

L'adaptation aux changements climatiques en Wallonie : synthèse et points d'attention pour l'actualisation des connaissances

Pénélope Lamarque, Alain Tondeur,
Philippe Marbaix, Bruna Gaino, Jean-Pascal van Ypersele

Plateforme wallonne pour le GIEC

Avril 2022



Publié en avril 2022 par la Plateforme wallonne pour le GIEC - www.plateforme-wallonne-giec.be

Errata et mise à jour de ce document :

La présente version, datée du 19 mai 2022, fait suite à deux phases de corrections éditoriales :

- Plusieurs corrections éditoriales ont été réalisées entre la première version (29 avril 2022) et la version présentée au comité de suivi de la Plateforme le 16 mai 2022.
- Les dernières corrections ont été apportées le 19 mai 2022 en raison d’erreurs dans la numérotation des points d’attention, en page 33 à 37. Ceux-ci ont été renumérotés pour plus de clarté. En page 4, le paragraphe qui commence par “Il reviendra aux décideurs politiques de déterminer les axes prioritaires” a été revu pour en faciliter la lecture et tenir compte de la nouvelle numérotation. Le premier paragraphe de la page 33 a été ajusté d’une manière similaire. Le tableau présenté en annexe 18 a également fait l’objet de corrections éditoriales.

Editeur responsable :

Pr Jean-Pascal van Ypersele, UCLouvain, Place Louis Pasteur 3, bte L4.03.08, B-1348 Louvain-la-Neuve, Belgique.

Table des matières

Avertissement	3
I. Introduction	4
1. Objectif du rapport	4
2. Introduction des concepts clés pour l'étude et la mise en place de mesures d'adaptation	4
3. Mise en place des processus d'adaptation en Wallonie et à l'international	7
II. Synthèse des rapports pertinents pour l'adaptation aux changements climatiques en Wallonie	10
1. Changements climatiques en cours et futurs : à quoi s'adapter ?	10
2. Impacts observés, risques futurs et options d'adaptation pour y faire face	17
III. Évaluation critique de l'existant	27
1. Assurer la cohérence entre les politiques d'adaptation et d'atténuation	27
2. Tenir compte de la réduction des risques par l'atténuation	28
3. Évolution du climat : tenir compte des incertitudes	28
4. Appréciation des impacts	29
5. Hiérarchisation des priorités de l'adaptation	29
6. Identification des secteurs et intersectorialité	30
7. Une approche « techniciste » et incomplète	30
8. Une vision trop incrémentale de l'adaptation	31
9. Une sous-estimation de la dimension internationale	31
10. Quel rôle pour les pouvoirs publics ?	31
IV. Points d'attention pour un cahier spécial des charges	32
1. Aspects généraux	32
2. Connaissance des changements climatiques, des risques associés, et du potentiel d'adaptation	33
3. Secteurs et transversalité	34
4. Déficit d'adaptation, limites de l'adaptation, maladaptation	34
5. Adaptation écosystémique	35
6. Secteurs eau, énergie et agriculture-alimentation	35
7. Villes et à l'aménagement du territoire	36
8. Santé	36
9. Relations internationales	36
10. Formation, éducation et recherche	36
V. Bibliographie	37
VI. Annexes	41
1. Résumés des principaux documents consultés	42
2. Tableau de synthèse des mesures d'adaptation proposées par les études	116

Avertissement

Le présent rapport répond au souhait du Gouvernement wallon de disposer d'un cadre de référence scientifique des études existantes en Wallonie sur l'adaptation aux changements climatiques. Ce document vise à contribuer à la réflexion en vue d'établir le cahier spécial des charges d'une étude interdisciplinaire à ce sujet.

Une actualisation du cadre de référence scientifique est d'autant plus indiquée que la politique wallonne d'adaptation, qui ne fait pas encore l'objet d'une mise en œuvre systématique et coordonnée, est largement basée sur des études relativement anciennes, tandis que la conception que le GIEC a de l'adaptation a considérablement évolué au fil de ses rapports d'évaluation successifs. En particulier, la contribution du Groupe de travail 2 du GIEC au sixième rapport d'évaluation [IPCC, 2022] marque une nette inflexion vers une vision très holistique et sociale de l'adaptation, avec une attention soutenue pour les questions du genre, de la justice, de l'équité, de la participation citoyenne et de la transparence.

Sur cette base, on ne s'étonnera pas de constater que les « points d'attention » pour un cahier spécial des charges, qui concluent ce rapport, embrassent un champ très vaste de secteurs, de domaines intersectoriels et de questions générales de gouvernance, en mêlant la prospective transversale issue de la réflexion stratégique et des recommandations sectorielles concrètes, en prise sur l'existant.

Il reviendra aux décideurs politiques de déterminer les axes prioritaires d'un cahier spécial des charges pour une étude à réaliser. Les auteurs du rapport souhaitent néanmoins attirer l'attention sur les aspects suivants :

- assurer une approche holistique (point d'attention 1.1)
- se fonder sur des connaissances solides au sujet des changements climatiques, des risques associés, du potentiel d'adaptation et du lien avec l'atténuation (points d'attention 2.1 à 2.4, et 2.6)
- tenir compte des aspects transversaux et de la nécessité, au delà de changements incrémentaux, de transitions vers des systèmes plus résilients (point d'attention 3.5)
- identifier les déficits d'adaptation, tenir compte des limites souples et dures de l'adaptation, s'appuyer notamment sur les solutions basées sur la nature (points d'attention 4.1 à 4.3).

Il revient aussi aux décideurs de mettre en place le dispositif de suivi et de pilotage interdisciplinaire, voire transdisciplinaire, indispensable pour mener à bien cet ambitieux projet, qui devra lui-même faire travailler ensemble des chercheurs et chercheuses de différentes disciplines et institutions.

Nous profitons de ce rapport pour encourager la Région wallonne et tous ses acteurs à répondre au questionnaire d'expression d'intérêt à rejoindre la **Mission Adaptation aux changements climatiques** lancée par l'Union européenne¹. Cette mission vise à soutenir 150 régions et communautés en Europe pour leur permettre d'atteindre la résilience climatique d'ici 2030. Introduire des projets en vue de rejoindre cette Mission et faire partie d'une communauté de pratiques sur l'adaptation aux changements climatiques nous semble être une opportunité très pertinente et cohérente avec les conclusions de notre étude.

