapport sur l'Etat de l'environnement /Tableau de bord bruxellois d'Indicateurs environnementaux pour un Développement Durable	Dès que possible	Evaluer l'évolution de l'impact	zones inondables	-
5	Aménagement du territoire / Ressources en eau / Biodiversité	Inondations / îlot de chaleur urbain	Technique	Réviser le guide de référence de l'aménagement de l'espace public pour y amplifier les bonnes pratiques relatives à l'infiltration de l'eau dans les sols (promouvoir l'utilisation de pavés, briques, dalles alvéolées en béton et substrat engazonné, bétons et bitumes poreux, fossés végétalisés, puits d'infiltration, parking constitués de graviers etc.) à la végétalisation et à la verdurisation, aux revêtements des sols.	Bruxelles Environnement / Administration de l'Aménagement du Territoire et du Logement de la Région bruxelloise	Guide de référence de l'aménagement de l'espace public / COBAT/RRU/PRAS	Réglementation	Dès que possible	Réduire le risque inondation / lutter contre l'îlot de chaleur urbain / favoriser la biodiversité	Tout le territoire	Synergie forte avec des objectifs d'atténuation
6	Aménagement du territoire / Ressources en eau / Biodiversité	Inondations / îlot de chaleur urbain	Communication et sensibilisation	Favoriser certaines bonnes pratiques relatives à la lutte contre les inondations : végétalisation, usage de matériaux poreux, installation de dispositifs anti-refoulement, etc	Bruxelles Environnement / Administration de l'Aménagement du Territoire et du Logement de la Région bruxelloise	-	Plaquette informative	Dès que possible	Réduire le risque inondation / lutter contre l'îlot de chaleur urbain / favoriser la biodiversité	Tout le territoire	Synergie forte avec des objectifs d'atténuation
7	Aménagement du territoire / Biodiversité/ santé	îlot de chaleur urbain	Législatif et réglementaire	Intégrer la question de l'îlot de chaleur urbain dans le PRDD et dans la planification urbaine afin de permettre le développement et l'amélioration de la répartition des espaces avec présence de végétation et d'eau, favoriser les couloirs de vent etc. notamment dans les zones les plus densément peuplées	Bruxelles Environnement / Administration de l'Aménagement du Territoire et du Logement de la Région bruxelloise	PRDD /COBAT/RRU/PRAS	-	Dès que possible	Faire de l'adaptation au CC une ligne directrice pour la RBC	Tout le territoire	Synergie forte avec des objectifs d'atténuation

**L'adaptation au changement climatique en Région de Bruxelles-Capitale :
élaboration d'une étude préalable à la rédaction d'un plan régional d'adaptation
Rapport final - © FACTOR X – ECORES - TEC-, 2012**

Chapitre 6 : Vers une stratégie d'adaptation au CC

Secteurs en lien avec la mesure	Vulnérabilités / opportunités en lien	Type de mesure	Description de la mesure	Initiation et coordination	Stratégies et plans pouvant intégrer la mesure	Nature des instruments complémentaires à utiliser	Horizon de mise en œuvre	Effets attendus des mesures	Parties du territoire régional concernées	Synergies avec les objectifs d'atténuation	
Aménagement du territoire											
8	Aménagement du territoire / Santé / Energie	îlot de chaleur urbain / risques sanitaires relatifs à la canicule	Législatif et réglementaire Connaissance / recherche	Favoriser les constructions passives pour les bâtiments existants (confort thermique naturel suite à la prise en compte de l'environnement et du climat comme composantes essentielles de la construction afin de tirer le meilleur parti du rayonnement solaire, de l'inertie thermique des matériaux et du sol et de la circulation naturelle de l'air)	Administration de l'Aménagement du Territoire et du Logement de la Région bruxelloise	Permi à bâtir	-	Dès que possible	Apprécier la vulnérabilité à l'îlot de chaleur urbain	Centre ville	Synergie forte avec des objectifs d'atténuation
9	Aménagement du territoire / Biodiversité/santé	Translocation des aires de répartition / îlot de chaleur urbain / risque canicule	Législatif et réglementaire	Intégrer le réseau écologique dans les plans d'aménagement	Administration de l'Aménagement du Territoire et du Logement	Plans d'aménagement	-	Dès que possible	Développer les corridors écologiques / lutter contre l'îlot de chaleur urbain	Tout le territoire	Préserver les capacités de stockage du carbone
10	Aménagement du territoire	îlot de chaleur urbain / risque canicule	Technique	Evaluer l'albédo de la RBC afin de dégager des axes d'actions	Bruxelles Environnement			Dès que possible	Lutter contre l'îlot de chaleur urbain	Tout le territoire	
11	Aménagement du territoire /Santé	Risques sanitaires relatifs à la chaleur	Technique	Augmenter la présence de fontaines d'eau potables et de points de rafraîchissement			-	Action différée		Tout le territoire	
12	Aménagement	Translocation des aires de répartition/ îlot de chaleur urbain	Réglementaire/formation/sensibilisation	Encourager les potagers urbains, les toitures vertes et "potagères", les serres potagères sur toitures plates des bâtiments	Bruxelles Environnement		-	Dès que possible	réduire le risque îlot de chaleur urbain, favoriser la biodiversité		
Transports et infrastructures											
13	Transports / Santé	Risques sanitaires relatifs à la qualité de l'air	Législatif et réglementaire	Proposer des critères écologiques dans la taxe de mise en circulation et de circulation des véhicules	SPF Finance Région Bruxelles Capitale		-	Dès que possible	Anticiper l'amplification attendue des problèmes relatifs à la qualité de l'air	Tout le territoire	Synergie forte avec des objectifs d'atténuation
14	Transports / Santé	Risques sanitaires relatifs à la qualité de l'air	Législatif et réglementaire	Mettre à l'étude la tarification kilométrique comme un moyen de gestion du trafic au regard des impacts attendus du CC et le le péage urbain comme un moyen de gestion du trafic au regard des impacts attendus du CC. Mettre en oeuvre le péage urbain ou un système équivalent de tarification à l'usage comme un moyen de gestion du trafic au regard des impacts attendus du CC (avec possibilité de moduler les prix/coûts en fonction de la qualité de l'air)	Région Bruxelles Capitale	Plan Iris2	-	Dès que possible	Anticiper l'amplification attendue des problèmes relatifs à la qualité de l'air	Ring	Synergie forte avec des objectifs d'atténuation
15	Transports / Santé	Risques sanitaires relatifs à la qualité de l'air	Technique	Engager une réflexion sur la réorganisation de la desserte en TC en RBC (développer les lignes concentriques)	STIB		-	Dès que possible	Anticiper l'amplification attendue des problèmes relatifs à la qualité de l'air		Synergie forte avec des objectifs d'atténuation

Chapitre 6 : Vers une stratégie d'adaptation au CC

	Secteurs en lien avec la mesure	Vulnérabilités / opportunités en lien	Type de mesure	Description de la mesure	Initiation et coordination	Stratégies et plans pouvant intégrer la mesure	Nature des instruments complémentaires à utiliser	Horizon de mise en œuvre	Effets attendus des mesures	Parties du territoire régional concernées	Synergies avec les objectifs d'atténuation
16	Transports / Santé	Risques sanitaires relatifs à la qualité de l'air	Technique	Favoriser les modes de déplacement doux par la mise en place d'itinéraires cyclistes sécurisés et continus	Bruxelles Mobilité		-	Dès que possible	Anticiper l'amplification attendue des problèmes relatifs à la qualité de l'air	Tout le territoire	
17	Infrastructure	Risques sanitaires relatifs à la qualité de l'air	Technique	Diminuer la pression automobile en réaménagement l'espace public en faveur des usagers faibles par l'agrandissement des trottoirs, des zones piétonnes, des pistes cyclables et en réduisant les zones dévolues à la voiture et leur attractivité, notamment les zones de stationnement ;	Bruxelles Mobilité		-	Dès que possible	Anticiper l'amplification attendue des problèmes relatifs à la qualité de l'air		
18	Transports et Biodiversité	Risque canicule	Technique / Législatif et réglementaire	Intégrer l'objectif « rafraîchissement naturel » dans le renouvellement des transports collectifs (bus/tram/méto) : stores et vitres teintées dans les bus, aération naturelle etc.	Bruxelles mobilité		-	Dès que possible	Augmenter le confort thermique des populations		Synergie avec des objectifs d'atténuation (lutte contre la climatisation)
19	Aménagement du territoire et transports / Biodiversité	Translocation des aires de répartition / îlot de chaleur urbain / risque canicule	Technique / Législatif et réglementaire	Intégrer les CC dans le plan stratégique des travaux publics et transports (plan de gestion intégral pour les arbres sur les boulevards, eau dans l'espace public etc.)	Administration de l'équipement et des déplacements	Plan stratégique Travaux publics et transport	-	Dès que possible	Diminuer l'îlot de chaleur urbain / favoriser la biodiversité	Tout le territoire	Préserver les capacités de stockage du carbone
20	Transports et infrastructures / Aménagement du territoire	îlot de chaleur urbain	Suivi/évaluation	Créer un indicateur relatif à l'évolution du nombre de voiries avec revêtement clair	Bruxelles Environnement / Bruxelles Mobilité / Administration de l'Équipement et des Déplacements		A intégrer dans le rapport sur l'Etat de l'environnement /Tableau de bord bruxellois d'Indicateurs environnementaux pour un Développement Durable	Dès que possible	Evaluer l'efficacité des politiques publiques	Tout le territoire	Synergie forte avec des objectifs d'atténuation (transport, etc.)
21	Transports et infrastructures / Aménagement du territoire	Endommagement infrastructures lié aux fortes chaleurs (déformation rail) / inondations	Connaissance/recherche	Suivre les programmes de recherche sur les pistes d'adaptation des infrastructures de transport au CC	Administration de l'équipement et des déplacements / Bruxelles Mobilité		Désignation d'une personne responsable du suivi des recherches	Dès que possible	Renforcer la connaissance des impacts pour choisir des mesures adaptées	Lignes de transport en commun	-
22	Transports	Risque canicule /qualité de l'air	Suivi/évaluation	Créer des indicateurs de suivi des politiques de mobilité douce : nombre de km de bus en site propre/nombre de km de pistes cyclables etc.	Bruxelles mobilité		A intégrer dans le rapport sur l'Etat de l'environnement /Tableau de bord bruxellois d'Indicateurs environnementaux pour un Développement Durable	Dès que possible	Evaluer l'efficacité des politiques publiques	Tout le territoire	
23	Transports	Risque canicule /qualité de l'air	Technique / Législatif et réglementaire	Diminuer la demande en mobilité en développant la mixité des fonctions dans l'espace urbain, en particulier aux nœuds de transports en commun ;							
24	Transports	Risque canicule /qualité de l'air		Pour les besoins résiduels en mobilité, utiliser des moyens de transport fonctionnant à l'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelable, en particulier dans les transports en commun, les flottes captives et les véhicules légers							

Chapitre 6 : Vers une stratégie d'adaptation au CC

	Secteurs en lien avec la mesure	Vulnérabilités / opportunités en lien	Type de mesure	Description de la mesure	Initiation et coordination	Stratégies et plans pouvant intégrer la mesure	Nature des instruments complémentaires à utiliser	Horizon de mise en œuvre	Effets attendus des mesures	Parties du territoire régional concernées	Synergies avec les objectifs d'atténuation
25	Transports et infrastructures / Aménagement du territoire / Ressources en eau	Perturbation de la navigation en période d'étiage / inondations	Technique	Intégrer les changements climatiques dans la révision du Plan stratégique du Port de Bruxelles / Etudier le renforcement des actions préventives au regard du CC (dragage notamment)	Port de Bruxelles	Plan stratégique du Port de Bruxelles		Dès que possible	Amélioration des conditions de navigation	Canal de Bruxelles	
26	Transports / Biodiversité	Translation des aires de répartition / risques naturels	Technique / Législatif et réglementaire	Renforcer la prise en compte des changements climatiques dans la gestion et le renouvellement des artères arborées (augmenter la diversité, le choix d'essences adaptées aux conditions locales etc.)	Bruxelles mobilité / communes			Dès que possible	Renforcer le maillage écologique / améliorer la résilience des écosystèmes face aux événements extrêmes	Artères et voies arborées	Préserver les capacités de stockage du carbone
27	Transports / Santé / Aménagement du territoire	Risques sanitaires relatifs à la qualité de l'air	Technique	Mise en place d'un service de distribution multimodale éco-responsable associant des péniches-entrepôt à une flotte de vélos utilitaires électriques (exemple parisien : http://automobile.challenges.fr/actu-auto/20120326.LQA2546/peniche-entrepot-et-velos-electriques-pour-des-livraisons-propres-a-paris.html)	Bruxelles Mobilité / Port de Bruxelles			Action différée			Synergie forte avec des objectifs d'atténuation (transport, etc.)
Ressources en eau											
28	Ressources en eau	Baisse des ressources en période estivale	Réglementaire	Obtenir des changements de comportements concrets/tangibles dans l'usage de l'eau via notamment des politiques tarifaires plus incitatives	Bruxelles Environnement / Communes	PGE		Action différée	Diminuer la demande d'eau	Tout le territoire	
29	Ressources en eau	Baisse des ressources en période estivale	Institutionnel	Renforcer la gouvernance et coopération avec la Wallonie (Recherche etc.) quant à la baisse des ressources hydriques en période estivale et la prévention de potentiels conflits d'usage	RBC et Région Wallonne	PGE		Dès que possible	Anticiper la baisse de la ressource, prévenir les conflits	Tout le territoire	
30	Ressources en eau / Santé	Dégradation de la qualité des nappes souterraines	Réglementaire	Renforcer le contrôle qualitatif de la nappe du Bruxellien (seule nappe d'eau potable de la RBC) au regard du CC	Bruxelles Environnement	PGE		Dès que possible	Prévenir les risques sanitaires relatifs à la dégradation de la qualité	Nappes souterraines	
31	Ressources en eau / Biodiversité	Dégradation de la qualité des eaux de surface	Réglementaire	Renforcer les mesures de gestion et restauration écologique des plans et cours d'eau dans une perspective de CC (vidange)	Bruxelles Environnement	PGE		Dès que possible	Maintenir les ressources en eau et leurs services rendus	Plans et cours d'eau	Préserver les capacités de stockage du carbone
32	Ressources en eau	Baisse des ressources en période estivale	Réglementaire / technique	Renforcer et pérenniser l'alimentation des zones humides par le découplage entre réseaux d'eaux usées et eaux de pluies afin de permettre l'acheminement des eaux de pluie vers ces zones plutôt que vers les égouts	Bruxelles Environnement	PGE		Dès que possible	Maintenir les ressources en eau et leurs services rendus	Plans et cours d'eau	Préserver les capacités de stockage du carbone
33	Aménagement du territoire / ressources en eau / Biodiversité	Inondations / gestion des étiages et de la qualité	institutionnel	Améliorer la gestion intégrée de l'eau du bassin de la Senne	Bruxelles Environnement	PGE		Dès que possible	Réduire le risque inondation / Améliorer l'état quantitatif et qualitatif de la ressource	Bassin de la Senne	
34	Ressources en eau/santé	Dégradation de la qualité de l'eau / risques sanitaires associés	Suivi/évaluation / Communication/sensibilisation	Disposer d'un réseau de surveillance des eaux stagnantes quant à leur occupation par des mousses pathogènes / Renforcer la prévention (eaux stagnantes dans les jardins privés etc.)	Bruxelles Environnement	PGE		Dès que possible			

**L'adaptation au changement climatique en Région de Bruxelles-Capitale :
élaboration d'une étude préalable à la rédaction d'un plan régional d'adaptation
Rapport final - © FACTOR X – ECORES - TEC-, 2012**

Chapitre 6 : Vers une stratégie d'adaptation au CC

Secteurs en lien avec la mesure	Vulnérabilités / opportunités en lien	Type de mesure	Description de la mesure	Initiation et coordination	Stratégies et plans pouvant intégrer la mesure	Nature des instruments complémentaires à utiliser	Horizon de mise en œuvre	Effets attendus des mesures	Parties du territoire régional concernées	Synergies avec les objectifs d'atténuation	
Biodiversité et forêts											
35	Biodiversité et forêts	Ensemble des vulnérabilités	Institutionnel	Encourager ou créer une cellule de gestion intégrée de la biodiversité coordonnant la mise en place d'outils normatifs et réglementaires et imposant la prise en compte de la gestion de la biodiversité par tous les acteurs du territoire, le contrôle et le respect des législations. Sensibiliser l'ensemble des acteurs sur la thématique biodiversité et changement climatique	Bruxelles Environnement / en lien avec l'ensemble des partenaires (Bruxelles Mobilité, Port de Bruxelles et c.)	Plan Nature	Groupes de travail	Action urgente	Développer une gestion concertée de la biodiversité dans une perspective de CC.	Tout le territoire	Préserver les capacités de stockage du carbone
36	Biodiversité et forêts	Ensemble des vulnérabilités	Législatif et réglementaire	Inclure les CC notamment dans le Plan Nature / Revoir les stratégies et les plans de gestion et de suivi de la biodiversité existants dans une optique de gestion dynamique en lien avec le CC	Bruxelles Environnement	Plan Nature	Programmes de maillage vert et bleu	Dès que possible	Développer une gestion concertée et dynamique de la biodiversité dans une perspective de CC.	Tout le territoire	Préserver les capacités de stockage du carbone
37	Biodiversité et forêts	Translation des aires de répartition	Législatif et réglementaire	Intégrer le maillage écologique dans les plans d'aménagement	Bruxelles Environnement	Plan d'aménagement	-	Action urgente	Renforcer la réglementation au vu des CC attendus	Tout le territoire	Préserver les capacités de stockage du carbone
38	Biodiversité et forêts	Translation des aires de répartition / risques naturels	Connaissance/ Recherche	Poursuivre les inventaires d'essences des parcs et espaces boisés et artères arborées pour identifier les vulnérabilités précises au CC et les possibilités d'adaptation	Bruxelles Environnement / partenariat avec laboratoires de recherche	Plan Nature	-	Action urgente	Améliorer les connaissances pour préconiser des mesures adaptées à chacun des espaces	Espaces et artères boisés	Préserver les capacités de stockage du carbone
39	Biodiversité et forêts / Aménagement du territoire	Translation des aires de répartition / risques naturels (sécheresse, tempête etc.) / îlot de chaleur urbain	Technique / Législatif et réglementaire	Intégrer des critères de choix des essences pour les plantations dans les plans de gestion relatifs à la forêt Soignes, aux artères et espaces boisés pour favoriser la diversité génétique ainsi que la diversité de structures et d'âges des peuplements	Bruxelles Environnement	Plan de gestion de la forêt de Soigne / Plan Nature / Plan de gestion des artères arborées?	-	Action urgente	Conserver, adapter et diversifier les ressources génétiques forestières	Forêt, espaces, artères boisées	Préserver les capacités de stockage du carbone
40	Biodiversité et forêts	Translation des aires de répartition	Institutionnel / Connaissance et recherche	Soutenir et développer la gestion transfrontalière et européenne de la biodiversité en lien avec les CC (corridors européens / programmes et réseaux de recherche et d'évaluation)	Bruxelles Environnement	-	-	Dès que possible	Améliorer la connectivité des écosystèmes à une échelle plus large	Tout le territoire	-
41	Biodiversité et forêts	Translation des aires de répartition	Suivi/évaluation	Créer un indicateur de suivi de la translation de certaines espèces sud->nord et ouest->est) et espèces envahissantes	Bruxelles Environnement en collaboration avec les laboratoires et unités de recherche	A intégrer dans le rapport sur l'Etat de l'environnement / Tableau de bord bruxellois d'Indicateurs environnementaux pour un Développement Durable	-	Dès que possible	Développer la connaissance pour anticiper les changements	Tout le territoire	-
42	Biodiversité et forêts	Translation des aires de répartition / risques naturels (sécheresse, tempête etc.)	Technique / Communication et sensibilisation	Inclure dans le guide de la gestion des espaces publics les bonnes pratiques en matière de plantation d'essences et d'espèces indigènes plus résistantes aux nouvelles conditions climatiques dans les parcs, massifs et voiries et insister sur un changement de méthode culturale (paillage) pour diminuer l'évaporation des sols et l'arrosage	Bruxelles Environnement	Guide de la gestion des espaces publics	-	Dès que possible	Améliorer la prise en charge de l'adaptation par l'ensemble des gestionnaires du territoire	Espaces verts	-

**L'adaptation au changement climatique en Région de Bruxelles-Capitale :
élaboration d'une étude préalable à la rédaction d'un plan régional d'adaptation
Rapport final - © FACTOR X – ECORES - TEC-, 2012**

Chapitre 6 : Vers une stratégie d'adaptation au CC

Secteurs en lien avec la mesure	Vulnérabilités / opportunités en lien	Type de mesure	Description de la mesure	Initiation et coordination	Stratégies et plans pouvant intégrer la mesure	Nature des instruments complémentaires à utiliser	Horizon de mise en œuvre	Effets attendus des mesures	Parties du territoire régional concernées	Synergies avec les objectifs d'atténuation	
43	Biodiversité et forêts	Modification phénologique des espèces	Recherche	Effectuer un suivi de la phénologie de certaines espèces pour attester d'un changement	Bruxelles Environnement en collaboration avec les laboratoires et unités de recherche	A intégrer dans le rapport sur l'Etat de l'environnement / Tableau de bord bruxellois d'Indicateurs environnementaux pour un Développement Durable	-	Dès que possible	Améliorer les observations pour anticiper les risques	Sélection d'espèces	-
44	Biodiversité et forêts / Santé	Nuisibles et invasives	Suivi/évaluation	Perenniser et maintenir le financement des réseaux de suivi et d'alertes sur les nuisibles et invasives pouvant être favorisées par le CC	Bruxelles Environnement		-	Action différée	Gérer de façon précoce les risques de dégâts aux peuplements	Tout le territoire	-
45	Biodiversité et forêts / Santé	Nuisibles et invasives / risques naturels	Technique / Suivi et évaluation	Accroître le système de surveillance et d'alerte précoce pour les parasites, maladies, tempêtes, coups de froid et incendies. Mettre en place un dispositif de gestion de crise relié au système d'alerte	Bruxelles Environnement		-	Action différée	Gérer de façon précoce les risques de dégâts aux peuplements	Tout le territoire	-
46	Biodiversité et forêts	Risque feux de forêt	Suivi/évaluation	Développer un Indice Forêt Météo permettant en saison critique d'évaluer le risque de feux de forêt quotidiennement	Bruxelles Environnement en lien avec IRM	Plan de gestion des feux de forêt en Forêt de Soignes	-	Action différée		Forêt de Soignes	-
47	Ressources en eau / Biodiversité	Baisse des ressources en période estivale	Réglementaire	Imposer la plantation d'essences et d'espèces indigènes plus résistantes à la sécheresse dans les parcs, massifs et voiries et insister sur un changement de méthode culturale (paillage) pour diminuer l'évaporation des sols et l'arrosage	Bruxelles Environnement / communes				Diminution de la consommation en eaux	tout le territoire	
Santé											
48	Santé	Risques canicule/qualité de l'air	Législatif et réglementaire	Intégrer l'adaptation au changement climatique dans le plan air-climat-énergie	Bruxelles Environnement	Plan Air Climat		Dès que possible		Tout le territoire	-
49	Santé	Risque sanitaire /canicule	Législatif et réglementaire	Faire de la lutte contre l'isolement une priorité face au CC / pérenniser / conserver le système de santé actuel	Fédéral			Dès que possible		Tout le territoire	
50	Santé	Risque sanitaire /canicule	Législatif et réglementaire	Adapter les rythmes de vie par la mise en place d'horaires d'ouverture des établissements publics et privés et des transports en commun décalés				Action différée		Tout le territoire	
51	Santé	Risque sanitaire /canicule / pics ozones	Suivi/évaluation	Créer un indicateur de suivi du taux de surmortalité en distinguant mortalité par canicule et par pics d'ozone	Observatoire de la Santé et du Social région de Bruxelles-Capitale			Action différée		Tout le territoire	
52	Santé	Maladies infectieuses et à vecteur	Recherche	Encourager et suivre les programmes de recherche relatifs aux vecteurs	Observatoire de la Santé et du Social région de Bruxelles-Capitale			Dès que possible		Tout le territoire	
53	Santé	Maladies infectieuses et à vecteur	Suivi/évaluation	Créer un indicateur de suivi des aires de distribution des vecteurs de maladies infectieuses	Observatoire de la Santé et du Social région de Bruxelles-Capitale			Dès que possible		Tout le territoire	

Chapitre 6 : Vers une stratégie d'adaptation au CC

Secteurs en lien avec la mesure	Vulnérabilités / opportunités en lien	Type de mesure	Description de la mesure	Initiation et coordination	Stratégies et plans pouvant intégrer la mesure	Nature des instruments complémentaires à utiliser	Horizon de mise en œuvre	Effets attendus des mesures	Parties du territoire régional concernées	Synergies avec les objectifs d'atténuation
54	Santé	Risques sanitaires / canicule	Technique	Moderniser par des techniques de refroidissement passif et naturel, les établissements accueillant des personnes vulnérables (hôpitaux, maisons de retraite...)	Fédéral		Dès que possible	Diminuer les risques pour les personnes vulnérables	Etablissements de santé	
55	Santé	Risques sanitaires / canicule	Suivi/évaluation	Assurer la participation des professionnels de santé dans les réflexions sur l'habitat et l'urbanisme (problèmes relatifs à la légionellose, allergies, condensation, ventilation)	Observatoire de la Santé et du Social région de Bruxelles-Capitale		Dès que possible		Tout le territoire	
Energie										
56	Energie	Risque énergétique lié aux besoins de refroidissement	Technique et réglementaire	Prendre des mesures de contrôle de la demande pour empêcher l'augmentation des besoins dans tous les secteurs : analyse (par secteurs) de l'élasticité de la demande électrique aux températures estivales élevées	Bruxelles Environnement		Dès que possible	Anticiper et maîtriser la hausse de la demande		Synergie forte avec des objectifs d'atténuation (contre système de climatisation)
57	Energie/Aménagement du territoire	îlot de chaleur urbain/risques sanitaires/risque énergétique lié au besoin de refroidissement	Législatif et réglementaire	Renforcer le dispositif des primes au niveau des habitations individuelles pour promouvoir le refroidissement naturel	Bruxelles Environnement / Administration de l'Aménagement du Territoire et du Logement de la Région bruxelloise		Dès que possible	Renforcer l'adaptation au niveau individuel	Tout le territoire / Centres villes en priorité / populations vulnérables	Synergie forte avec des objectifs d'atténuation (contre système de climatisation)
58	Transverse	Risque énergétique lié au besoin de refroidissement	Législatif et réglementaire	Taxer les installations de climatisation (avec garde-fous concernant les établissements de soin, d'accueil de personnes âgées ou petite enfance, ...)			Dès que possible			Synergie forte avec des objectifs d'atténuation (contre système de climatisation)
59	Energie / Aménagement du territoire	Risque énergétique lié au besoin de refroidissement	Recherche / Technique	Créer un groupe de travail relatif à la mise en place de dérogation spécifique au RRU (alignement de façade par exemple pour permettre une isolation extérieure)	Impulsion Bruxelles Environnement / sous coordination de la Région / en relation avec Administration territoire et logement / Commission régional monuments et sites		Dès que possible			Synergie forte avec des objectifs d'atténuation (contre système de climatisation)
60	Energie / Aménagement du territoire	Risque énergétique lié au besoin de refroidissement	Législatif et réglementaire	Créer un nouveau mécanisme de financement visant l'accélération du taux de rénovation des logements à destination des publics défavorisés et classes moyennes			Dès que possible			Synergie forte avec des objectifs d'atténuation (contre système de climatisation)
60	Energie	Contrôle de la demande énergétique	Législatif et réglementaire	Etudier la révision de la tarification de l'énergie (baisse du tarif d'entrée, augmentation rapide des prix)	quand compétence sera au niveau régional		Action différée			Synergie forte avec des objectifs d'atténuation (contre système de climatisation)
61	Energie	Contrôle de la demande énergétique		Renforcer le dispositif de programmes publics (type PLAGE) en intégrant des objectifs de refroidissement naturel			Dès que possible			Synergie forte avec des objectifs d'atténuation (contre système de climatisation)

**L'adaptation au changement climatique en Région de Bruxelles-Capitale :
élaboration d'une étude préalable à la rédaction d'un plan régional d'adaptation
Rapport final - © FACTOR X – ECORES - TEC-, 2012**

Chapitre 6 : Vers une stratégie d'adaptation au CC

Secteurs en lien avec la mesure	Vulnérabilités / opportunités en lien	Type de mesure	Description de la mesure	Initiation et coordination	Stratégies et plans pouvant intégrer la mesure	Nature des instruments complémentaires à utiliser	Horizon de mise en œuvre	Effets attendus des mesures	Parties du territoire régional concernées	Synergies avec les objectifs d'atténuation	
Tourisme											
62	Tourisme / Energie	Risque énergétique	Legislatif et réglementaire	Intensifier les programmes relatifs à l'amélioration des performances énergétiques dans l'industrie touristique (hôtellerie / Palais des congrès) / Intégrer des objectifs liés au refroidissement naturel	COCOF	Programmes de labellisation régionaux (type clef verte)	-	Dès que possible	Prévenir les risques énergétiques liés aux fortes chaleurs	Hôtellerie et Palais des Congrès	
63	Tourisme / Energie	Risque énergétique	Communication / Sensibilisation	Renforcer les programmes de formation des gestionnaires d'hôtels et de Palais des congrès sur l'aspect adaptation au CC (consommations énergétiques etc.)	Visit Brussels		-	Dès que possible	Sensibiliser l'ensemble des acteurs au CC	Hôtellerie et Palais des Congrès	Synergie avec des objectifs d'atténuation (lutte contre la climatisation)
64	Tourisme	Opportunité attractivité estivale	Communication / Sensibilisation	Revoir progressivement le positionnement du tourisme en RBC en fonction des contraintes et opportunités offertes par le CC à moyen terme / Mettre l'accent sur les opportunités et les ressources attractives de la RBC visant une adaptation réussie et une politique de développement touristique bas carbone (vision prospective)	Visit Brussels	Plan stratégique du tourisme bruxellois	-	Action différée	Saisir de façon précoce les opportunités de différenciation de la destination par rapport à la concurrence	Tout le territoire	Synergie forte avec des objectifs d'atténuation si stratégie bas carbone privilégiée
Transverse											
65	Transverse	Ensemble des vulnérabilités	Législatif et réglementaire	Réviser le PRDD pour y inclure les changements climatiques	Région Bruxelles Capitale	PRDD	-	Action urgente	Donner une ligne directrice à l'ensemble des plans sectoriels	Tout le territoire	Synergie forte avec les objectifs d'atténuation
66	Transverse	Ensemble des vulnérabilités	Communication / Sensibilisation	Inclure les CC dans les programmes d'éducation et de formation depuis la maternelle jusqu'au master sectoriel	Collaboration avec communauté française		-	Dès que possible	Favoriser la transformation précoce des mentalités	Tout le territoire	
67	Transverse	Ensemble des vulnérabilités	Communication / Sensibilisation	Proposer des modules de formation sectoriels d'adaptation au CC pour les acteurs et gestionnaires du territoire	Bruxelles Environnement		-	Dès que possible	Renforcer les capacités des acteurs et décideurs sur l'adaptation au CC	Tout le territoire	
68	Transverse	Ensemble des vulnérabilités	Communication / Sensibilisation	Renforcer le dispositif de communication grand public sur les changements climatiques et les moyens d'adaptation (plaquette informative, spot publicitaire, émissions de télé etc.)	Bruxelles Environnement		-	Dès que possible	Renforcer les capacités d'adaptation de la population		
69	Transverse	Ensemble des vulnérabilités	Connaissance/recherche/Communication	S'impliquer dans la création d'un observatoire du CC (en cours de discussion) en charge de coordonner la gestion et du suivi des programmes de recherche régionaux/nationaux et transnationaux et de leur actualisation	Bruxelles Environnement		-	Dès que possible	Renforcer les capacités des acteurs et décideurs sur l'adaptation au CC	Tout le territoire	
70	Transverse	Ensemble des vulnérabilités	Sensibilisation	Mettre en place une exposition "témoin" ou "parc d'attraction" avec mise en conditions réelles des impacts sur la vie quotidienne avec de 1 à 6 degrés en plus pour tester la situation fil de l'eau et solution idéale (voir exposition Rennes +6°C)	Bruxelles Environnement		-	Dès que possible	Sensibilisation, concientisation du grand public	Tout le territoire	
71	Transverse	Ensemble des vulnérabilités	Sensibilisation	Mettre en place une exposition au thème : Quelle ville de Bruxelles voulons-nous en 2050?	Bruxelles Environnement		-	Dès que possible	Sensibilisation, concientisation du grand public	Tout le territoire	

**L'adaptation au changement climatique en Région de Bruxelles-Capitale :
élaboration d'une étude préalable à la rédaction d'un plan régional d'adaptation
Rapport final - © FACTOR X – ECORES - TEC-, 2012**

6.4 Vers un dispositif de suivi du CC et de ses impacts en RBC (indicateurs)

Les indicateurs du CC couramment utilisés pour observer et suivre les CC à l'œuvre, sont étudiés. Nous proposons une liste d'indicateurs de suivi du changement climatique sur base des entretiens avec les spécialistes des thématiques rencontrés et fondés sur des statistiques existantes, en s'inspirant des travaux déjà effectués par d'autres organismes (Soes du ministère de l'Ecologie, Onerc...) et des études spécifiques de la Région Flamand, de la Région Wallonne et de la Région de Bruxelles-Capitale.

Certains indicateurs sont proposés alors qu'aucune série de données pouvant illustrer ceux-ci n'existe à ce jour afin d'insister sur la nécessité d'en assurer dorénavant le suivi.