¹ Information sur la Mission Adaptation de l'Union Européenne et enquête à compléter pour manifester son intérêt à rejoindre la mission : <https://ec.europa.eu/eusurvey/runner/MissionAdaptationRegions2022>.

I. Introduction

1. Objectif du rapport

En juillet 2021, la Wallonie a été touchée par des inondations sans précédent faisant une quarantaine de morts et engendrant d'énormes dégâts matériels. Les années précédentes, le territoire avait été frappé par des épisodes de canicules et sécheresses provoquant certaines années plus d'un millier de décès et de nombreux impacts socio-économiques. Face à ces événements climatiques extrêmes, le Gouvernement wallon veut lancer une vaste étude sur l'adaptation aux changements climatiques afin qu'une réflexion intégrée et multidisciplinaire permette de dégager les réponses aux nouveaux risques potentiels à court, moyen et long terme. La Plateforme wallonne pour le GIEC a été mandatée pour synthétiser l'existant et proposer des recommandations de contenu pour la conception d'un cahier des charges de cette étude.

2. Introduction des concepts clés pour l'étude et la mise en place de mesures d'adaptation

En 2021 et 2022, le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) a publié son 6^{ème} rapport d'évaluation (RE6). Il fait la synthèse des connaissances scientifiques sur les changements climatiques dans les domaines de la physique du climat (Groupe de travail 1), des impacts, de l'adaptation et de la vulnérabilité (Groupe de travail 2) et de l'atténuation (Groupe de travail 3). Par ses six rapports d'évaluation et ses rapports spéciaux, le GIEC a documenté depuis 1990 les changements qui ont affecté le climat et leurs impacts sur les systèmes humains et naturels.

Les preuves de ces changements sont, aujourd'hui, irréfutables : le climat a effectivement changé depuis l'ère préindustrielle avec un réchauffement planétaire de 1.1°C. Les émissions passées et actuelles de gaz à effet de serre dues aux activités humaines en sont la cause principale. Le réchauffement dépassera 1.5°C et 2°C au cours du 21^e siècle, à moins que des réductions très importantes des émissions de CO₂ et d'autres gaz à effet de serre n'interviennent rapidement. Selon le GIEC, les émissions nettes doivent être ramenées à zéro vers 2050 et devenir négatives dans la deuxième moitié du siècle pour respecter l'objectif de 1.5°C. La température de surface de la Terre continuera à augmenter au moins jusqu'au milieu du siècle, dans tous les scénarios d'émissions envisagés. Ces changements climatiques d'origine humaine favorisent déjà de nombreux phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes dans toutes les régions du monde, tels que les vagues de chaleur, les fortes précipitations, les sécheresses et les cyclones tropicaux [IPCC, 2021b]. Avec la poursuite du réchauffement climatique mondial, les changements déjà observés vont globalement s'accroître, notamment en ce qui concerne les extrêmes. En particulier, tout réchauffement d'un demi-degré supplémentaire entraîne un accroissement clairement discernable de l'intensité et de la fréquence des extrêmes de chaleur, des fortes précipitations et des sécheresses agricoles et écologiques. Même dans le cas d'un scénario très optimiste où le réchauffement global serait limité à 1.5°C, la fréquence et l'intensité des extrêmes continueraient d'augmenter [PwG 23].

Si les changements climatiques et leurs impacts sont connus depuis de nombreuses années, les différents événements extrêmes (sécheresses, canicules, inondations) auxquels la Wallonie a fait face ces dernières années nous rappellent que les risques affectent notre région de manière directe, même si certaines autres régions du monde subissent ou subiront plus fréquemment des impacts négatifs de plus grande ampleur. En effet, si l'analyse des inondations de juillet 2021 [Zeimetz F., et al, 2021] confirme notamment le caractère encore très rare du phénomène pluvieux observé (dépassement de valeurs centennales), le rapport du GIEC [IPCC, 2021] indique qu'il faut s'attendre à ce que le réchauffement augmente la fréquence et l'intensité des épisodes de fortes pluies [PwG 23, notamment question 10 et page 21].

Les **risques**² éventuels associés aux changements climatiques (ex. risque pour les personnes et les infrastructures dû aux inondations) sont fonction des **aléas** climatiques (en anglais « *hazard* », par exemple une vague de chaleur ou des pluies intenses), de l'**exposition**, (par exemple, le nombre de personnes habitant en zone inondable) et de la **vulnérabilité**³ des systèmes humains et naturels (par exemple, la précarité des populations, ou l'inadaptation des infrastructures). Les **impacts** sont les conséquences des risques réalisés sur les systèmes humains ou naturels. Les impacts font généralement référence aux effets sur les moyens de subsistance, la santé et le bien-être, les écosystèmes, les biens économiques, sociaux et culturels, les services (y compris les services écosystémiques) et les infrastructures.