On distinguera :

- des indicateurs climatiques (ex : évolution des températures, nombre de jours d'été, de gel, degrés jours...);
- des indicateurs d'impacts (ex : évolution d'espèces méridionales de libellules, occurrence annuelle des pics d'ozone, occurrence annuelle des inondations,...);
- des indicateurs de réponse (ou d'action ou encore d'adaptation) face aux CC (ex : Évolution du taux d'imperméabilisation des sols, ...).

Gardons à l'esprit que ce dispositif de suivi est une première esquisse, que celui-ci n'est pas figé et devrait encore évoluer selon la facilité de disposer des séries de données, de la volonté des gestionnaires de données de s'approprier ces enjeux, ...

Les indicateurs présentés sont restitués sous forme de fiches et sont sélectionnés en fonction des données existantes pour construire ces indicateurs mais également des discussions menées avec les gestionnaires de terrain pour lesquels la construction et le suivi de ces indicateurs est intéressante.

Chaque fiche se compose :

- d'un graphique montrant l'évolution temporelle de l'indicateur ;
- de la définition de l'indicateur ;
- de commentaires sur l'évolution observée de l'indicateur ;
- de l'organisme propriétaire, c'est-à-dire gestionnaire des données d'activités ;
- de la méthode de calcul ou de construction de cet indicateur ;
- de la justification du choix et de la thématique visée par cet indicateur.

Les indicateurs détaillés par la suite sont les suivants :

- **Indicateurs de suivi :**
 1. Température moyenne à Uccle
 2. Nombre annuel de jours de gel à Uccle
 3. Nombre annuel de jours d'été à Uccle
 4. Occurrence des vagues de chaleur à Uccle
 5. nombre annuel de jours de tempêtes à Uccle
 6. durée annuelle d'ensoleillement
 7. Précipitation annuelle à Uccle
 8. Évolution des degrés jours de chauffage annuels à Uccle
 9. Évolution des degrés jours de refroidissement annuels à Uccle

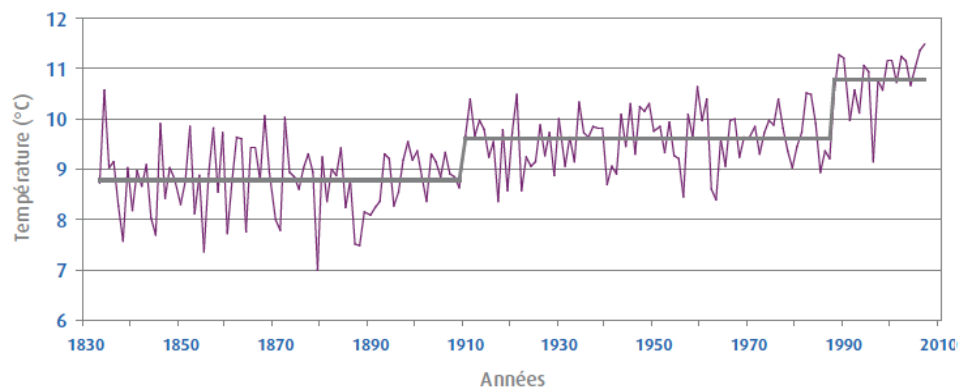
- **Indicateurs d'impact :**

10. Évolution (apparition/disparition de population de certaines espèces de libellules
11. Évolution de l'état sanitaire des 3 principales essences forestières (hêtre et 2 espèces de chênes) en forêt de Soignes
12. Évolution des débits d'étiage et de crue de la Meuse sur la période 1996-2005
13. Occurrence annuelle des inondations en Région de Bruxelles-Capitale
14. Distances cumulées en km non parcourues par la STIB suite aux conditions climatiques
15. Évolution de la chenille processionnaire du chêne
16. Occurrence annuelle des pics d'ozone

- **Indicateurs de réponse :**

17. Evolution de l'imperméabilisation des sols en RBC

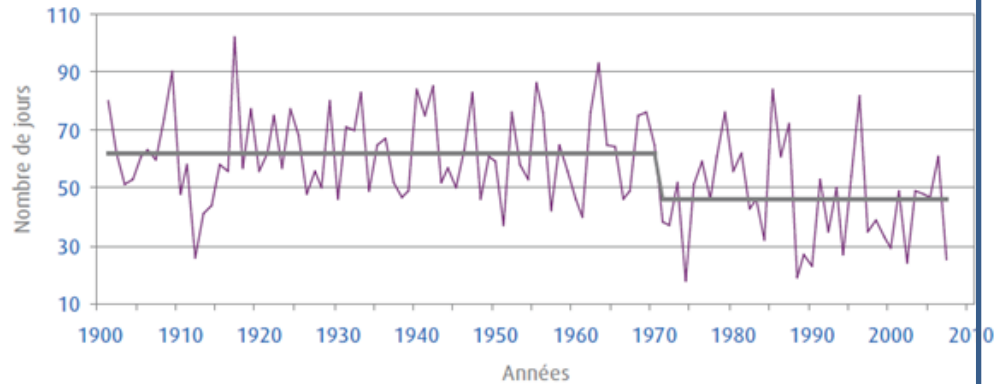
Indicateur climatique de suivi du CC : Température moyenne à Uccle



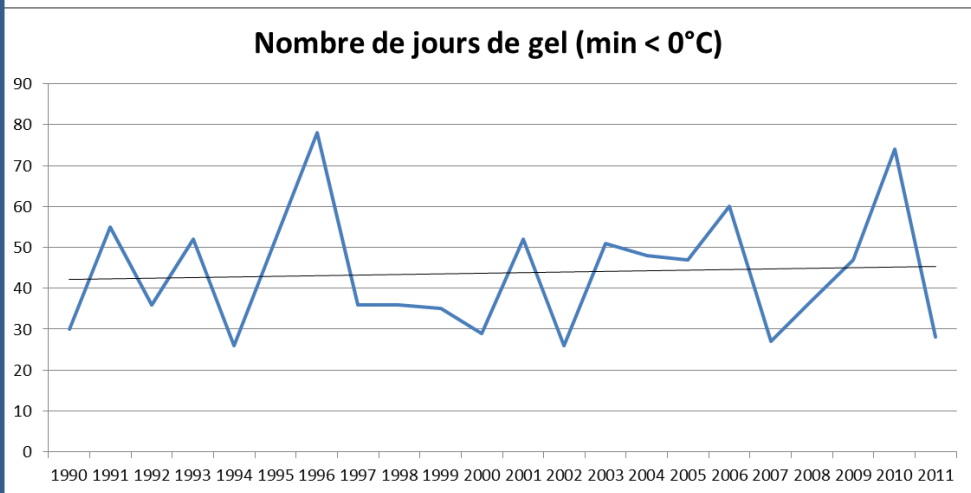
**Température moyenne annuelle (en °C)
à Saint-Josse-ten-Noode/Uccle
sur la période 1833-2007.**

Définition	Cet indicateur représente l'évolution de la température moyenne à Saint-Josse-ten-Noode/ Uccle sur la période 1833-2007
Commentaires	<p>Les courbes représentent l'évolution de la température moyenne à la station de Saint-Josse-ten-Noode et d'Uccle de 1833 à 2007.</p> <p>On observe un réchauffement d'environ 2 °C sur l'ensemble de la période considérée. L'élévation de la température ne fut pas régulière; elle se produisit en deux étapes relativement abruptes : une première augmentation vers 1910 et une seconde à la fin des années 1980. Dans les deux cas, l'augmentation de température fut de l'ordre de 1 °C.</p>
Organisme propriétaire	Institut Royal Météorologique de Belgique
Méthode de calcul	L'IRM dispose de séries homogénéisées mensuelles pour l'étude du changement climatique. Ces séries ont fait l'objet de contrôles sévères basés sur des procédures statistiques. Deux tests sont utilisés conjointement pour déterminer le comportement des séries étudiées, connus sous les noms de test de Pettitt et de test de Mann-Kendall.
Justification et thématique	<p>L'augmentation des températures de l'air est un des signes les plus visibles du changement climatique, en particulier durant ces dernières décennies. Il importe d'examiner l'ampleur du réchauffement mais aussi son rythme. La température moyenne est le premier paramètre à étudier.</p> <p>Indicateur multi-sectoriel : Santé – Biodiversité - Tourisme</p>

Indicateur climatique de suivi du CC : Nombre annuel de jours de gel à Uccle



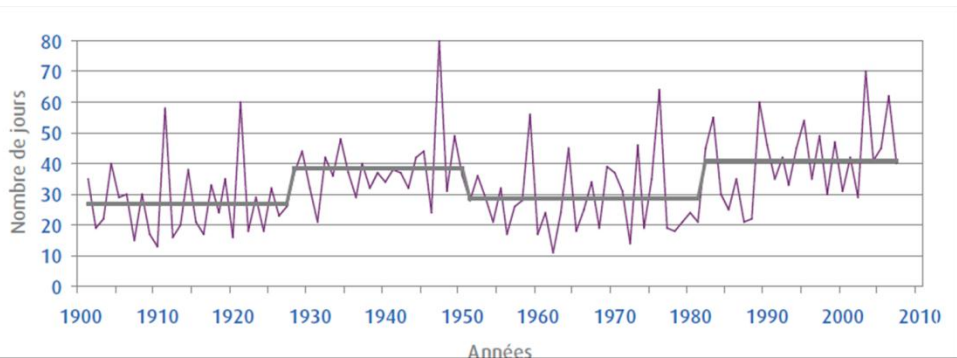
**Nombre annuel de jours de gel à Uccle,
sur la période 1901-2007**



Nombre annuel de jours de gel à Uccle, sur la période 1990-2011

Définition	Un jour est considéré comme « jour de gel » si, au cours de la journée, la température a atteint ou est descendue en dessous de 0° Celsius. L'indicateur « nombre de jours de gel » présente l'évolution du nombre de jours de gel en à la station d'Uccle depuis le début des années 1900.
Commentaires	Les courbes représentent l'évolution du nombre annuel de jours de gel sur la station d'Uccle de 1901 à 2007 et de 1990 à 2011. Les droites représentent la tendance linéaire sur les mêmes périodes. Le nombre de jours de gel présente de fortes variations d'une année à l'autre mais, en moyenne, on constate une diminution indiscutable de ce paramètre sur l'ensemble du 20e siècle, avec un saut abrupt très significatif détecté statistiquement vers 1970.
Organisme propriétaire	Institut Royal Météorologique de Belgique
Méthode de calcul	Le nombre de jours de gel sur une période donnée est obtenu à partir de la série chronologique des températures minimales quotidiennes.
Justification et thématique	L'augmentation des températures de l'air est un des signes les plus visibles du changement climatique, en particulier durant ces dernières décennies. Le nombre de jours de gel est un indicateur pertinent car son évolution est directement liée à l'évolution de la température de l'air. Il fait partie de la liste des indices recommandés par le groupe CLIVAR de l'Organisation Mondiale de la Météorologie. Indicateur multi-sectoriel : aménagement du territoire – infrastructures – Énergie – Biodiversité

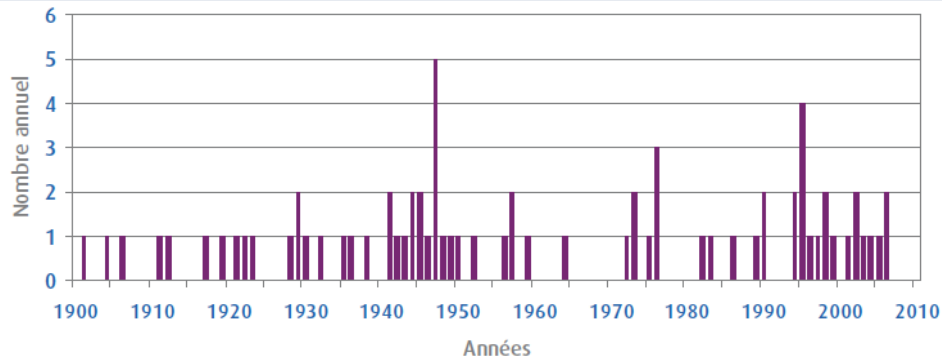
Indicateur climatique de suivi du CC : Nombre annuel de jours d'été à Uccle



**Nombre annuel de jours d'été à Uccle
sur la période 1901-2007**

Définition	<p>Une journée est considérée comme « jour d'été » si, au cours de la journée, la température a dépassé 25° Celsius.</p> <p>L'indicateur « nombre de jours d'été» présente l'évolution du nombre de jours d'été à Uccle sur la période 1901-2007.</p>
Commentaires	<p>Les courbes représentent l'évolution du nombre annuel de jours d'été sur la station d'Uccle de 1901 à 2007. La courbe en violet fournit les valeurs annuelles de l'indicateur et les lignes horizontales en gris donnent l'évolution linéaire de l'indicateur sur les différentes périodes au cours desquelles les valeurs annuelles furent relativement stables.</p> <p>Sur base du nombre de jours d'été depuis les années 1900, il n'y a pas de tendance significative sur la période observée mais une variabilité forte à l'échelle de quelques décennies. Une augmentation de leurs fréquences a été observée au milieu des années 1990, similaire à celle connue dans les années 1940.</p>
Organisme propriétaire	Institut Royal Météorologique de Belgique
Méthode de calcul	Le nombre de jours d'été sur une période donnée est obtenu à partir de la série chronologique des températures maximales quotidiennes
Justification et thématique	<p>L'augmentation des températures de l'air est un des signes les plus visibles du changement climatique, en particulier durant ces dernières décennies. Le nombre de jours d'été est un indicateur pertinent car son évolution est directement liée à l'évolution de la température de l'air. Il fait partie de la liste des indices recommandés par le groupe CLIVAR de l'Organisation Mondiale de la Météorologie.</p> <p>Indicateur multi-sectoriel : Énergie – Santé - Tourisme</p>

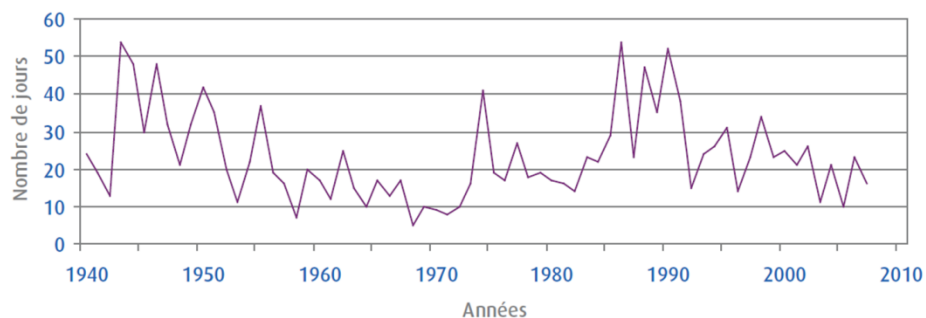
Indicateur climatique de suivi du CC : Occurrence des vagues de chaleur à Uccle



**Nombre annuel de vagues de chaleur à Uccle
sur la période 1901-2007**

Définition	<p>L'indicateur représente le nombre de vagues de chaleurs annuel à Uccle depuis 1901 jusqu'à 2007.</p> <p>La vague de chaleur est définie comme la période d'au moins cinq jours consécutifs au cours de laquelle les deux critères suivants sont vérifiés simultanément :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La température maximale atteint ou dépasse 25 °C chaque jour (correspond à la définition d'un jour d'été) ; • La température maximale atteint ou dépasse 30 °C au moins à trois reprises durant la période considérée (correspond à la définition d'un jour de canicule).
Commentaires	<p>une hausse significative du nombre annuel de vagues de chaleur s'observe vers le milieu des années 1990. En moyenne sur le 20e siècle, il y a une vague de chaleur presque une année sur deux. On remarque que les vagues de chaleur furent relativement fréquentes principalement dans les années 1940 et à nouveau depuis un peu plus d'une dizaine d'années.</p>
Organisme propriétaire	Institut Royal Météorologique de Belgique
Méthode de calcul	
Justification et thématique	<p>L'augmentation des températures de l'air est un des signes les plus visibles du changement climatique, en particulier durant ces dernières décennies. L'occurrence annuelle des vagues de chaleur est un indicateur pertinent car son évolution est directement liée à l'évolution de la température de l'air.</p> <p>Indicateur multi-sectoriel : Énergie – Santé - Tourisme</p>

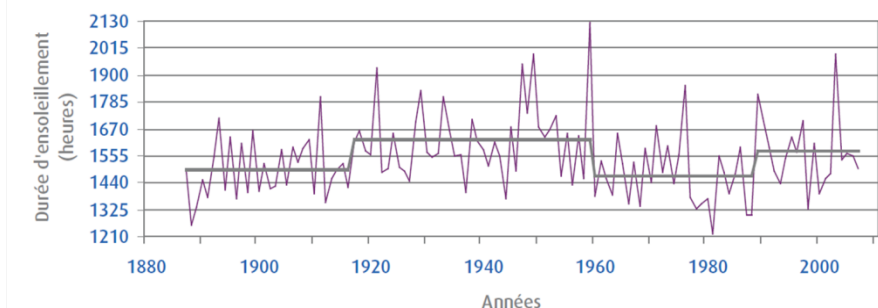
Indicateur climatique de suivi du CC : nombre annuel de jours de tempêtes à Uccle



Nombre annuel de jours de tempêtes à Uccle sur la période 1940-2007.

Définition	Cet indicateur représente l'évolution du nombre de jours au cours de laquelle les pointes de vent ont dépassé au moins à une reprise la valeur-seuil de 70 km/h à Uccle sur la période 1940-2007.
Commentaires	<p>Sur la période considérée, la moyenne de ce paramètre s'élève à 24 jours. L'analyse de tendance indique que globalement, il n'y a pas d'évolution significative de ce paramètre sur la période considérée.</p> <p>On peut cependant observer une variabilité importante de la valeur du paramètre à l'échelle de quelques années : en particulier, on note une fréquence élevée des jours de tempêtes autour de 1947 et 1989 et des faibles valeurs dans les années 1960 et au début des années 1970. Les années récentes sont également caractérisées par des valeurs relativement faibles de la fréquence des jours de tempêtes.</p>
Organisme propriétaire	Institut Royal Météorologique de Belgique
Méthode de calcul	<p>L'IRM dispose de séries homogénéisées mensuelles pour l'étude du changement climatique. Ces séries ont fait l'objet de contrôles sévères basés sur des procédures statistiques.</p> <p>Deux tests sont utilisés conjointement pour déterminer le comportement des séries étudiées, connus sous les noms de test de Pettitt et de test de Mann-Kendall.</p>
Justification	<p>Le nombre de jours annuels de tempêtes est un paramètre important pour la gestion des risques d'accidents en milieu urbain et la gestion de la forêt de Soignes.</p> <p>Cet indicateur intervient pour les secteurs de : aménagement et infrastructures - Biodiversité et forêt</p>
Remarque	L'évolution du nombre de jours au cours de laquelle les pointes de vent ont dépassé au moins à une reprise la valeur-seuil de 100 km/h serait intéressante à suivre pour les gestionnaires de la Forêt de Soignes

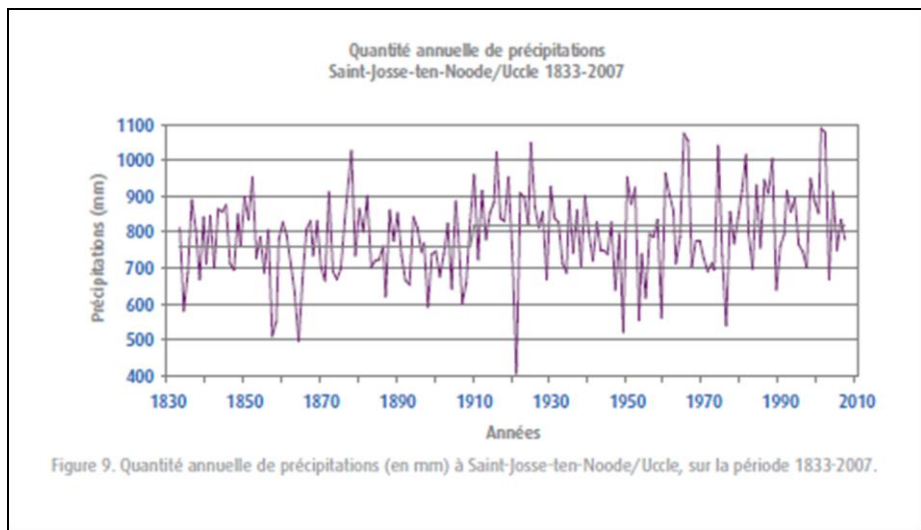
Indicateur climatique de suivi du CC : durée annuelle d'ensoleillement



**Durée annuelle de l'ensoleillement à Uccle
sur la période 1887-2007**

Définition	Cet indicateur représente l'évolution de la durée annuelle d'ensoleillement à la station d'Uccle correspondant aux périodes où la station reçoit un rayonnement solaire direct et est donc soumise, à ce moment, à une insolation (on convient qu'il y a insolation si l'éclairement ainsi reçu est au moins égal à 120 watts par mètre carré).
Commentaires	Il n'y a pas de tendance globale sur l'ensemble de la période, mais on observe une variabilité importante à l'échelle multi-annuelle, avec des valeurs généralement élevées sur la période 1920 à 1950 et des valeurs généralement faibles sur la période 1960 à 1990. Au cours des vingt dernières années, les durées d'ensoleillement sont revenues à des valeurs annuelles oscillant autour de la valeur moyenne sur le 20 ^e siècle.
Organisme propriétaire	Institut Royal Météorologique de Belgique
Méthode de calcul	L'IRM dispose de séries homogénéisées mensuelles pour l'étude du changement climatique. Ces séries ont fait l'objet de contrôles sévères basés sur des procédures statistiques. Deux tests sont utilisés conjointement pour déterminer le comportement des séries étudiées, connus sous les noms de test de Pettitt et de test de Mann-Kendall.
Justification	Le nombre de jours annuels d'ensoleillement est un paramètre important pour la production des énergies renouvelables (solaire thermique et solaire photovoltaïque). Cet indicateur intervient pour la thématique Energie.

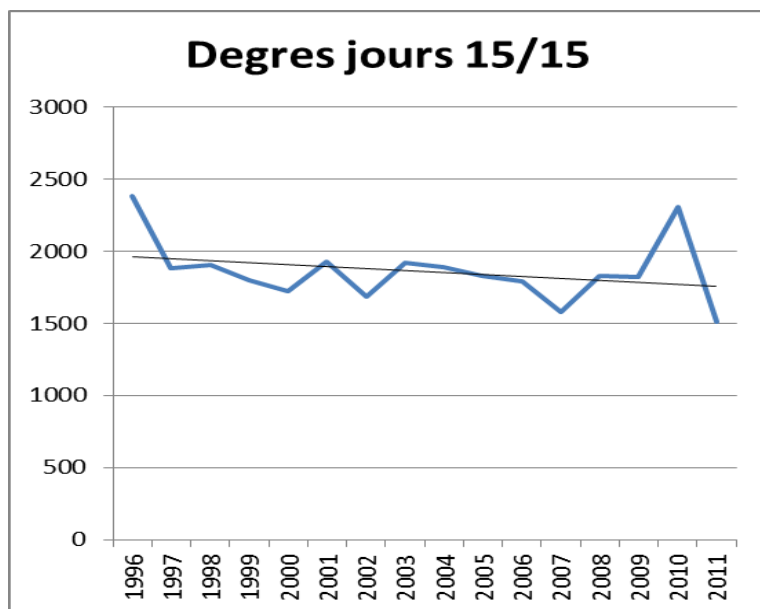
Indicateur climatique de suivi du CC : Évolution des précipitations annuelles à Uccle



Quantité annuelle de précipitations à Saint-Josse-ten-Noode et ensuite à Uccle depuis 1833 (en mm)

Définition	L'indicateur « Quantité annuelle de précipitations » correspond au cumul pluviométrique annuel en mm depuis 1830 jusqu'à 2007
Commentaires	Les courbes représentent l'évolution des précipitations annuelles depuis 1833 à Saint-Josse-ten-Noode et ensuite à Uccle. L'analyse de la série détecte un saut à la hausse très significatif vers 1910, caractérisé par une augmentation d'environ 7 % des précipitations annuelles.
Organisme propriétaire	Institut Royal Météorologique de Belgique
Méthode de calcul	
Justification et thématique	L'évolution des précipitations annuelles aura un impact majeur sur les infrastructures (inondations), biodiversité et ressources en eaux (sècheresse).
Remarques	L'évolution saisonnière attendue des précipitations (plus de sécheresse en été) et plus de précipitations hivernales) sont aussi des indicateurs pertinents de suivi des changements climatiques

Indicateur climatique de suivi du CC : Évolution des degrés jours de chauffage annuels à Uccle



Évolution du nombre annuel de degrés jours de chauffage à Uccle sur la période 1996-2011.

Définition	Cet indicateur représente l'évolution du nombre annuel de degrés-Jours sur la période 1996-2011. Pour chaque jour, le nombre de degrés jours de chauffage en base 15 est déterminé en faisant la différence entre la température intérieure moyenne (15°C), et la moyenne entre la température minimale et la température maximale de ce jour.
Commentaires	L'évolution des degrés jours en base 15 montre une tendance à la baisse entre 1996 et 2011. Il serait intéressant d'évaluer la tendance sur l'ensemble du 20 ^{ème} siècle puisque cet indicateur est suivi par l'IRM.
Organisme propriétaire	Institut Royal Météorologique de Belgique
Méthode de calcul	L'IRM dispose de séries homogénéisées mensuelles pour l'étude du changement climatique. Ces séries ont fait l'objet de contrôles sévères basés sur des procédures statistiques.
Justification et thématique	Ce paramètre climatique est utile pour l'estimation des consommations d'énergies de chauffage d'un bâtiment. Plus le nombre de degrés-jours de chauffage accumulé est élevé, plus on utilise d'énergie pour chauffer les bâtiments. Il intervient pour la thématique Énergie.

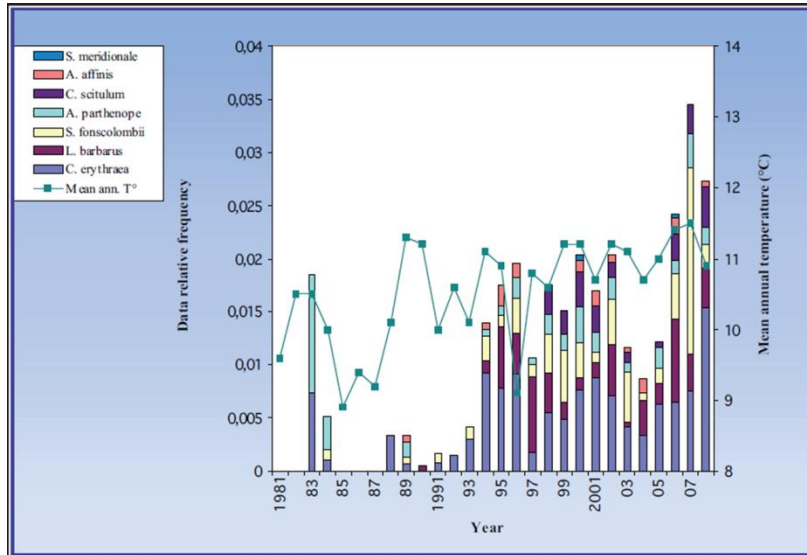
Indicateur climatique de suivi du CC : Évolution des degrés jours de refroidissement annuels à Uccle

Pas encore de suivi de cet indicateur

Évolution du nombre annuel de degrés jours de refroidissement à Uccle sur la période 1996-2011.

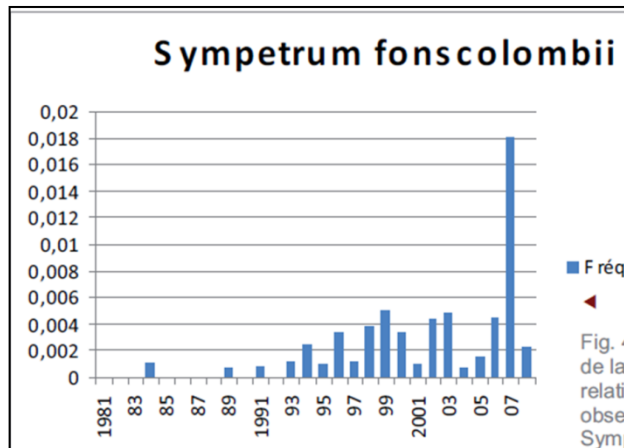
Définition	<p>Cet indicateur mesure le cumul annuel des écarts journaliers positif par rapport à 18°C et est calculé en faisant la différence entre la température observée et la température de référence (18°C).</p> <p>Pour chaque jour, le nombre de degrés jours de refroidissement en base 18 est déterminé en faisant la différence entre la moyenne entre la température minimale et la température maximale de ce jour et la température intérieure moyenne (18°C).</p>
Commentaires	<p>L'IRM devrait assurer le calcul et le suivi de cet indicateur.</p>
Organisme propriétaire	<p>IRM ?</p>
Méthode de calcul	
Justification et thématique	<p>Les degrés-jours de refroidissement sont surtout utilisés dans le secteur énergétique pour estimer la quantité de chaleur qui s'est accumulée ainsi que le volume d'énergie requis pour climatiser les bâtiments durant la saison chaude.</p>
Remarque	<p>Cet indicateur est complémentaire à l'indicateur nombre de jours d'été</p>

Indicateur climatique d'impact du CC : Évolution (apparition/disparition) de population de 7 espèces de libellules méridionales



Évolution de la fréquence des observations de 7 espèces d'odonates méridionales en Wallonie et à Bruxelles et de la température moyenne annuelle.

Source : LAFONTAINE R.-M. & DE SCHAETZEN R, 2009



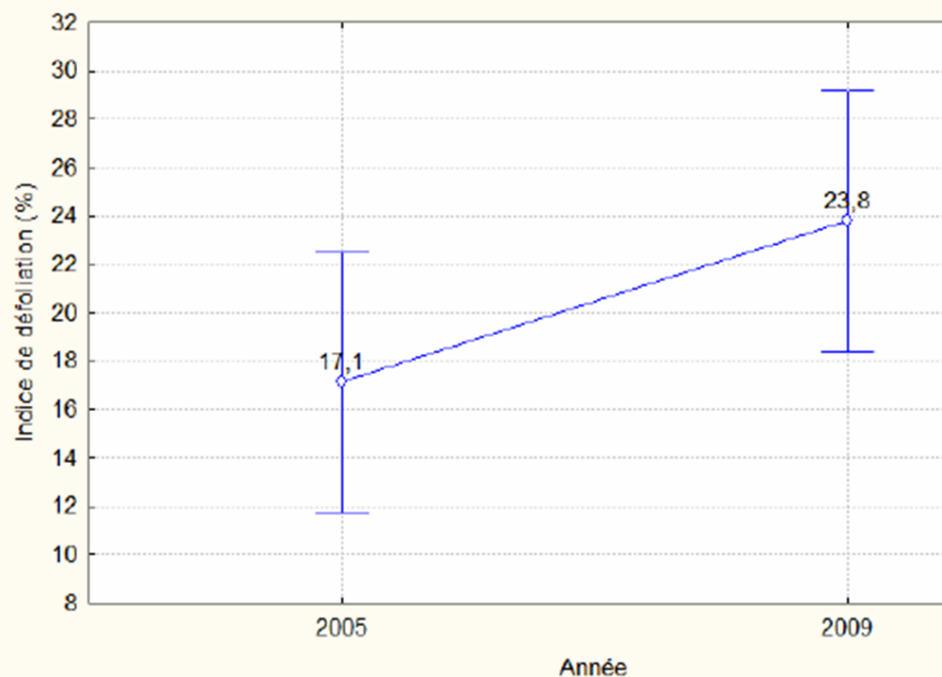
Évolution de la fréquence relative des observations du Sympetrum à nervures rouges entre 1981 et 2009

Source : LAFONTAINE R.-M. & DE SCHAETZEN R, 2009

Définition	Cet indicateur présente l'évolution des populations d'espèces de libellules méridionales en région bruxelloise depuis 1981 jusqu'à 2009.
Commentaires	<p>Depuis une décennie environ, la fréquence des espèces de libellules méridionales a augmenté significativement en région bruxelloise, par rapport à des groupes d'espèces d'origine différente.</p> <p>Au total cinq espèces concernées y ont été observées depuis 2000. Et parmi ces espèces, Anax parthenope, Crocothemis erythraea et Sympetrum fonscolombii sont maintenant observés de plus en plus régulièrement en Région de Bruxelles-Capitale. La reproduction de la Libellule écarlate est confirmée et celle de l'Anax napolitain est soupçonnée.</p> <p>Ces implantations récentes et durables, qui s'expliquent par une succession rapprochée d'étés chauds et secs, sont interprétées comme une conséquence du réchauffement du climat.</p>
Organisme propriétaire	Groupe de Travail Gomphus Wallonie-Bruxelles
Méthode de calcul	
Justification et thématique	<p>On assiste à une expansion des espèces méridionales qui se reproduisent aujourd'hui régulièrement.</p> <p>Les libellules répondent de manière assez corrélée aux évolutions de température. Ceci confirme le caractère indicateur des libellules aux évolutions des CC et plaide pour le développement d'un indicateur spécifique des CC basé sur ce groupe d'insectes. Cet indicateur est utile pour la thématique Biodiversité</p>
Remarques	<p>Au total, 54 espèces d'odonates ont été observées en RBC dont 27 ont été collectées avant 1900 et n'ont plus été observées par après. À cette époque, les vallées de la périphérie bruxelloise, en particulier le bassin de la haute Woluwe et ses affluents, possédaient encore de grandes zones humides, des étangs, et des zones de sources et de bas-marais alcalins. Depuis lors, la plupart de ces milieux ont disparu ainsi que les espèces spécialisées qui les fréquentaient.</p> <p>En Flandre, parmi les 22 indicateurs « nature » (INBO, 2011) qui évaluent de façon chiffrée les tendances de la nature, l'indicateur « tendance des populations méridionales de libellules » est représentatif de l'impact des CC sur la biodiversité</p>