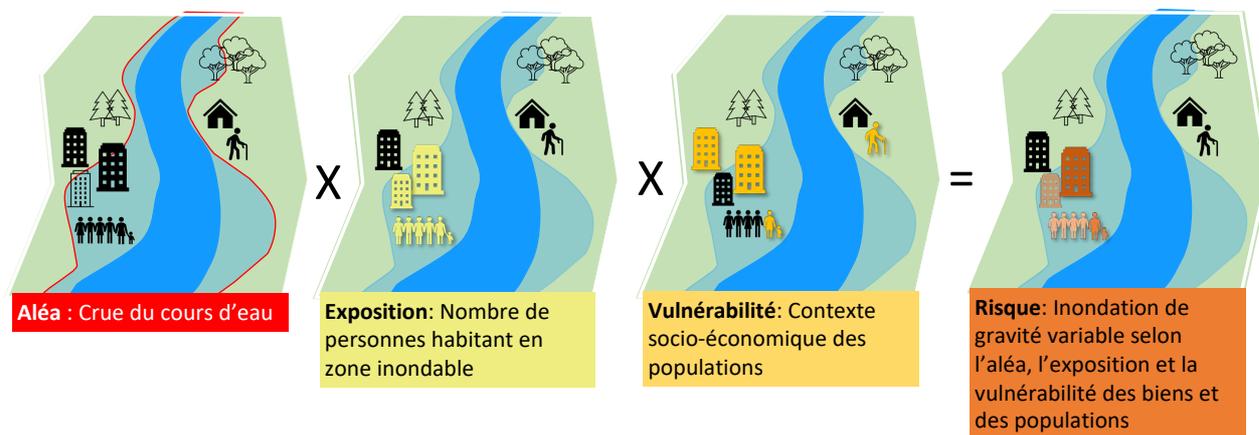


Figure 1 : La société et les biens seront plus (orange foncé) ou moins (orange clair) confrontés aux risques et impacts dus à l'inondation selon leur vulnérabilité (jaune foncé) et leur exposition (jaune clair) à l'aléa de crue du cours d'eau (rouge). Figure inspirée de © Agence française pour la biodiversité / Réalisation Matthieu Nivresse (d'après OIEau), 2018 : <https://www.eaufrance.fr/prevenir-les-risques>

Il faut donc veiller à **atténuer** (en anglais *to mitigate*) les changements climatiques en réduisant les émissions et en améliorant les puits de gaz à effet de serre pour maîtriser l'aggravation des aléas. Mais, parallèlement, nous devons aussi nous **adapter** à ces changements climatiques sans précédent pour diminuer les risques, en tâchant de diminuer l'exposition et la vulnérabilité. Les changements climatiques sont globaux, mais les impacts et l'adaptation varient localement. Il faut donc mettre en place des mesures d'adaptation qui conviennent au contexte local.

« Mettre en œuvre des mesures d'adaptation, c'est prendre des décisions stratégiques axées sur l'anticipation du changement et la proactivité. C'est avoir une vision à long terme des risques (adaptation proactive). Les stratégies d'adaptation peuvent être menées par différents acteurs, publics ou privés, prendre plusieurs formes (réduction de l'exposition ou de la vulnérabilité, partage ou transfert des risques, ...) et être de différentes natures (technologiques, financières, institutionnelles, fondées sur la nature, ...). De plus, l'adaptation peut être « **incrémentale** » ou au contraire « **transformative** ». Dans le premier cas, elle vise à préserver l'existant par des actions ponctuelles et sectorielles qui ne remettent pas fondamentalement en question les modes de fonctionnement sociétaux. Dans le second, elle modifie plus fondamentalement le système à l'origine des vulnérabilités, en anticipant sur le changement et ses impacts. Dans tous les cas, deux éléments doivent être pris en compte lorsqu'on parle d'adaptation : les incertitudes – notion inhérente à tout changement ou projection vers le futur qu'il convient de gérer et de réduire – et le pragmatisme – notion relative au caractère pratique et efficace d'une action qu'il est nécessaire de maximiser. » [Congrès résilience, 2021a, p. 3]

² Les concepts mentionnés en gras sont définis dans le glossaire du GIEC [IPCC, 2022b].

³ Il existe plusieurs définitions de la « vulnérabilité », qui se rapportent à des concepts partiellement différents. Dans le RE6, le GIEC définit la vulnérabilité comme suit : « Propension ou prédisposition à subir des dommages. La notion de vulnérabilité englobe divers concepts et éléments, tels que la sensibilité ou la fragilité et le manque de capacité à faire face et à s'adapter. » [IPCC, 2022b]

Dans la contribution du GT2 au RE6 [IPCCa, 2022, note de bas de page, p.23], le GIEC met en avant les solutions d'adaptation qui sont **efficaces, réalisables** et respectent les principes de la justice sociale et climatique.

L'efficacité des mesures d'adaptation dépend toutefois des contraintes et limites des systèmes humains et naturels confrontés à l'augmentation des risques climatiques. Il est essentiel que des mesures d'atténuation des changements climatiques soient prises conjointement aux mesures d'adaptation, car chaque degré d'augmentation du réchauffement planétaire rend l'adaptation moins efficace et moins réalisable. **Les limites de l'adaptation** apparaissent lorsque le changement du climat est tel qu'il rend l'adaptation incapable de prévenir les impacts dommageables et les risques supplémentaires. On parle de **limites d'adaptation souples** (en anglais *soft limits*) lorsque des options existent, mais ne sont pas encore disponibles pour éviter des risques intolérables par le biais d'actions d'adaptation ; on parle de **limites dures** (en anglais *hard limits*) lorsqu'aucune action d'adaptation supplémentaire n'est possible pour éviter des risques intolérables. Le niveau de réduction des émissions de gaz à effet de serre (mesures d'atténuation), les mesures d'adaptation et de gestion des risques sont les facteurs clés qui déterminent si et quand les limites d'adaptation sont atteintes. Lorsqu'une limite (souple) est atteinte, des risques et des impacts intolérables peuvent se produire et des adaptations supplémentaires (progressives ou transformationnelles) sont nécessaires [IPCC, 2022, Chap.1]. L'adaptation est donc urgente, car : (a) des limites non contraignantes de l'adaptation sont en train d'être approchées ou dépassées ; (b) l'élargissement du champ des solutions futures nécessite un renforcement et un élargissement à court terme de catalyseurs en matière de gouvernance, de financement et d'information ; (c) les mauvaises adaptations actuelles et des tendances socio-économiques telles que l'urbanisation rapide et les inégalités persistantes engendrent plus de vulnérabilité et d'exposition qui augmentent les risques futurs [IPCC, 2022, Chap.1, p.6].

L'évaluation de l'efficacité et du succès des mesures d'adaptation implique également de prendre en considération la **maladaptation**. Autrement dit, les actions d'adaptation qui, souvent de manière involontaire, augmentent le risque ou la vulnérabilité face aux changements climatiques ou dégradent les conditions de vie actuelles ou futures.

La mise en œuvre de mesures d'adaptation et d'atténuation dans le cadre des Objectifs de Développement Durable (ODD) permet d'exploiter les synergies, de réduire les compromis et de rendre ces trois types de mesures plus efficaces. Du point de vue des risques, l'atténuation qui vise la limitation des concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère réduit les risques liés au climat, tandis que l'adaptation et le développement durable réduisent l'exposition et la vulnérabilité à ces risques [IPCC, 2022, Chap.1, p.3].