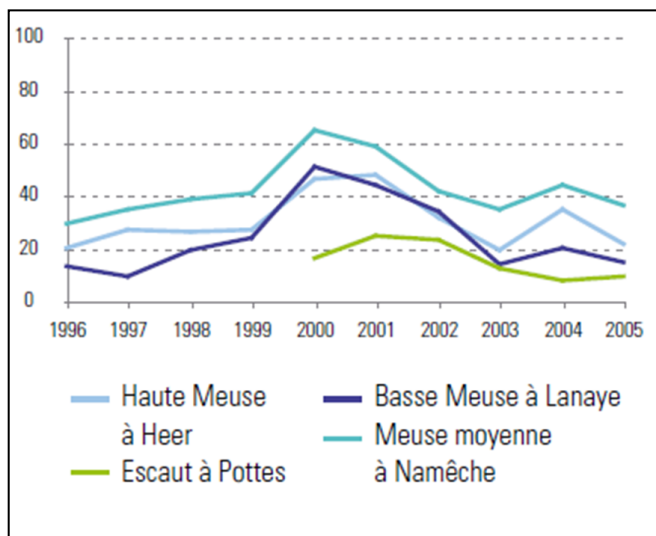
Indicateur climatique d'impact du CC : Évolution de l'état sanitaire des 3 principales essences forestières (hêtre et 2 espèces de chênes) en forêt de Soignes

ANOVA Indice de défoliation par année
Effet courant : $F(1, 40)=3,0924$, $p=,08631$
Décomposition efficace de l'hypothèse
Les barres verticales représentent les intervalles de confiance à 0,95

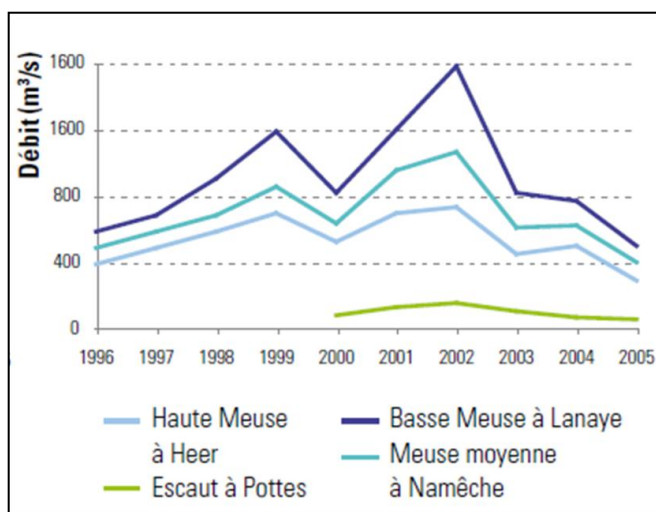


Définition	<p>Cet indicateur se base sur l'état de défoliation des essences observé entre 2005 et 2009 qui est défini comme la perte foliaire dans la partie supérieure de la couronne, par comparaison à un arbre sain de référence. L'arbre de référence est un arbre, imaginaire ou réel, qui correspond à l'arbre moyen du peuplement mais pleinement et densément feuillé. L'évaluation de la défoliation est donc une estimation du volume de feuilles perdu, par intervalles de 5%. Un score de 100% est donné aux arbres morts.</p> <p>La défoliation est un critère intégrateur qui reflète l'influence, entre autres, des conditions stationnelles (sol, historique du site, etc.), de fluctuations conjoncturelles (climat, champignons, insectes) ou propres à l'arbre (âge, provenance), ainsi que des facteurs anthropiques (coupes, etc.) En ce sens, il donne une idée globale de la santé de l'arbre.</p>
Commentaires	<p>66,7 % des individus, soit les 2/3, ont gardé le même état sanitaire qu'en 2004</p> <p>23,8 % des individus ont glissé d'1 classe sanitaire</p> <p>9,5 % des individus ont glissés de 2 classes sanitaires</p> <p>Aucun arbre n'a gagné en vigueur</p>
Organisme propriétaire	UCL - BRUXELLES-ENVIRONNEMENT
Méthode de calcul	Protocole d'observation mis au point dans le cadre du programme international concerté sur les forêts (<i>ICP Forests</i>). Le principe de la méthode est de coter la défoliation à l'oeil nu ou aux jumelles, en été.
Justification	<p>La surveillance de l'état sanitaire du hêtre se justifie par sa très forte sensibilité à la sécheresse.</p> <p>Cet indicateur est utile pour la thématique Biodiversité</p>

Indicateur climatique d'impact du CC : Évolution des débits d'étiage et de crue de la Meuse sur la période 1996-2005



Évolution des débits caractéristiques d'étiage annuels de la Meuse



Définition	<p>Le débit caractéristique de crue (DCC) correspond au débit journalier qui est dépassé 10 jours par an. Le DCC est une valeur considérée comme représentative des hautes eaux en hydrologie statistique.</p> <p>le débit caractéristique d'étiage (DCE) correspond au débit journalier qui n'est pas atteint 10 jours par an. Le DCE est une valeur statistique utilisée pour caractériser l'importance des étiages d'un cours d'eau.</p>
Commentaires	Une diminution importante des débits est observée entre les années 2001/2002 et 2005, une période pendant laquelle les volumes des précipitations sont parmi les plus faibles de cette dernière décennie.
Organisme propriétaire	Direction générale opérationnelle de la Mobilité et des Voies hydrauliques
Méthode de calcul	La connaissance des débits et des hauteurs d'eau se fait via des mesures sur le terrain (limnimétrie). La Région wallonne dispose de deux réseaux de mesures limnimétriques complémentaires et coordonnés, couvrant l'ensemble des bassins hydrographiques.
Justification	<p>Les prélèvements effectués dans les cours d'eau pour produire de l'eau de distribution peuvent entraîner une modification très importante du débit des cours d'eau. Les autorisations de prises d'eau veillent à limiter les volumes de prélèvements, particulièrement en périodes de sécheresse, de manière à maintenir le débit minimum nécessaire à la préservation de l'équilibre écologique du cours d'eau.</p> <p>Cet indicateur est utile pour la thématique « Eau » puisque 30% des eaux potables approvisionnant la RBC proviennent des eaux de surface de la Meuse (usine de potabilisation situé à Tailfer).</p>
Remarques	Cet indicateur pourrait également s'appliquer au suivi des débits caractéristiques de crue des cours d'eau de la RBC (Wollue,...) ou encore être complété par un indicateur des hauteurs de nappes phréatiques de la RBC (nappes des sables bruxelliens,...)

Occurrence annuelle des inondations en Région Bruxelles-Capitale

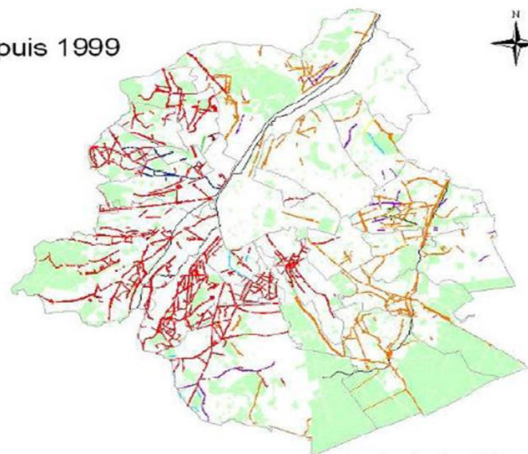
Pas encore de suivi complet de cet indicateur

Occurrence annuelle des inondations en RBC.

INONDATIONS

Sinistres déclarés depuis 1999

LEGENDE :
 Sinistres déclarés en 1999 de type :
 C
 Sinistres déclarés en 2000 de type :
 A
 B
 Sinistres déclarés en 2002 de type :
 A
 C
 D
 F
 Sinistres déclarés en 2005 de type :
 B
 C
 E
 Limites communales



Auteur : IBGE
 Source des données : Fonds des calamités
 Date de création : 7. déc 2007

Définition

L'indicateur correspond au nombre annuels des inondations en RBC

Commentaires

L'information permettant de construire cet indicateur est partielle à ce jour puisque les sources de données fiables sont :

- les **inondations majeures** reconnues par le fond des calamités (critères sur intensité des pluies et coût des dégâts requis)
- les inondations sur certaines communes collectées par l'intercommunale bruxelloise de distribution des eaux (HYDROBRU)

Organisme propriétaire

Service fédéral intérieur pour les inondations majeures émergeant au fond des calamités – intercommunale bruxelloise de distribution des eaux pour les inondations recensées sur certaines communes.

Méthode de calcul

Cet indicateur à construire se base d'après un recensement exhaustif et descriptif des inondations.

Justification et thématiques

Eu regard à l'augmentation probable des précipitations hivernales et du nombre de jours annuels de très fortes précipitations conjointement à une vulnérabilité accrue (artificialisation des sols,...), le risque d'inondation augmente et nécessite un recensement et un suivi cartographique complet et régulier. Cet indicateur est multithématique puisqu'il concerne les secteurs de l'eau, de l'aménagement du territoire et infrastructures

Localisation des sinistres reconnus par le fond des calamités (1993-2005)

Distances cumulées en km non parcourues par la STIB suite aux conditions climatiques

Pas encore de suivi
de cet indicateur

Distances cumulées en km non parcourues par la STIB suite
aux conditions climatiques

Définition	L'indicateur correspond au cumul annuel de km non parcourus par les véhicules de la STIB suite aux conditions climatiques
Commentaires	Pas encore de suivi de cet indicateur
Organisme propriétaire	STIB – Bruxelles mobilité
Méthode de calcul	Cet indicateur à construire s'appuie sur un recensement exhaustif et descriptif des arrêts du trafic et pannes des véhicules desquels découlent les distances non parcourues sur le réseau de la STIB.
Justification et thématiques	<p>Indicateur que la STIB trouve pertinent pour son activité. Le réseau et les infrastructures actuels et à venir de la STIB ne sont pas planifiés en tenant compte de paramètres comme les possibles inondations.</p> <p>Les phénomènes climatiques qui peuvent rentrer en ligne de compte sont : neige/gel (arrêt trafic), inondation (arrêt ou détournement trafic), tempête (perturbation alimentation électrique), grand froid/canicule (HS électronique embarquée).</p>

Évolution de la chenille processionnaire du chêne

**Pas encore de suivi
de cet indicateur**

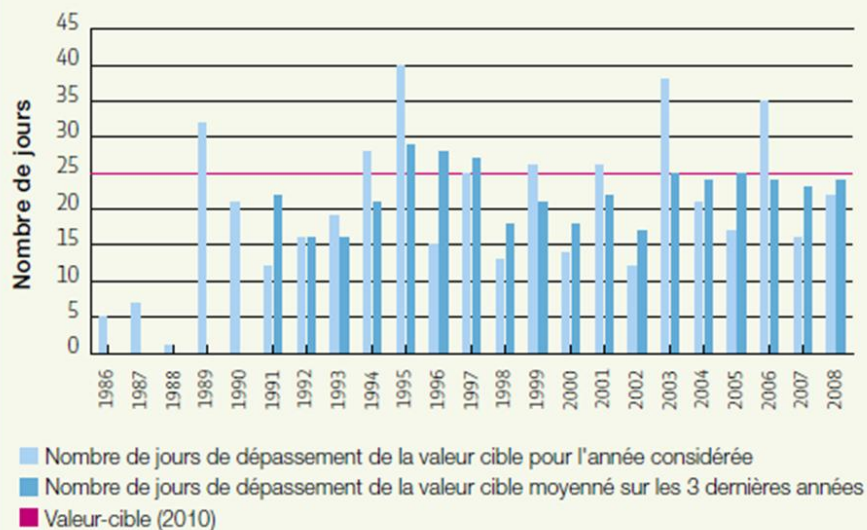
Évolution de la chenille processionnaire du chêne

Définition	Cet indicateur présente l'évolution (apparition/disparition) des populations de la chenille processionnaire du chêne
Commentaires	Pas encore de suivi systématique de cet indicateur
Organisme propriétaire	BRUXELLES-ENVIRONNEMENT ?
Méthode de calcul	Cet indicateur à construire repose sur le recensement de la chenille processionnaire du chêne en RBC
Justification et thématiques	<p>Invasion observée en Région Flamande et observation dans le nord de la RBC à ce jour. Certains facteurs climatiques, et notamment les périodes de sécheresse prolongées semblent favoriser l'accroissement de ses populations.</p> <p>Pas vraiment d'effets néfastes à long terme pour les chênes (défoliation marquée sur la saison d'attaque) mais affaiblissement de l'arbre qui favorise par la suite l'attaque par d'autres ravageurs ou pathogènes.</p> <p>La chenille du chêne pose des problèmes de santé publique car très urticant pour l'homme.</p> <p>Les thématiques visées par cet indicateur sont la santé et la biodiversité-forêt</p>

Occurrence annuelle des pics d'ozone

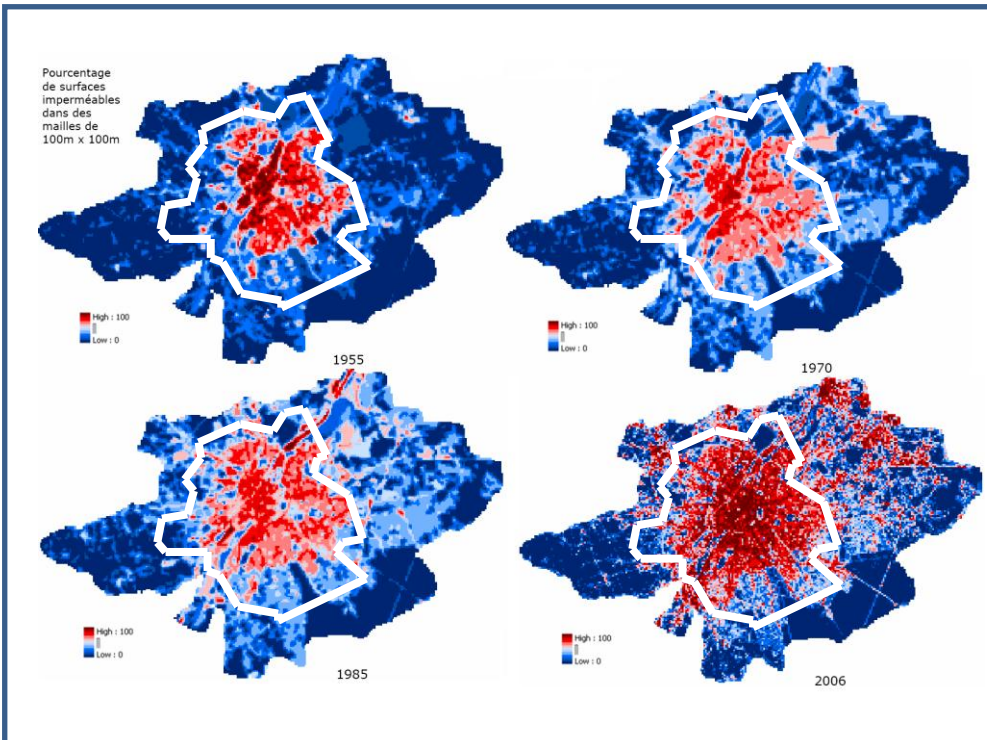
Nombre de jours de dépassement de la valeur cible de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour la concentration d'ozone moyenne sur 8 heures, de 1986 à 2008 (station de Uccle)

SOURCE : BRUXELLES ENVIRONNEMENT, LABORATOIRE DE RECHERCHE EN ENVIRONNEMENT (AIR)



Définition	Cet indicateur correspond au nombre de jours de dépassement des valeurs seuils ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) pour la concentration d'ozone moyenne
Commentaires	Toutes les années caractérisées par un temps ensoleillé et chaud durant les mois de juillet ou août sont caractérisées par plus de 25 jours de dépassement au niveau régional pour l'année considérée. C'était par exemple le cas pour les années 2003 et 2006. Par conséquent, la norme étant basée sur une moyenne de 3 ans, il apparaît que l'occurrence d'une période estivale très chaude est susceptible d'entraîner un non respect de la norme pendant plusieurs années.
Organisme propriétaire	Bruxelles Environnement ou la Cellule Interrégionale de l'Environnement CELINE
Méthode de calcul	Mesures directes de la concentration en Ozone selon les stations de mesure en Région Bruxelles-Capitale
Justification et thématiques	Vu les mécanismes de formation de l'ozone et la tendance légèrement à la hausse de la concentration moyenne annuelle, ce sont dans l'immédiat les conditions météorologiques qui in fine détermineront le respect ou non des normes s'appliquant à l'ozone. Puisque la tendance climatique est à l'augmentation des vagues de chaleurs, cet indicateur est pertinent pour la thématique « santé ».