L'adaptation ne répond pas seulement aux risques actuels et potentiels dans le futur. Elle renforce aussi la résilience future des systèmes humains et naturels. **Le développement résilient des systèmes naturels et humains face aux changements climatiques** est le processus qui implémente de manière intégrée les mesures d'adaptation, les conditions qui y sont propices et l'atténuation, afin de faire progresser le développement durable pour tous. Ce développement résilient requiert la **transition, ou la transformation** des systèmes pour atteindre un faible niveau de réchauffement et tenter d'éviter d'atteindre les limites de l'adaptation.

3. Mise en place des processus d'adaptation en Wallonie et à l'international

C'est en 1992, lors de la conférence des Nations Unies à Rio qu'un engagement politique fort à l'international va se développer avec l'adoption de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC). Cependant, une réelle prise en compte de l'importance de l'adaptation aux changements climatiques n'interviendra qu'au début des années 2000, notamment suite à la publication du troisième rapport d'évaluation du GIEC. Celui-ci mettait en évidence le fait que les efforts d'atténuation ne pourraient pas prévenir à eux seuls les impacts des changements climatiques. Précédemment, l'adaptation n'était considérée que pour définir le niveau d'atténuation auquel il fallait arriver afin que les sociétés puissent naturellement absorber les effets des changements climatiques. En 2001, les Accords de Marrakech (COP7) ont prévu des fonds d'aide visant à fournir les ressources financières nécessaires pour couvrir les coûts de l'adaptation des pays en développement plus fortement impactés par les changements climatiques. La nécessité de considérer sur un pied d'égalité l'atténuation et l'adaptation est reconnue en 2004 lors de la COP10, et c'est en 2005, lors de la COP11, que les Parties adoptent un programme de travail sur les impacts, la vulnérabilité et l'adaptation aux changements climatiques [van Gameren, V. et al., 2014]. Des événements climatiques extrêmes (ex. canicule européenne de 2003) ont montré que les pays industrialisés ne sont pas à l'abri des risques climatiques, malgré leurs ressources économiques et technologiques ou leurs structures institutionnelles. De plus, même au sein des pays riches, des inégalités existent et des groupes de population sont plus vulnérables. L'Accord de Paris va instaurer en 2015 une obligation pour les Parties d'entreprendre des processus de planification de l'adaptation et de mettre en place ou de renforcer des plans et des politiques. Les modalités d'application de l'Accord de Paris ont été fixées en 2018 lors de l'adoption du paquet climat de Katowice. Le contenu et la manière de rapporter sur les besoins et mesures d'adaptation mis en œuvre ou planifié par les Parties y sont définis afin de mesurer les progrès réalisés dans le cadre de l'évaluation quinquennale de la mise en œuvre de l'Accord de Paris.

Du côté de l'Union européenne, la première stratégie d'adaptation a été adoptée en 2013 et un processus d'évaluation de sa mise en œuvre a été lancé en 2016. Suite au Pacte vert européen (2019), qui vise à relever de manière transversale les principaux défis environnementaux et à faire de l'Europe le premier continent neutre sur le plan climatique d'ici 2050, la première loi européenne sur le climat a été introduite en 2020. En 2021, l'Union européenne a adopté sa nouvelle stratégie d'adaptation dans le but d'accroître la résilience de la société aux effets des changements climatiques. Dans le cadre du programme Horizon Europe recherche et innovation 2021-2027, l'Union européenne a lancé 5 missions en 2021 dont la « Mission adaptation aux changements climatiques »⁴ pour soutenir les régions et communautés en Europe afin de leur permettre d'atteindre la résilience climatique d'ici 2030.

En Belgique, l'adaptation a fait l'objet d'un chapitre dans le Plan national climat 2009-2012. Une stratégie nationale d'adaptation a été adoptée en 2010 qui prévoyait l'élaboration du Plan National d'Adaptation (2017-2020) adopté en avril 2017. En Wallonie, l'adaptation a été développée et intégrée pour la première fois dans le plan Air-Climat- Energie [PACE 2016-2022] adopté en 2016⁵. Cette partie du plan a été développée sur la base de l'étude ECORES-TEC sur la vulnérabilité aux impacts des changements climatiques menée en 2011 [ECORES-TEC, 2011]. Des pistes d'actions et des outils ont été identifiés tels que les Plans de gestion des risques d'inondations [PGRI Wallonie 2022-2027] ou la mise à jour du Code forestier [CODE FORESTIER, 2008] pour tenir compte des impacts des changements climatiques. Par la suite, la démarche « Adapte ta commune » [Adapte ta commune, 2012] a été mise en place en 2012 et révisée en 2017. Cette démarche s'inscrit également dans l'aide apportée par la Région

⁴ Informations sur la mission adaptation aux changements climatiques : https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe/eu-missions-horizon-europe/adaptation-climate-change-including-societal-transformation_en

⁵ Un nouveau plan Air-climat-Energie wallon est en cours d'élaboration.

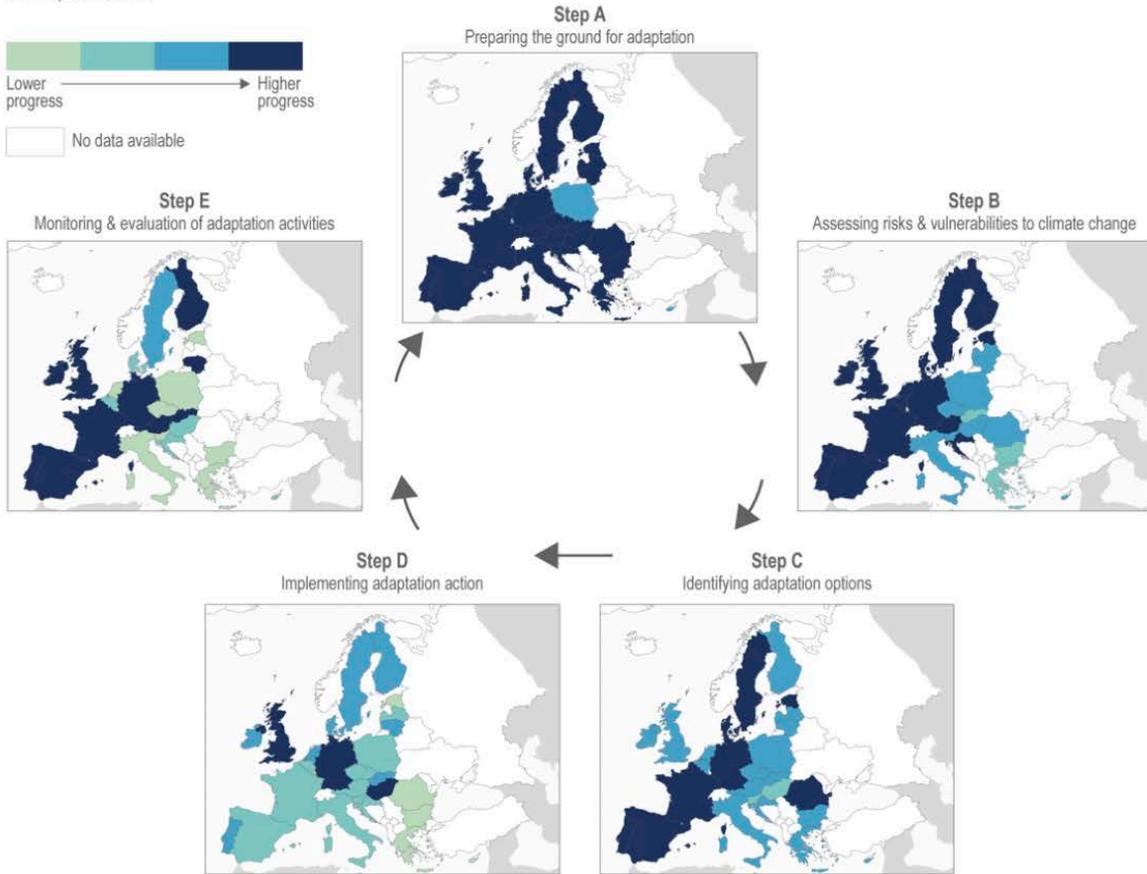
wallonne aux communes pour développer des actions d'adaptation, dans le cadre de son rôle de coordinateur régional de la Convention des Maires [Convention des Maires, voir annexe 16]⁶.

Les pays européens planifient de plus en plus l'adaptation aux impacts observés et aux risques climatiques prévus. Les moteurs sont les événements climatiques vécus (ex. sécheresses et canicules en 2003, 2019 ; inondations en 2021), les pressions sociales pour agir, les coûts économiques et sociétaux des changements climatiques, la participation à des réseaux (ex. Convention des Maires), le leadership sociétal et politique, et les changements dans les politiques nationales et européennes [IPCC, 2022, Chap.13 (Europe), p.79]. Alors qu'en 2009, seuls neuf pays de l'Union européenne avaient développé une stratégie nationale d'adaptation (NAS), au cours de l'année 2020, tous les États membres et plusieurs autres pays européens avaient adopté au moins une stratégie nationale d'adaptation et/ou révisé et mis à jour des stratégies antérieures. Toutefois, le déficit de mise en œuvre (c'est-à-dire l'écart entre les objectifs et les ambitions et les actions réellement mises en œuvre sur le terrain) persiste en Europe. La planification adaptative et la prise de décision sont encore limitées et le suivi et l'évaluation des mesures d'adaptation ne sont effectifs que dans certains pays européens [IPCC, 2022, Chap.13 (Europe), p.79]. La figure 2, utilisant des données de 2018, montre les progrès en termes d'adaptation des pays européens. Depuis lors, en 2020 la Belgique a réalisé les évaluations intermédiaire et finale du Plan national d'adaptation. La Belgique a donc atteint la dernière étape du processus d'adaptation de suivi et d'évaluation, et des réflexions commencent pour établir un deuxième plan d'action national. La Belgique comble donc son retard par rapport à certains autres pays européens, et doit continuer ses efforts pour le prochain cycle du processus.

⁶ Portail d'information Adapt2Climate : <https://www.adapt2climate.be/politiques/>

Progress of National Adaptation in Europe

Self-reported, 2018



Status of National Adaptation Strategies & Plans

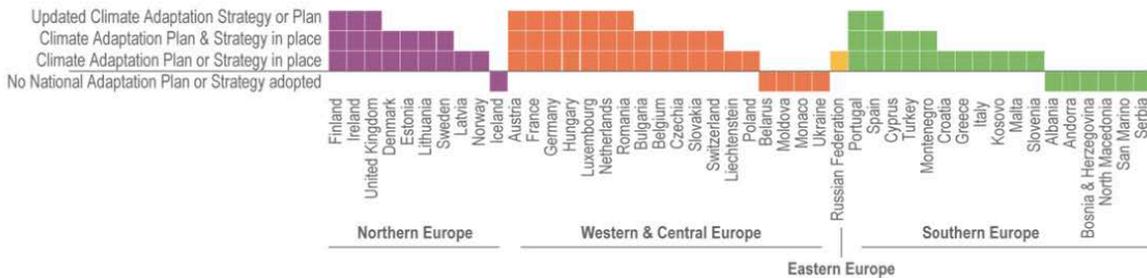


Figure 2 : Progrès national de l'adaptation en Europe en 2018 et statut des stratégies et plans nationaux d'adaptation en 2020 [IPCC, 2022, Chap.13 (Europe), Figure 13.34].

II. Synthèse des rapports pertinents pour l'adaptation aux changements climatiques en Wallonie

1. Changements climatiques en cours et futurs : à quoi s'adapter ?

a. Introduction : les scénarios d'émissions

Étudier les changements climatiques futurs et leurs conséquences nécessite notamment d'explorer différents « scénarios » relatifs à l'évolution des émissions de gaz à effet de serre (GES). Au cours des 30 dernières années, les différents rapports du GIEC ont présenté plusieurs générations de scénarios, et synthétisé les projections climatiques qui en résultent. Le renouvellement des scénarios permet notamment de tenir compte des nouvelles données, telles que les émissions observées, les développements techniques, et les engagements de réduction pris par les États.