Évolution de l'imperméabilisation des sols en RBC



Évolution de l'imperméabilisation des sols dans le bassin de la Senne, comprenant la Région bruxelloise

Source : Étude de l'évolution de l'imperméabilisation du sol en Région de Bruxelles-Capitale (bassin versant de la Senne), 2006, ULB – Région de Bruxelles -Capitale

Définition	L'indicateur « imperméabilisation des sols » montre l'évolution
Commentaires	Le bassin de la Senne dans lequel la RBC est implantée a connu un doublement de son imperméabilisation en cinquante ans (1955-2006) passant de 18% à 37% de sa superficie totale. Pour la RBC seule, cela représente entre 1955 et 2006, une évolution de 26% à 47% de la superficie totale.
Organisme propriétaire	ULB
Méthode de calcul	
Justification thématique	<p>et</p> <p>L'imperméabilisation des sols accentue le phénomène d'îlot de chaleur et a des impacts forts sur l'augmentation du ruissellement des eaux de surface.</p> <p>Couplé à l'évolution des précipitations dues aux CC, il y a risque de plus fortes inondations en hiver.</p> <p>Couplé à l'évolution des températures dues aux CC, il y a amplification du phénomène d'îlot de chaleur urbain</p>
Remarques	<p>Entre 1955 et 2006, la surface imperméable en RBC est passée de 26% à 47% de la superficie totale.</p> <p>Pour tout gain de 10% de la surface imperméable par rapport à la superficie totale, on estime que le ruissellement cumulé annuel augmente de 40%, que les débits fluviaux augmentent de 32% et que la fréquence des inondations est multiplié par 2,25 fois. (Hamdi et al, 2010)</p>

Chapitre 7 : Conclusions et perspectives

Puisque l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre au niveau mondial est insuffisante pour empêcher les changements climatiques, la Région bruxelloise doit y faire face et se préparer à s'y adapter, tout en continuant à agir sur l'atténuation, de façon parallèle. L'ampleur des changements climatiques en Région bruxelloise a été estimée sur base de l'état actuel des connaissances scientifiques.

L'étude préalable à la rédaction d'un plan régional d'adaptation au changement climatique a contribué à identifier, de façon générale, les impacts du changement climatique, les enjeux et vulnérabilités majeurs pour l'avenir de la Région de Bruxelles-Capitale, les instruments déjà mis en place qui contribuent à les réduire, ainsi que les grandes orientations stratégiques à mener et les premières pistes d'adaptation.

À côté de certaines opportunités qui restent limitées telles que la baisse des dégâts aux infrastructures suite à la réduction du nombre de jours de gel et à la hausse des températures hivernales, des risques majeurs sont identifiés : les risques d'inondations amplifiés, l'amplification de l'îlot de chaleur urbain et des risques sanitaires en lien avec l'augmentation des températures et des aléas climatiques extrêmes, etc.

Suite à l'identification des vulnérabilités, des orientations stratégiques sont proposées pour anticiper et s'adapter aux hausses de la chaleur en ville, améliorer la gestion de l'eau et de ses impacts à la nouvelle donne climatique ainsi que le renforcer la préservation de la biodiversité et la résilience des écosystèmes.

Si des outils ont déjà été mis en place par la Région ou par d'autres acteurs institutionnels peuvent contribuer à l'adaptation de la Région aux effets du CC, notamment dans le secteur du bâtiment et de l'eau, la présente étude propose une série d'aménagements des instruments existants, mais identifie aussi des mesures qui pourront ou devront être mises en place pour améliorer la résilience de la Région.

Les vulnérabilités, les risques et opportunités, les orientations stratégiques et les pistes d'action constituent le fondement pour la formulation d'un plan d'adaptation régional. Ce dernier proposera un panel d'actions, qualifiées, hiérarchisées et organisées selon les compétences à mobiliser pour les mettre en œuvre.

Établir un plan opérationnel ambitieux, nécessitera du temps, et la poursuite de la concertation avec tous les acteurs : Bruxelles-Environnement, les autres administrations régionales bruxelloises, les gestionnaires du territoire, le secteur privé et la société civile, les instances politiques et aussi le grand public. Cette concertation peut porter dans un premier temps sur les impacts et la stratégie d'adaptation, puis sur la définition d'actions et d'objectifs précis et leur mise en œuvre opérationnelle, règlementaire, incitative, ...

Il semble aussi nécessaire, au vu des progrès rapides de la climatologie, de compléter, de préciser et d'actualiser régulièrement les constats de prévisions climatiques.

Il s'agit finalement de contribuer à la prise de conscience d'un enjeu encore assez nouveau pour un grand nombre, de le faire avec la pédagogie nécessaire, puis de s'organiser pour répondre à ce défi qu'est l'adaptation au changement climatique.

Chapitre 8 : Annexes

8.1 Compte rendu de la première série d'entretien (janvier 2012)

- **Identification d'un groupe d'acteurs régionaux**

L'étude d'adaptation au changement climatique en Région de Bruxelles-Capitale repose en partie sur une large étude bibliographique. L'identification d'un groupe d'acteurs régionaux permet :

- De renforcer l'identification de la bibliographie pertinente pour la Région de Bruxelles-Capitale ;
- De mettre l'accent sur certaines particularités de la Région ;
- D'avoir un retour de terrain sur les mécanismes de la Région ;
- De rendre compte d'un retour d'expérience climatique avec leur(s) domaine(s) de compétence ;
- Et de les sensibiliser au changement climatique.

Conjointement, le Comité d'Accompagnement et le consortium ont identifié 28 acteurs régionaux représentatifs dans les thématiques suivantes³⁶ :

- Transverse :

Véronique VERBEKE / Bruxelles Environnement

- Infrastructures (transport, habitat, urbanisme, patrimoine...) :

Myriam CASSIERS / Administration de l'Aménagement du Territoire et du Logement de la Région bruxelloise

Michel DELCORPS / Administration de l'Aménagement du Territoire et du Logement de la Région bruxelloise

Patrick CRAHAY / Administration de l'Aménagement du Territoire et du Logement de la Région bruxelloise

Chantal ROLLAND / Administration de l'Équipement et des Déplacements

Pierre-Jean BERTRAND / Administration de l'Équipement et des Déplacements

Claire MASSON / STIB

INGE PAEMEN / Bruxelles Mobilité

- Aménagement du territoire (focus inondations, cours d'eau...) :

Françoise ONCLINCX / Bruxelles Environnement

Gaétan CUARTERO / Bruxelles Environnement

Mickaël ANTOINE / Bruxelles Environnement

Valérie TANGHE / Port de Bruxelles

Philippe CLAEYS / VUB

³⁶ Les acteurs régionaux en italique sont ceux pour lesquels un entretien téléphonique a été réalisé (15). Un retour plus succinct (mail, court échange téléphonique) a été effectué pour les autres.

- Energie :

Maurice BOHET / Bruxelles Environnement

Virginie LECLERCQ / Bruxelles Environnement

- Eau potable et égouts (approvisionnement, qualité, assainissement) :

Jean-Pol ROSIERE / SBGE

Karl MOT / VIVAQUA

Yves BOURDEAUX / HYDROBRU

- Biodiversité :

Marie-Céline GODIN / Bruxelles Environnement

Philippe LEJEUNE / ULG

- Forêt :

Stéphane VANWIJNSBERGHE / Bruxelles Environnement

- Santé :

Priscilla DECLERCK / Bruxelles Environnement

Myriam DE SPIEGELAERE / Observatoire de la Santé et du Social Bruxelles Capitale

Nicole PURNODE / Bruxelles Ville Région en Santé

Olivier BRASSEUR / Réseau CELINE

- Entreprises :

Francine WERTH / UCM

Isabelle CALLENS / FEB

- **Mode opératoire**

Les entretiens ont été réalisés par téléphone³⁷ du 4 au 27 janvier 2012.

Un guide d'entretien a été élaboré pour permettre, d'une part, de cadrer l'entretien et, d'autre part, d'aider la personne contactée à préparer l'entretien.

Un entretien type comprenait trois parties :

Introduction :

Quels sont les principales caractéristiques/ Les chiffres clés du domaine dans lequel vous intervenez ?

Quels sont les informations climatiques qui vous intéressent dans votre secteur, quels phénomènes peuvent influencer dans le domaine qui vous concerne ? Quels sont les plus importants ?

Retour d'expérience climatique :

Avez-vous souvenir d'un événement météorologique remarquable qui a eu des conséquences (positives ou négatives) dans le domaine vous concernant ?

Quand et où a-t-il eu lieu ?

³⁷ Le choix de la réalisation d'entretien téléphonique a été fait afin d'optimiser le temps disponible pour la mission permettant alors de solliciter plus d'acteurs régionaux. De plus, ce format d'entretien est plus flexible pour les personnes sollicitées.

Chapitre 8 : Annexes

Pouvez-vous préciser l'intensité du phénomène ?

Quels ont été les impacts ?

Pour chaque impact identifié :

Où s'est-il manifesté ?

Quel service/ organisme était responsable de la prise en charge ? Quels autres services/ organismes étaient – ou se sont - impliqués dans le traitement de l'impact ?

Est-ce qu'il existait déjà des outils (réglementation, procédures, compétences, etc.) permettant de traiter l'événement climatique ? Si oui, se sont-ils révélés efficaces ?

Quelles mesures ont finalement été prises ?

Conclusion et bilan :

Pouvez-vous évaluer, avec le recul, les conséquences en termes de coûts, rupture de service, ressources humaines, réputation

Quel bilan global pouvez-vous tirer de l'événement, quelles leçons ont été tirées ?

Chapitre 8 : Annexes

• Output des premiers entretiens (janvier 2012)

Les principales informations récoltées sont synthétisées ci-dessous :

Infrastructures (transport, habitat, urbanisme, patrimoine...) :

Paramètres climatiques pertinents pour la thématique	Retour climatique	d'expérience	Indicateurs d'évolution
Pluviométrie, Fréquence des vagues de chaleur	Canicule de 2003		Zones inondables, probabilités des inondations.

Eau :

Paramètres climatiques pertinents pour la thématique	Retour climatique	d'expérience	Indicateurs d'évolution
Pluie , moyenne, mensuelle, courbe IDF (intensité durée fréquence) Evapotranspiration . En données mensuel. Hauteur d'eau , débit d'eau (FLOWBRU) Canicule, vague de chaleur Non utilisé/disponible aujourd'hui : Température (extérieur et aussi des cours d'eau) pH des pluies Température des nappes	Sécheresse Inondation : - Novembre 2010 : hivernal, pluie continue, saturation des sols, la senna a débordé dans les 3 régions. Gestion concerté avec utilisation des canaux comme bassin d'orage/délestage. Évènement de type deucental - 18 et 23 août 2011 : orage très violent (quasi centenal sinon cinquentenal) sur Uccle - Canal de Bruxelles qui a manqué de déborder		Niveau piézométrique Image radar à coupler avec outil de prédiction (meilleur que pluviomètre) Imperméabilisation des sols Débit de la Meuse

Mobilité :

Paramètres climatiques pertinents pour la thématique	Retour climatique	d'expérience	Indicateurs d'évolution
-gel et neige - SMOG - vent et tempêtes - pluies intenses - sécheresse - canicule	Chaque épisode de froid accompagné de neige, notamment l'hiver 2009/2010 Tempêtes car surveillance en amont (rien de dangereux) et surveillance forte pendant l'évènement Crues de 2011 Inondation des stations de métro Stuyvenbergh et Bockstael		Nombre de kilomètres non réalisé à cause de phénomènes climatiques (doit voir si suivi actuellement)

Chapitre 8 : Annexes

Energie :

Paramètres climatiques pertinents pour la thématique	Retour climatique d'expérience	Indicateurs d'évolution
Degré jour	<p>Hiver 2010/2011 :</p> <ul style="list-style-type: none"> - très forte augmentation de la consommation énergétique - pointe assurée par centrale TGV difficulté pour répondre à la demande en électricité (ok pour le gaz) / décembre 2011 hiver doux mais risque très élevé de black-out sur la Belgique et donc Bruxelles <p>Tempête (en règle générale) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - BT : peu d'impact car réseau maillé et intérêt de l'entretien régulier - HT : beaucoup plus d'impact en cas de rupture de ligne 	

Biodiversité :

Paramètres climatiques pertinents pour la thématique	Retour climatique d'expérience	Indicateurs d'évolution
	<p>Inondations</p> <p>Tempêtes</p> <p>Sécheresses</p>	<p>Suivi d'arrivée d'espèces exotiques</p>

Forêt :

Paramètres climatiques pertinents pour la thématique	Retour climatique d'expérience	Indicateurs d'évolution
<p>tempêtes, notamment rafale de vent supérieur à 100 km/h</p> <p>Pluviométrie, sécheresse</p>	<p>Tempêtes de 1947, 1984, 87, 89/90, 26/12/99, janvier 2007</p> <p>Sécheresses 1976, 2003</p>	<p>Suivi du hêtre</p> <p>Besoin de connaissance très fine sur l'évolution des tempêtes</p>

Chapitre 8 : Annexes

Santé :

Paramètres climatiques pertinents pour la thématique	Retour d'expérience climatique	Indicateurs d'évolution
<p>Facteurs aggravants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vague de chaleur - situation anticyclonique - Inversion de température (hiver) - Absence de vent <p>Facteurs améliorants la situation:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Précipitations (minimum 2mm/h sinon inutile) - vent 	<p>Année 2003 dans sa globalité : persistance d'anticyclones sur le continent, année sèche (remise en suspension des particules), canicule durant l'été.</p>	<p>Fréquence d'occurrence des anticyclones</p> <p>Qualité de logement</p> <p>Population à faible revenu</p>

Entreprises :

Paramètres climatiques pertinents pour la thématique	Retour d'expérience climatique	Indicateurs d'évolution
<p>Cf mobilité</p>	<p>Hiver 2010/2011 : blocage d'activités (approvisionnement, activités saisonnières...)</p> <p>Phénomène de chaud :</p> <ul style="list-style-type: none"> - S'adapte en fonction de son activité 	

8.2 Compte rendu de la deuxième série d'entretien - Phase 3 (mai 2012)

Conjointement, le Comité d'Accompagnement et le consortium ont identifié des acteurs régionaux représentatifs dans les thématiques suivantes et ont pu rencontrer :

- Transverse :

Véronique VERBEKE / Bruxelles Environnement

- Infrastructures (transport, habitat, urbanisme, patrimoine...) :

Vincent CARTON / Bruxelles Environnement

Patricia Remacle, François-Olivier Devaux, Bart Van der Herten / STIB

Inge PAEMEN / Bruxelles Mobilité

- Aménagement du territoire (focus inondations, cours d'eau...) :

Françoise ONCLINCX / Bruxelles Environnement

Valérie TANGHE / Port de Bruxelles

- Energie :

Marianne SQUILBIN / Bruxelles Environnement

- Biodiversité - Forêt :

Marie-Céline GODIN / Bruxelles Environnement

Stéphane VANWIJNSBERGHE / Bruxelles Environnement

- Santé :

Philippe HENRY DE GENERET / Cabinet Cerexhe

Nicole PURNODE / Bruxelles Ville Région en Santé

- Tourisme :

Olivier Arendt /COCOF

Kathleen Davister et Hervé Bosquet / BITC

- **Mode opératoire**

Les entretiens ont été réalisés en face à face durant le mois de mai 2012.

Un guide d'entretien a été élaboré pour permettre, d'une part, de cadrer l'entretien et, d'autre part, d'aider la personne contactée à préparer l'entretien.

Un entretien type comprenait trois parties :

Nous présentons ci-après les trois grandes étapes de l'entretien.

- **Les caractéristiques et la dépendance au climat actuel du secteur**

Il s'agissait ici de discuter du rapport intermédiaire au vu de valider les principales caractéristiques du secteur et sa dépendance au climat actuel (liens avec le climat, indicateurs pertinents).

- **Les vulnérabilités au climat futur**

Cette étape a consisté en une discussion sur les vulnérabilités futures au regard de la présentation de l'évolution des principaux paramètres climatiques pertinents pour la thématique et en tentant d'identifier :

- les enjeux du territoire et de la nature de l'aléa (degré de certitude, occurrence etc.) ;
- le degré de vulnérabilité (gravité, étendue du territoire concerné) ;
- leur degré de prise en charge actuel (sensibilité des acteurs, compétence sur cette thématique, principaux plans et mesures existantes).

Cet état des lieux devait permettre de mettre en relief les principales forces et faiblesses de la région Bruxelles-Capitale face aux vulnérabilités futures, d'évaluer le niveau du risque pour chacune des vulnérabilités identifiées.

- **Les pistes d'action et indicateurs de suivi**

Au regard de cet état des lieux futur, une discussion sur les pistes d'action et indicateurs de suivi envisageables a été engagée en tentant de mettre en exergue, un certain nombre de paramètres : secteur d'application de la mesure, stratégies et plans pouvant intégrer la mesure, description de l'action etc.