En conséquence, et aussi à la suite du développement des connaissances sur le climat, les modélisations climatiques sont aussi régulièrement renouvelées. Toute projection climatique est d'abord réalisée à l'échelle globale, avec des modèles dont la résolution géographique est de l'ordre de 100 km, pour que les interactions à l'intérieur du système climatique mondial soient prises en compte. Viennent ensuite les simulations sur des domaines géographiques limités, tels que l'Europe ou la Belgique, qui prennent en compte davantage de détails géographiques, notamment au niveau du relief (jusqu'à environ 1 ou 2 km de résolution horizontale). En ce qui concerne la Belgique, le dernier ensemble de simulations à haute résolution a été réalisé dans le cadre du projet Cordex.be, achevé en 2017 [Termonia, P. et al., 2018]. La politique scientifique fédérale a lancé un nouvel appel à projets dans le cadre de son programme Brain ; le budget qui a été affecté nous semble cependant insuffisant pour fournir toutes les données pertinentes pour l'adaptation ⁷.

L'analyse des impacts implique donc en principe des étapes successives : partir d'un scénario d'émissions, réaliser des projections climatiques et ensuite analyser les impacts (ce qui peut aussi nécessiter des modèles spécifiques). Cela implique un délai de réalisation. Pour cette raison, les études relatives aux impacts se fondent souvent sur des scénarios et modélisations climatiques qui ne sont pas les plus récents. D'autres difficultés, telles que la quantité de données climatiques à traiter et les incertitudes, contribuent probablement à ce que les études réalisées pour la Belgique ou la Wallonie jusqu'à présent n'aient pas toujours fait un lien clair et précis entre les scénarios qu'elles présentent (donc l'atténuation) et les impacts (donc l'adaptation). Même au niveau international, les dernières analyses relatives aux impacts se fondent encore largement sur des simulations climatiques relatives aux scénarios « RCP »⁸, qui avaient été présentés dans le 5^e rapport d'évaluation du GIEC (RE5) en 2013.

Le 6^e rapport d'évaluation (RE6) présente de nouveaux scénarios basés sur les projections socio-économiques dites « SSP »⁹. Une sélection de scénarios de ce type a été utilisée dans le cadre de la coordination internationale CMIP6¹⁰. Un aperçu des résultats est disponible dans l'Atlas interactif en ligne qui accompagne la partie « climat physique » du 6^e rapport d'évaluation du GIEC¹¹.

⁷ Informations sur le programme Brain : https://www.belspo.be/belspo/brain2-be/index_fr.stm.

⁸ RCP signifie "Representative Concentration Pathway" (en français : 'scénario de concentration représentatif'). Pour plus d'information, voir note [2]. La contribution du Groupe de travail 1 au 5^e rapport d'évaluation du GIEC est disponible sur le site du GIEC : <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1>

⁹ SSP signifie "Shared Socio-Economic Pathway" (en français : 'trajectoire socio-économiques commune'). Ces scénarios, et les projections climatiques associées, sont présentés dans PwG 23, questions n°6 et 7 pp.12-13.

¹⁰ CMIP signifie « Coupled Model Intercomparison Project » (en français « projet d'intercomparaison de modèles couplés »). Depuis 1995, ce programme assure la coordination des travaux de modélisation climatique au niveau mondial et la mise à disposition des données qui en résulte. CMIP6 est le 6^e ensemble de simulations traité de cette manière. Pour plus d'information, voir <https://www.wcrp-climate.org/wgcm-cmip>

¹¹ Atlas interactif du Groupe de travail 1 du GIEC : <https://interactive-atlas.ipcc.ch>, voir aussi [PwG 23], page 20.

b. Variabilité naturelle, scénarios climatiques et horizons temporels

Le climat auquel nous sommes confrontés dépend de la combinaison de facteurs naturels et des conséquences du réchauffement d'origine anthropique. Les facteurs naturels sont de deux types :

- Les facteurs externes : à l'échelle de temps qui nous concerne, ce sont les fluctuations de l'activité du Soleil et les fortes éruptions volcaniques. Le 6^e rapport d'évaluation du GIEC [IPCC, 2021b] indique qu'ils n'ont quasiment pas influencé le réchauffement moyen global entre la deuxième moitié du 19^e siècle (période préindustrielle) et la dernière décennie (2010-2019). Néanmoins, de fortes éruptions volcaniques ont eu lieu dans le passé et peuvent se reproduire dans le futur, avec comme conséquence typique une réduction de la température moyenne de quelques dixièmes de degrés pendant quelques années et d'autres modifications climatiques globales et régionales.
- La variabilité naturelle du climat : c'est à dire les fluctuations du climat d'une année à l'autre, ainsi que sur plusieurs années, à cause de facteurs internes au système climatique. Ces fluctuations, dont l'une des plus connues est le phénomène dit « *El Niño* », représentent une incertitude sur les caractéristiques du climat à un moment donné, car elles ne peuvent être connues des années à l'avance. À l'échelle régionale ou locale, la variabilité autour des valeurs moyennes est encore plus grande, car une partie de ces fluctuations est propre à chaque région et n'apparaît donc pas dans les moyennes continentales ou mondiales.

Il est important de tenir compte de cette combinaison des changements anthropiques et de facteurs naturels pour analyser les risques et les incertitudes associés aux changements climatiques. La figure 3 (ci-dessous) illustre cette combinaison de facteurs en s'appuyant sur le dernier rapport du GIEC [IPCC, 2021b].

Cette figure compare deux exemples de scénarios d'émissions contrastés : le scénario « SSP1-2.6 » correspond à plus de 50% de chances de maintenir l'élévation de température mondiale sous 2°C par rapport au niveau préindustriel, alors que le scénario « SSP3-7.0 » correspond à environ 4°C d'élévation, suite à l'absence de nouvelles mesures de réduction d'émissions à l'avenir.

D'ici environ 2040, la température moyenne mondiale évolue de manière similaire dans les deux scénarios, principalement parce que les émissions mondiales de GES ne peuvent pas être stoppées immédiatement. L'effort de réduction des émissions ne devient « nettement perceptible », c'est-à-dire supérieur aux fluctuations naturelles au niveau mondial, qu'à partir d'environ 2040.