- **Output de la deuxième série d'entretiens (avril-mai 2012)**

Les principales informations récoltées sont synthétisées ci-dessous :

Infrastructures (transport, habitat, urbanisme, patrimoine...) :

Chapitre 8 : Annexes

Santé

Vulnérabilités futures évoquées	Remarques/points de vigilance	Plans/mesures/actions mis en discussion	Nouvelles mesures proposées	Indicateurs évoqués
Vagues de chaleur et pics d'ozone	<p>Attention au public vulnérable, population pauvre au centre avec logements de moins bonne qualité et qui n'ont pas d'accès direct aux zones refuges (espaces verts etc.).</p> <p>Nouveaux logements sociaux sont passifs. Par contre la question de la rénovation énergétique à C ou MT doit être creusée.</p>	<p>Plan vagues de chaleur et pics d'ozone : n'a pas vocation à être autre. Il est par conséquent difficile d'y faire entrer de la planification.</p> <p>Plan air climat énergie : Planification de long terme fait plus sens dans ce plan</p> <p>Prêts verts sociaux : l'expérience n'a pas été concluante : population dont la contrainte économique est prioritaire.</p>	Revoir le PRDD pour inclure les CC car il constitue un cadre pour tous les plans (énergie / mobilité etc.)	Occurrence des vagues de chaleur
Pics de pollution hivernaux		<p>Plan d'urgence pics de pollution hivernaux</p> <p>Plan air climat énergie</p>		
Maladies infectieuses	<p>Ex de la Maladie de Lyme: hiver moins rude donc peut se propager.</p> <p>Un risque prioritaire pour la région :</p> <p>Recrudescence de maladies infectieuses (maladies importées dont les germes pathogènes peuvent se développer).</p> <p>Facteur aggravant : Population jeune / grand brassage.</p>			

Chapitre 8 : Annexes

Aménagement et infrastructures

Vulnérabilités futures évoquées	Remarques/points de vigilance	Plans/mesures/actions mis en discussion	Nouvelles mesures proposées	Indicateurs évoqués
Risque inondation		<p>PGE</p> <p>Plan PLUIE : fonctionne au niveau communal pour certaines villes (ex Ucle) mais beaucoup moins au niveau de l'urbanisme.</p> <p>Il existe un problème de mise en œuvre car les mesures n'ont pas été prioritaires.</p> <p>Modélisation des zones inondables en cours / Modélisation de l'atlas de l'eau en cours</p> <p>COBAT , PRAS</p> <p>Réfection du réseau d'égouttage : pas de redimensionnement prévu</p>	<p>Restaurer la plateforme de travail initié à travers le PGE</p> <p>Prioriser les mesures du plan PLUIE</p> <p>Rechercher des bonnes pratiques à l'international (ex : système d'égouttage)</p>	<p>Occurrence des événements de forte intensité</p> <p>Occurrence des inondations</p> <p>Niveau de mise en œuvre du plan PLUIE</p>
Ilot de chaleur urbain		<p>PRDD, Plan Nature etc.</p> <p>Taxe de mise en circulation et Taxe de circulation : pas de critère écologique à ce jour. Accises sur le carburant : évolution incertaine en raison de l'abandon de la dernière directive européenne.</p> <p>Transports doux : l'aménagement des voies cyclables est perfectible de même que l'aménagement des TC.</p>	<p>Intégrer la question de l'îlot de chaleur urbain dans le PRDD</p> <p>Adapter le guide de référence de l'aménagement de l'espace public (bonnes pratiques relatives au revêtement des sols etc.)</p> <p>Améliorer l'aménagement des pistes cyclables</p> <p>Améliorer la desserte pour le métro</p>	<p>Actualisation de la photo satellitaire relative à la verdurisation</p> <p>Nombre de km d'arbres plantés</p> <p>Intensité des pluies</p> <p>Indicateurs relatifs à l'évaluation des politiques publiques :</p> <p>Nb de km de bus en site propre</p> <p>Nb de km de pistes cyclables</p> <p>Nb d'arbres plantés / Nb de km de voiries avec revêtement clair</p>

Chapitre 8 : Annexes

Ressources en eau

Vulnérabilités futures évoquées	Remarques/points de vigilance	Plans/mesures/actions mis en discussion	Nouvelles mesures proposées	Indicateurs évoqués
Baisse des ressources en période de sécheresse		PGE	Etudier des mesures du type limitation de l'arrosage en cas de forte chaleur	
Baisse de la qualité des eaux/eutrophisation	Cyanobactérie favorisées par canicules, sécheresses et par eutrophisation des étangs. Menace pour la biodiversité et pour la santé publique.	Plan de prévention estival Restauration écologique (vidage des étangs plutôt que curage)		
Perturbation de transport sur le canal	Potentiellement plus de sédiments charriés (pluies intenses) et périodes de sécheresse plus intenses.			

Chapitre 8 : Annexes

Energie

Vulnérabilités futures évoquées	Remarques/points de vigilance	Plans/mesures/actions mis en discussion	Nouvelles mesures proposées	Indicateurs évoqués
Hausse de la demande de refroidissement	Insister sur l'aspect contreproductif de la climatisation et son impact sanitaire	Tout est opérationnel au niveau législatif quant au bâtiment mais il faut accélérer le taux de rénovation	<p>Incitant refroidissement naturel</p> <p>Taxation climatisation</p> <p>Créer un groupe de travail relatif à la révision du RRU (travail sur la problématique patrimoine énergie visant l'autorisation de l'isolation de façade etc.)</p> <p>Créer un nouveau mécanisme de financement visant l'accélération du taux de rénovation à destination des publics défavorisés et classe moyenne</p> <p>Réviser la tarification de l'énergie (baisse du tarif d'entrée, augmentation rapide des prix)</p>	Indicateur lié au refroidissement (IRM/BRUXELLES-ENVIRONNEMENT)

Chapitre 8 : Annexes

Biodiversité

Vulnérabilités futures évoquées	Remarques/points de vigilance	Plans/mesures/actions mis en discussion	Nouvelles mesures proposées	Indicateurs évoqués
<p>Translation des aires de répartition</p>	<p>Approche en termes d'essence :</p> <p>Insister sur les services éco systémiques rendus par la nature</p> <p>En forêt de Soignes : Mise en péril de la biodiversité si le hêtre n'existe plus. Or son aire de répartition est amenée à se modifier.</p> <p>Guide des essences : projection sur les essences réalisées sous scénario A1B Au vu de la forte incertitude, il faut favoriser la diversité.</p> <p>On va vers une réduction de 50% du hêtre. Pour le chêne pédonculé, on peut le remplacer par le chêne Sessile.</p> <p>Compétence voirie et alignements d'arbres en voiries régionales : Bruxelles mobilité</p>	<p>Plan nature</p> <p>Plan de gestion de la forêt de Soignes : en discussion / négociation pour une diminution forte du hêtre.</p> <p>PRAS</p>	<p>Proposer le renforcement du plan de gestion de la forêt de Soignes sur la partie CC</p> <p>Encourager le développement du maillage écologique</p> <p>Encourager la diversification des essences et des âges pour améliorer la résilience des écosystèmes</p> <p>Adapter le guide de gestion de l'espace public sur les bonnes pratiques (pour artères arborées, parterres etc.)</p> <p>Intégrer le maillage écologique dans le PRAS (en discussion) et dans le plan Nature.</p>	<p>Occurrence des vagues de chaleur</p>
<p>Croissance forestière</p>	<p>Il est observé en RBC plus de régénération naturelle qu'avant.</p>			

Chapitre 8 : Annexes

Pullulations et invasions	Observations relatives à la remontée de la chenille processionnaire du pin. Arrivée de différents pathogènes (liés au commerce international)	Système de monitoring aujourd'hui efficace. / association avec l'observatoire wallon des forêts Système de détection des maladies efficace. Effectué par le laboratoire d'entomologie.	Pérenniser le système en place Développement la gestion transfrontalière	
Modification de la phénologie		Pas de suivi de la phénologie à l'heure actuelle.	Recommander de suivre certaines espèces pour attester d'un changement	
Risque tempêtes	La hauteur des arbres est un facteur aggravant. Sol humide également	Plan d'intervention tempête lorsque ravale de vent sup/100km.		
Risque incendie	Peut se développer avec les sécheresses.	Plan incendie pour la forêt de Soignes.	Développer un indicateur forêt/météo à LT.	

8.3 Les scénarios d'émissions du rapport spécial du GIEC sur les scénarios d'émissions de GES

A1. Le canevas et la famille de scénarios A décrivent un monde futur dans lequel la croissance économique sera très rapide, la population mondiale atteindra un maximum au milieu du siècle pour décliner ensuite et de nouvelles technologies plus efficaces seront introduites rapidement. Les principaux thèmes sous-jacents sont la convergence entre régions, le renforcement des capacités et des interactions culturelles et sociales accrues, avec une réduction substantielle des différences régionales dans le revenu par habitant. La famille de scénarios A se scinde en trois groupes qui décrivent des directions possibles de l'évolution technologique dans le système énergétique. Les trois groupes A se distinguent par leur accent technologique: forte intensité de combustibles fossiles (A FI), sources d'énergie autres que fossiles (A T) et équilibre entre les sources (A B) (« équilibre » signifiant que l'on ne s'appuie pas excessivement sur une source d'énergie particulière, en supposant que des taux d'amélioration similaires s'appliquent à toutes les technologies de l'approvisionnement énergétique et des utilisations finales).

A2. Le canevas et la famille de scénarios A2 décrivent un monde très hétérogène. Le thème sous-jacent est l'autosuffisance et la préservation des identités locales. Les schémas de fécondité entre régions convergent très lentement, avec pour résultat un accroissement continu de la population mondiale. Le développement économique a une orientation principalement régionale, et la croissance économique par habitant et l'évolution technologique sont plus fragmentées et plus lentes que dans les autres canevas.

B1. Le canevas et la famille de scénarios B décrivent un monde convergent avec la même population mondiale culminant au milieu du siècle et déclinant ensuite, comme dans le canevas A, mais avec des changements rapides dans les structures économiques vers une économie de services et d'information, avec des réductions dans l'intensité des matériaux et l'introduction de technologies propres et utilisant les ressources de manière efficiente. L'accent est placé sur des solutions mondiales orientées vers une viabilité économique, sociale et environnementale, y compris une meilleure équité, mais sans initiatives supplémentaires pour gérer le climat.

B2. Le canevas et la famille de scénarios B2 décrivent un monde où l'accent est placé sur des solutions locales dans le sens de la viabilité économique, sociale et environnementale. La population mondiale s'accroît de manière continue mais à un rythme plus faible que dans A2, il y a des niveaux intermédiaires de développement économique et l'évolution technologique est moins rapide et plus diverse que dans les canevas et les familles de scénarios B et A. Les scénarios sont également orientés vers la protection de l'environnement et l'équité sociale, mais ils sont axés sur des niveaux locaux et régionaux. Un scénario d'illustration a été choisi pour chacun des six groupes de scénarios A B, A FI, A T, A2, B et B2. Tous sont également fiables. Les scénarios RSSE n'incluent pas d'initiatives climatiques supplémentaires, ce qui signifie que l'on n'inclut aucun scénario qui suppose expressément l'application de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques ou des objectifs du Protocole de Kyoto pour les émissions.

	Plus de développement "à court terme" ("économique")	Plus de "développement durable"
Politique plus "globale"	A1: Croissance économique rapide, convergence dans le développement des régions, croissance de la population faible, innovation technologique.	B1: Solutions globales "durables" aux niveaux social, économique et environnemental: efficacité énergétique, économie de ressources..., croissance de la population faible.
Politique plus "régionale"	A2: Monde très hétérogène (+ d'intérêts régionaux), croissance économique modérée, croissance de la population rapide, disparités technologiques.	B2: Solutions à l'échelle locale pour un développement durable. Croissance économique et de la population modérées, disparités technologiques.

Tableau 8-1 : Scénarios SRES : Les différents scénarios d'émissions de GES (Source, IPCC 2000)

Bibliographie

Chapitre 3 : Benchmark

Afdeling Milieu-, Natuur- en Energiebeleid (2010). « Bouwstenen om te komen tot een coherent en efficiënt adaptatieplan voor Vlaanderen.

Agence wallonne de l'air et du climat (2011). L'adaptation au changement climatique en région wallonne. Namur, Région Wallonne.

Amelung, B., S. Nicholls, et al. (2007). "Implications of global climate change for tourism flows and seasonality." Journal of travelresearch 45(3): 285-296.

Commission des Communautés Européennes (2009). Livre Blanc. Adaptation au changement climatique: vers un cadre d'action européen. Bruxelles: 18p.

Commission des Communautés Européennes (2007). Livre Vert. Adaptation au changement climatique en Europe: les possibilités d'action de l'Union Européenne: 32p.

De Perthuis, C., S. Hallegatte, et al. (2010). Economie de l'adaptation au changement climatique. Paris, Conseil économique pour le développement durable: 89p.

DEFRA (2008). Adapting to climate change in England. A framework for action., HM Government: 52p.

Departement Leefmilieu, N. e. E. A. M.-., Natuur- en Energiebeleid, (2010). Bouwstenen om te komen tot een coherent en efficiënt adaptatieplan voor Vlaanderen. Anvers: 118p.

Ecologic Institute, AEA, et al. (2010). Adaptation to Climate Change. Policy instruments for adaptation to climate change in big European cities and metropolitan areas. Berlin, Vienna, European Union.

EEA (2010). National adaptation strategies. Copenhagen, EEA: 3p.

German Federal Cabinet (2008). German strategy for adaptation to climate change. Berlin, The Federal Government: 73p.

Gobierno de Espana (2008). The Spanish national climate change adaptation plan: 22p.

Godard, O. (2010). "Cette ambiguë adaptation au changement climatique." Natures Sciences Sociétés(18): 287-297.

Godard, O. (2010). La grande bifurcation de la Conférence de Copenhague. Paris, EcolePolytechnique: 55p.

Greater London Authority (2010). The draft climate change adaptation strategy for London. London: 136p.

Hamburg Parliament (2009). Climate action in Hamburg: 153p.

HM Government (2010). Climate change. Taking action: 69p.

Ireland (2007). National climate change strategy. h. a. l. g. Department of the environment: 60p.

Mayor of London (2010). The draft climate adaptation strategy for London, Greater LondonPublic Authority: 137p.

MEDCIE Grand Sud-est (2008). Etude des effets du changement climatique sur le grand sud -est: 134p.

Ministère de l'écologie de l'énergie du développement durable et de la mer (2010). Plan adaptation climat. Rapport des groupes de travail de la concertation nationale. Paris, Ministère de l'écologie de l'énergie du développement durable et de la mer: 150p.

Ministry of Agriculture and Forestry (2005). Finland's National Strategy for Adaptation to Climate Change: 281p.

Bibliographie

- Ministry of Housing Spatial Planning and the Environment (2007). Make space for climate: 15p.
- Moreno, A., B. Amelung, et al. (submitted). "Climate suitability for beach tourism in Europe. A reassessment of the impacts of climate change." Climate research.
- NCC (2010). Belgium National Climate Change Adaptation Strategy
- Nordhaus, W. (1995). "The ghosts of climates past and the specters of climate change future." Energy Policy, 23(4-5): 269-282.
- ONERC (2007). Stratégie nationale d'adaptation au changement climatique. Paris, la Documentation Française.
- ONERC (2011). Villes et adaptation au changement climatique. Paris, ONERC: 168 p.
- Republic of Turkey (2010). "National climate change strategy (2010-2011)." 15p.
- Romant-Amat, B. (2007). Préparer les forêts françaises au changement climatique. Rapport à MM. les Ministres de l'agriculture et de la pêche et de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables. Paris: 125.
- Scottish Government (2009). Scotland's climate change adaptation framework. Edinburgh, Scottish Government.: 36p.
- Seguin, B. and I. Garcia de Cortazar (ND). Climate warming: consequences for viticulture and the notion of "terroirs" in Europe. Avignon, INRA Avignon.
- Stern Review (2006). The Economics of Climate Change. Cambridge, Cambridge University Press.
- Swart, R., R. Biesbroek, et al. (2009). Europe adapts to climate change: comparing national adaptation strategies. Helsinki, Partnership for European Environmental research (PEER): 280p.
- The City of London (2010). Rising to the challenge, The City of London climate change adaptation strategy: 2010 Update. London, City of London: 42 p.
- The Clean Air Partnership (2007). Cities preparing for Climate change. A study of six urban regions. T. C. A. Partnership. Toronto: 73 p.
- The Danish government (2008). Danish strategy for adaptation to a changing climate. Copenhagen: 48p.
- Tol, R. S. J. (2005). "Adaptation and mitigation: Trade-offs in substance and methods." Environmental Science and Policy(8): 572-578.
- UKCIP (2008). The UKCIP adaptation wizard V2.0. Oxford, UKCIP: 30p.
- UNFCCC (2006). Five-year programme of work on impacts, vulnerability and adaptation to climate change. In Report of the Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice on its twentyfifth session held at Nairobi from 6 to 14 November 2006. UNFCCC.
- UNFCCC (2007). Bali Action Plan. U. N. F. C. o. C. Change. Decision1/CP.13.
- Welsh Assembly Government (2010). Climate change strategy for Wales; Adaptation delivery plan: 13p.
- World Bank (2011). Guide to climate change adaptation in cities. Washington DC, The World Bank: 100 p.
- Zebish, M., T. Grothmann, et al. (2005). Climate Change in Germany – Vulnerability and Adaptation of climate sensitive Sectors. Report commissioned by the Federal Environmental Agency. Potsdam, Potsdam Institute of Climate Impact Research.