En conclusion, on peut distinguer une période, d'ici 2040, où il est possible de ne considérer qu'un seul scénario de réchauffement climatique, car la poursuite des émissions de GES implique que le réchauffement atteindra au minimum environ 1.5°C. Au-delà de 2040 ou 2050, différents scénarios doivent être pris en compte.

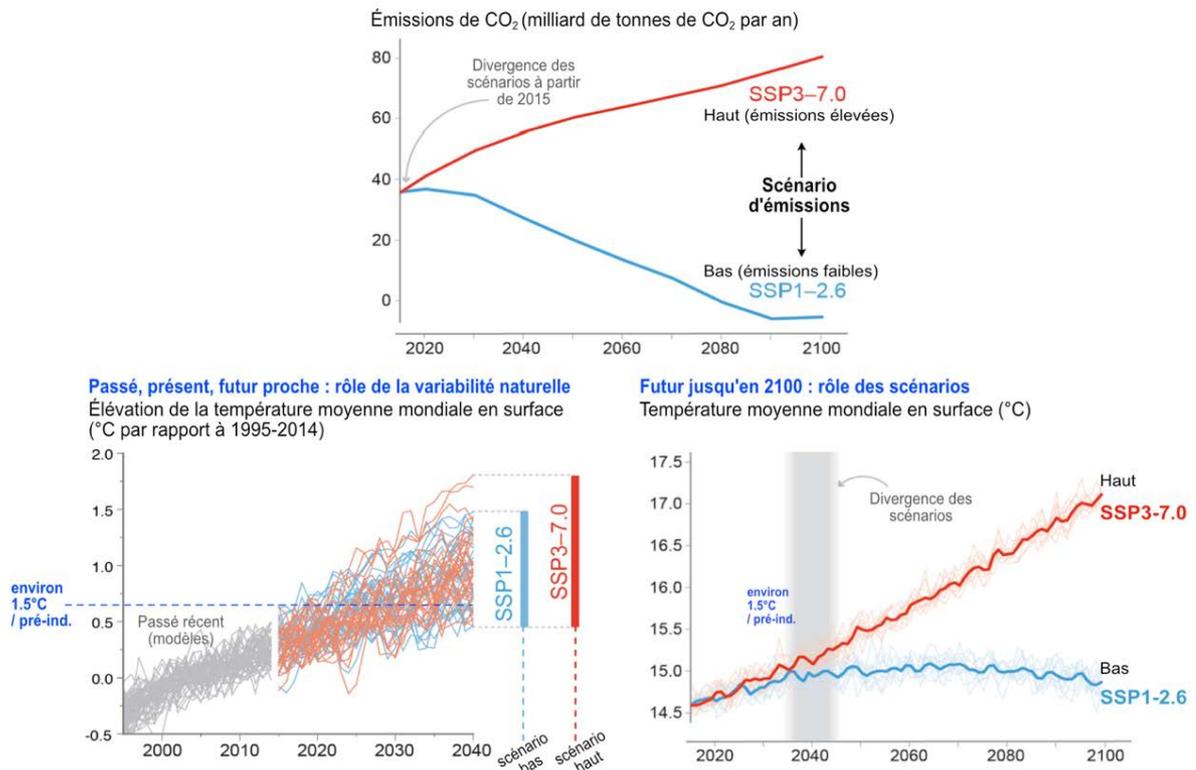


Figure 3 : Exemples typiques de scénarios à émissions de GES (relativement) faibles et fortes, et le réchauffement moyen global à court et à long terme qui y correspond. Dans les deux figures inférieures, les traits minces illustrent la variabilité naturelle en montrant un ensemble de simulations (chaque courbe représente un état plausible du climat). Source : Figure adaptée du RE6, GTI, Chap. 4, question fréquente (FAQ) 4.1 et 4.2 (les graphiques sont une combinaison de ceux du GIEC et le texte en bleu est ajouté pour les besoins du présent document) [IPCC, 2021].

c. Aperçu des changements climatiques en Belgique et en Wallonie

Les caractéristiques générales des changements climatiques déjà présents ou projetés pour la Wallonie reflètent en grande partie les tendances générales présentées dans les rapports du GIEC successifs¹² :

- augmentation des températures moyennes en toute saison,
- augmentation de la fréquence et de l'intensité des fortes chaleurs estivales, dont les canicules,
- augmentation des précipitations en hiver et probablement diminution en été (l'incertitude est plus grande, voir notamment Termonia, P. et al., 2018 et l'encadré sur ce thème en page 5 de PwG 18),
- augmentation (en fréquence et en intensité) des événements pluvieux extrêmes.

En ce qui concerne les vents, un récent rapport de l'IRM [De Troch, R. et al., 2020] conclut qu'il n'y a pas de changement discernable dans les vents de tempête au cours des 3 dernières décennies. Ce rapport note cependant aussi que des vents très violents ont été observés lors d'orages en Belgique, ce qui nous semble cohérent avec l'augmentation des températures et pluies extrêmes. Une synthèse récente sur l'Europe suggère qu'il n'y aura pas d'augmentation des vents extrêmes sur nos régions [Feyen, L. et al., 2020], alors que le RE6 du GIEC conclut à une possible augmentation, mais avec un faible niveau de confiance [PwG 23, p.19]. Ces incertitudes pourraient justifier des investigations spécifiques, notamment en lien avec de possibles changements de la circulation atmosphérique à grande échelle (ce qui pourrait manquer dans les analyses spécifiquement régionales).

¹² Voir notamment dans Ecores-TEC, 2011 ainsi que PwG 18 et PwG 23.

Évaluer les changements au niveau régional : une nécessité et des limites

La Belgique est petite à l'échelle du globe, mais son climat n'est pas constant d'Ostende à Arlon. La plus ou moins grande proximité de la mer et le relief sont parmi les causes de ces différences, avec par exemple une quantité de précipitations moyennes quasiment deux fois plus élevée dans certaines parties du sud et de l'est de la Wallonie qu'au centre du pays¹³. Comment ces différences géographiques à l'intérieur de la Wallonie évoluent-elles à la suite du réchauffement global ?