Chapitre 4 : les avenir climatiques de la RBC

- Birgit Georgi & al. (2012). *Urban adaptation to climate change in Europe - Cities' challenges, opportunities, and supportive national and European policies*. European Environmental Agency.
- Cellule Etat de l'environnement wallon (2007). *rapport analytique sur l'état de l'environnement wallon 2006-2007*. Namur: MRw-DGRne.
- Christensen, J. (2005). *Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European climate change risks and Effects. PRUDENCE Final Report*.
- European Environment Agency. (2008). *Impacts of Europe's changing climate - 2008 Indicator-based assessment*. Copenhagen: European Communities.
- Greiving, S. (2011). *Climate change and territorial effects - EPSON Climate*. TU Dortmund.
- Groupement Ecores-Tec. (2011). *L'adaptation au changement climatique en région Wallonne - Rapport final*.
- Hawking E, Sutton R. (2009). *The potential to narrow uncertainty in regional climate prediction*. Bull.
- Institut Bruxellois de la Gestion de l'Environnement. (Août 2005). *Les données de Bruxelles Environnement : "L'eau à Bruxelles"*.
- Institut Royal Météorologique. (2008). *Vigilance Climatique*.
- IPCC. (2000). *Scénarios d'émissions : Rapport spécial du Groupe de travail III du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)*.
- Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut. (2006). *KNMI Climate Change Scenarios 2006 for the Netherlands*.
- Milieu- en Natuurplanbureau. (2006). *The effects of climate change in the Netherlands*. Récupéré sur <http://www.mnp.nl/en/publications/2006/TheeffectsofclimatechangeintheNetherlands.html>.
- Ntegeta V., Baguis P., Boukhris O., Willems P., Roulin E. (2008). *Climate change impact on hydrological extremes along rivers and urban drainage system.II. Study of rainfall and ETO climate change scenarios - technical report CCI-HYDR project*. K.U. Leuven - Hydraulics Section & Royal meteorological Institute of Belgium.
- P. WILLEMS, P. BAGUIS, V. NTEGEKA, E. ROULIN. (2010). *CCI-Hydr - Climate change impact on hydrological extremes along rivers and urban drainage systems in Belgium*. Katholiek universiteit Leuven - Institut Royal Météorologique.
- Philippe Marbaix et Jean-Pascal van Ypersele. (2004). *Impacts des changements climatiques en Belgique*. Bruxelles: Greenpeace.
- Observatoire savoyard du changement climatique. (2010). *Adaptation des villes au changement climatique*. Dossier Ad & At, N°4.
- Van Steertegem, M. (2009). *Environment Outlook 2030. Flanders Environment Report*. Aalst: VMM.

Chapitre 5 : les vulnérabilités de la RBC

Infrastructures et aménagement du territoire

EEA, (2012). Urban adaptation to climate change in Europe – Cities' challenges, opportunities, and supportive national and European policies.

GIP-ECOFOR. (2010). Destructive storms : résumé de l'étude. Écho d'Ecofor 15 : 4-5.

Hamdi, R., Termonia, P. and Baguis, P. (2010). Effects of urbanization and climate change on surface runoff of the Brussels Capital Region: a case study using an urban soil-vegetation-atmosphere-transfer model. *International Journal of Climatology*. 31: 1959-1974

NTEGETA V., BAGUIS P., BOUKHRIS O., WILLEMS P., ROULIN E. (2008). *Climate change impact on hydrological extremes along rivers and urban drainage system.II. Study of rainfall and ETO climate change scenarios - technical report CCI-HYDR project*. K.U. Leuven - Hydraulics Section & Royal meteorological Institute of Belgium.

PLANTON, S. (2002). « Le changement climatique et la probabilité des tempêtes sur l'Atlantique Nord », *Météo-France – Annales.org*.

STEENEVELD AND AL. (2011). Quantifying urban heat island effects and human comfort for cities of variable size and urban morphology in the Netherlands.

MUSY. (2007). *Du Microclimat au bâtiment: Concevoir en milieu urbain : prise en compte des interactions bâti-environnement-urbain*, Support de conférence, Ecole Nationale Supérieure d'architecture de Nantes.

Rapport annuel 2010 du Port de Bruxelles

Rapport annuel 2010 de la STIB

Etude de l'évolution de l'imperméabilisation du sol en Région de Bruxelles-Capitale, RBC/ULB 2006Crosstalk, KUL (P.WILLEMS)

SPF MT Recensement de la circulation, 2009

DGSIE (EFT)

Plan PLUIE 2008-2011, Région de Bruxelles-Capitale

Observatoire savoyard du changement climatique. (2010)

Ressource en eau

COMMISSION NATIONALE CLIMAT (2009). Cinquième communication nationale sur les changements climatiques en vertu de la Convention-Cadre des Nations-Unies sur les changements climatiques, Bruxelles.

DROGUE et AL. (2010). *Projet AMICE*, www.amice-project.eu/fr/.

GREATER LONDON AUTHORITY (2010). *The draft climate change adaptation strategy for London. Public consultation draft*, London

MARBAIX P. & VAN YPERSELE J.-P. (2004). *Impacts des changements climatiques en Belgique*. Bruxelles, Greenpeace. 44p.

Plan pluie, RBC 2008 - 2011

VMM-Climat (courbe IDF), KUL 2009

Les sécheresses de 1989 et 1990 (nappes), ANSEAU 1992

Projet de plan de gestion de l'eau, Bruxelles Environnement 2010

Bibliographie

Projet de plan de gestion de l'eau analyse économique, Bruxelles Environnement 2008

Projet de plan de gestion de l'eau programme de mesure, Bruxelles environnement 2011

Rapport sur les incidences environnementales du projet de programme de mesures accompagnant le plan de gestion de l'eau de la Région de Bruxelles-capitale, Bruxelles Environnement 2011

Santé

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES (2009). *Adapting to climate change: Towards a European framework for action - Human, Animal and Plant Health Impacts of Climate Change* (COM(2009) 147 final). Brussels.

BESANCENOT JP. (2007). *Notre santé à l'épreuve du changement climatique*. Edition Delachaux et Niestlé, Paris.

US GOVERNMENT (2010). *Rapport Environmental Health Perspectives and the National Institute of Environmental Health Sciences/*

Observatoire de la santé et du social Bruxelles 2010

La surmortalité en Belgique au cours de l'été 2003, Institut Scientifique de Santé Publique

Synthèse de l'état de l'environnement 2007-2008, Bruxelles Environnement

Conception d'un monitoring des quartiers couvrant l'ensemble du territoire de la région de Bruxelles-capitale, 2008

Aphekom : effets sanitaires et économiques de la pollution urbaine en Europe/ compléter cette référence

Schroeder, Nejm, 2007 / ANMC, MC – Information n°247, mars 2012

Direction générale Statistique et Information économique du SPF Économie, *Registre national*

Institut National d'Assurance Maladie Invalidité, 2007

Observatoire de la Santé et du social Bruxelles

INAMI, MGbru, CDCS – CMDC, 2007

SPF santé Public

Bruxelles Environnement – Département plan air, climat et énergie : inventaires 2009

Surveillance des Maladies Infectieuses par un Réseau de Laboratoires de Microbiologie 2010 - Tendances Épidémiologiques 1983– 2009 Institut Scientifique de Santé Publique, DO Santé publique et Surveillance 2011 - Rapport : D/2011/2505/21

ISP, *Enquête nationale de santé, 2004*

Energie

COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPEENNES (2007). *Livre vert présenté par la Commission au Conseil, au Parlement européen, au Comité économique et social européen et au Comité des régions - Adaptation au changement climatique en Europe: les possibilités d'action de l'Union européenne, {SEC(2007) 849}*, Bruxelles, 2007.

D. LINDLEY (2010). *The energy storage problem*, Nature, Vol 46.

EUROPEAN RENEWABLE ENERGY COUNCIL (2010). *Re-thinking 2050 - A 100% Renewable Energy Vision for the European Union*, Bruxelles,.

INSTITUT ROYAL METEOROLOGIQUE DE Belgique (2008), *Vigilance Climatique*, Bruxelles.

Bibliographie

O. GODART ET H. POPPE, Quelques aspects de la distribution du vent en Belgique et en Wallonie, Ciel et Terre, Vol. 78, 1962.

OBSERVATOIRE NATIONAL SUR LES EFFETS DU CHANGEMENTS CLIMATIQUES, MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER EN CHARGE DES TECHNOLOGIES VERTES ET DES NEGOCIATIONS SUR LE CLIMAT (2010). *Plan Adaptation Climat, Rapport des groupes de travail de la concertation nationale, chapitre énergie*, Paris.

Bilan énergétique de la Région Bruxelles Capitale 2009, ICEDD pour Bruxelles Environnement 2011
Eurima, Ecofys VII study, 2007

PLANTON, S. (2002). « Le changement climatiques et la probabilité des tempêtes sur l'Atlantique Nord », *Météo-France – Annales.org*.

Biodiversité et forêt

BADEAU V., DUPOUEY J.-L., CLUZEAU C. & DRAPIER J. (2007). Aires potentielles de répartition des essences forestières d'ici 2100. *Rendez-vous techniques de l'ONF Hors série n°3: 62-66*.

BRÉDA N., GRANIER A. & AUSSÉNAC G. (2000). Evolutions possibles des contraintes climatiques et conséquences pour la croissance des arbres. *Revue Forestière Française Numéro spécial 2000. Conséquences des changements climatiques pour la forêt et la sylviculture*.

CROISÉ L. & LIEUTIER F. (1993). Effect of drought on the induced defense reaction of Scots pine to bark beetle-associated fungi. *Annals of Forest Science 50: 91-97*.

GIP-ECOFOR. (2010). Destructive storms : résumé de l'étude. *Écho d'Ecofor 15 : 4-5*.

GITAY H., BROWN S., EASTERLING W. & JALLOW B. (2001). Ecosystems and their goods and services. In: *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. J. J. McCarthy, O. F. Canziani, N. A. Leary, D. J. Dokken and K. S. White. Cambridge Cambridge University Press: 211-272.

FISCHLIN A., MIGDLEY G. F., PRICE J. T., LEEMANS R., GOPAL B., TURLEY C., ROUNSEVELL M. D. A., DUBE O. P., TARAZONA J. & VELICHKO A. A. (2007). Ecosystems, their properties, goods, and services. In: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden and C. E. Hanson. Cambridge Cambridge University Press: 211-272.

GUNS A. & PERRIN D. (2007). Les changements climatiques. In: *Rapport analytique sur l'état de l'environnement wallon 2006-2007*. Namur, MRW - DGRNE: 299-315.

HUNTLEY B., GREEN R. E., COLLINGHAM Y. C. & WILLIS S. G. (2007). *A climatic atlas of european breeding birds*, Lynx. 522 p.

Bruxelles Environnement, UCL et FUSAGx (2009) : *La forêt de Soignes face au changement climatique*.

INRA (2007). *Forêt et changement climatique*. Conférence de presse • 27 février 2007. L'INRA au Salon International de l'Agriculture 2007 p.

MARBAIX P. & VAN YPERSELE J.-P. (2004). *Impacts des changements climatiques en Belgique*. Bruxelles, Greenpeace. 44p.

MARÇAIS B. & DESPREZ-LOUSTAU M.-L. (2007). Le réchauffement climatique a-t-il un impact sur les maladies forestières? *Rendez-vous techniques de l'ONF Hors série n°3: 47-52*.

NATIONALE CLIMATE COMMISSION (2010). *Belgian national climate change adaptation strategy*. 39p .

ROOT T. L., PRICE J. T., HALL K. R., SCHNEIDER S. H., ROSENZWEIG C. & POUNDS J. A. (2003).

Bibliographie

Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature* 421 (6918): 57-60.

ROSENHEIM J. A. & TABASHNIK B. E. (1991). Influence of Generation Time on the Rate of Response to Selection. *American Naturalist* 137(4): 527-541.

USHER M. (2005). Conserver la diversité biologique européenne dans le contexte du changement climatique. Conseil de l'Europe. Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe. Strasbourg. 33p.

Plan de gestion de la forêt de Soignes, 2003, Bruxelles Environnement

La forêt de Soignes face au changement climatique, 2010, Bruxelles Environnement

La biodiversité à Bruxelles, 2010, Bruxelles Environnement

Plan nature (version provisoire), 2012, EcoRes/21 solutions pour Bruxelles Environnement

Stabilité au vent des hêtraies : les enseignements de la tempête de 1999, 2005, ENGREF, Ecole nationale du génie rural, des eaux et des forêts, Nancy, France

S'occuper de 28.000 patients toutes l'année – Une logique verte pour la gestion des arbres d'alignement, Bruxelles Mobilité

Tourisme

CERON, J., DUBOIS, G. (2006). Changement climatique et développement durable du tourisme. Etude exploratoire en vue d'un programme de recherche. Les Rendez-vous de la Stratégie, Ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer.

CERON, J., DUBOIS, G. (2003). Tourisme et changement climatique une relation à double sens. Le cas de la France. 1st International Conference on Climate Change and Tourism, Djerba, Tunisia, WTO.

CERON, J., DUBOIS, G. (2001). Tourisme et changement climatique. Impacts potentiels du Ceron, J., Dubois, G. 2005. The potential impacts of climate change on French tourism. *Current Issues in Tourism* 8(2-3), 125–139.

BRUSSELS MEETING. (2011). Dossier de presse.

MARBAIX P. & VAN YPERSELE J.-P. (2004). Impacts des changements climatiques en Belgique. Bruxelles, Greenpeace. 44p.

OBSERVATOIRE DU TOURISME A BRUXELLES (2009 et 2010), Rapports annuels.

OBSERVATOIRE DU TOURISME A BRUXELLES, Lettre n°13 : l'emploi touristique en région Bruxelles Capitale : tourisme d'affaires et tourisme de loisirs.

Sites Internet:

<http://statbel.fgov.be/fr>

<http://www.tourismebelgique.com/destinations/brussel-bruxelles>

www.visitbrussels.com

www.soignes-zonien.net

Chapitre 6 : B Vers une stratégie d'adaptation au changement climatique

LAFONTAINE R.-M. & DE SCHAETZEN R. (2009) - Que s'est-il passé depuis l'an 2000 pour les libellules méridionales en Wallonie et à Bruxelles ? LES NATURALISTES BELGES Numéro spécial du Groupe de Travail Gomphus Wallonie-Bruxelles. Volume 90.

Inbo (2011). Natuur indicatoren 2011: Toestand van de natuur in Vlaanderen - cijfers voor het beleid. Brussel

Liste des acronymes

AFSCA : Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne Alimentaire
AOGCM : Atmosphere Ocean General Circulation Models
AWAC : Agence Wallonne de l'Air et du Climat
BITC : Bureau d'Informations Touristiques et Culturelles
CCLM : Cosmo Climate Model
CLIVAR : Climate Variability and Predictability
COBAT : Code Bruxellois de l'Aménagement du Territoire
COCOF : Commission Communautaire Française
COP : Conference des Parties
CPAS : Centre Public d'Action Sociale
DCE : Débit Caractéristique d'Étiage
DEFRA : Department for Environment, Food and Rural Affairs
DGSIE : Direction générale Statistique et Information économique
EEA : European Environment Agency
FEB : Fédération des Entreprises de Belgique
GES : Gaz à effet de serre
GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GCM : Global Climate Model
IBDE : Intercommunale bruxelloise de distribution et d'assainissement des eaux
IBSA : Institut Bruxellois de Statistique et d'Analyse
IDF : Intensité – Durée – Fréquence
IRM : Institut Royal Météorologique de Belgique
ISP : Institut Scientifique fédéral de Santé publique
MEDCIE : Mission d'études et de développement des coopérations interrégionales et européennes
NAPAs : National Adaptation Programmes of Action
NAPs : National Adaptation Plans
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
ONERC : Observatoire National des Effets du Réchauffement Climatique
PCD : Plan Communal de Développement
PEB : Performance énergétique des bâtiments
PGE : Plan Gestion de l'Eau
PLAGE : Plan Local d'Actions pour la Gestion Énergétique
PMAS : Pays les Moins Avancés

Liste des acronymes

PRAS : Plan Régional d'Affectation des Sols

PRD : Plan Régional de Développement

PRDD : Plan Régional de Développement Durable

RCM : Regional Climate Model

RBC : Région de Bruxelles-Capitale

RCU : Règlements Communaux d'Urbanisme

RIE : Rapport sur les Incidences Environnementales

RRU : Règlement Régional d'Urbanisme

SOeS : Service de l'Observation et des Statistiques du ministère français

SPF : Service Public Finance

SRCAE : Schémas Régionaux Climat, Air, Energie

SRES : Special Report on Emissions Scenarios

STIB : Société des Transports Intercommunaux de Bruxelles

UNFCCC : United Nations Framework Convention on Climate Change