Nous disposons d'une quantité substantielle d'observations pour la Belgique et la Wallonie au cours des dernières décennies, et de modélisations de l'évolution future du climat à haute résolution sur la Belgique [Termonia, P. et al., 2018]. Cependant, il y a peu de conclusions, à ce jour, en ce qui concerne l'évolution du climat à l'intérieur de la Belgique ou de la Wallonie : les observations passées et les différents modèles ne s'accordent que de façon très limitée en ce qui concerne la répartition des changements climatiques à cette petite échelle, ce qui peut s'expliquer en partie par les fluctuations naturelles auxquelles on peut s'attendre, et aussi par les incertitudes qui persistent, notamment dans les résultats de modèles [Termonia, P. et al., 2018b]. C'est l'une des raisons pour lesquelles il est indispensable de fonder l'analyse des changements climatiques régionaux sur le plus possible d'informations fiables (observations, ensemble de modèles à différentes échelles) : il faut prendre les incertitudes en compte pour définir les risques d'une manière correcte et prudente.

La connaissance du climat à l'intérieur de la Wallonie n'est cependant pas le but principal des simulations climatiques régionales : un bénéfice clé des modèles à petite échelle, comparativement aux modèles qui couvrent toute la planète, est qu'ils représentent mieux les processus physiques tels que la formation des nuages et les fortes précipitations. Analyser le climat à l'échelle de la Wallonie est donc important pour comprendre et déterminer les grandes caractéristiques de son évolution sur l'ensemble de la région, en particulier en ce qui concerne les phénomènes extrêmes, même si la connaissance des détails géographiques des changements reste limitée.

Le passé observé et le futur à court terme

La connaissance des changements climatiques déjà présents et auxquels on peut s'attendre à court terme peut s'appuyer sur les observations et les modèles. Une synthèse des observations est fournie dans le « Rapport climatique 2020 » [De Troch, R. et al., 2020] de l'IRM.

En ce qui concerne les **températures**, ce rapport conclut à une augmentation située entre 1.8 et 1.9°C entre la période 1880-1909 et la période 1990-2019, aussi bien pour Uccle que pour une moyenne qui comprend notamment 3 stations en Wallonie (Jalhay, Gembloux et Stavelot). Par comparaison, le GIEC [IPCC, 2021b] estime que la température moyenne globale a augmenté de 0.99°C entre 1850-1900 et 2001-2020 : le réchauffement observé en Belgique et en Wallonie n'est pas très loin du double de la moyenne mondiale¹⁴.

En ce qui concerne les **précipitations**, l'IRM indique qu'elles ont augmenté de 31% en hiver entre le milieu du 19^e siècle et les dernières mesures (1990-2019). Aux autres saisons, il n'y a pas d'évolution significative si on regarde la période où les observations sont disponibles (à partir de 1833). Au printemps, il y a cependant une tendance à la baisse des précipitations à partir de 1981. Cependant, comme l'illustre la figure 4, on constate d'assez larges fluctuations sur plusieurs décennies : les observations ne permettent pas d'assurer que la diminution récente va se poursuivre. Bien que les étés 2017, 2018 et 2019 aient été très secs, il faut se garder d'extrapoler cette tendance à très court terme : il n'y a pas de diminution observée à l'échelle du siècle jusqu'à présent. La 18^e Lettre d'information de la Plateforme wallonne pour le GIEC présente une synthèse plus complète au sujet des précipitations en Wallonie [PwG 18].

¹³ Voir par exemple l'Atlas de l'IRM : <https://www.meteo.be/fr/climat/climat-de-la-belgique/atlas-climatique/cartes-climatiques/precipitations/quantites-de-precipitations/annuel> (consulté en avril 2022).

¹⁴ De façon générale, les continents se réchauffent plus que les océans, donc plus que la moyenne globale. Ce phénomène est notamment lié à la disponibilité d'eau en surface (flux d'évaporation).

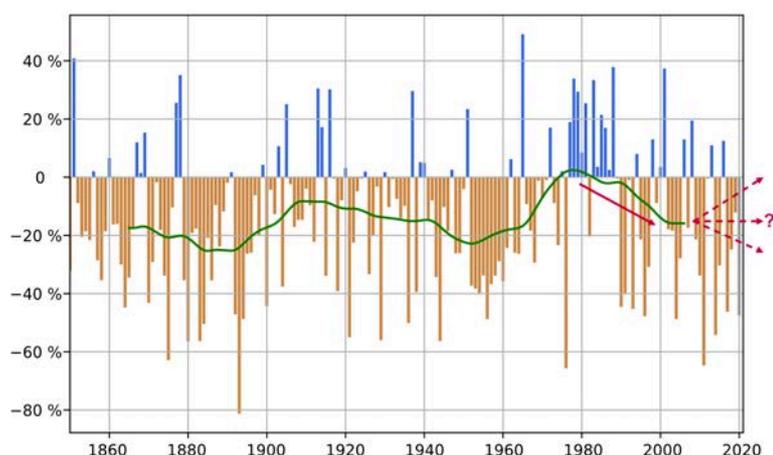


Figure 4 : Évolution des précipitations au printemps à Uccle, par rapport à la moyenne sur la période 1961-90. La courbe verte représente une moyenne sur 30 ans [PwG 18].

Les modèles permettent de réaliser des projections climatiques à court comme à long terme, mais l'effet des changements climatiques est plus nettement discernable s'il est intense, c'est-à-dire après plusieurs décennies avec des émissions de gaz à effet de serre élevées : une manière de comprendre l'évolution en cours est de regarder à long terme dans un cas défavorable – même si un tel niveau de changement apparaît peu probable et que des efforts sont faits pour l'éviter.

Deuxième moitié du siècle

Les dernières projections pour l'évolution du climat en Belgique produites à l'aide de modèles à haute résolution (quelques km) ont été réalisées dans le cadre du projet CORDEX.be à l'IRM et dans 3 universités belges. Le rapport de ce projet [Termonia, P. et al., 2018b] résume des exemples d'application des résultats climatiques à des études d'impacts. Les données climatiques peuvent être obtenues auprès de l'IRM¹⁵.

Les projections climatiques sur l'Europe, plus nombreuses, peuvent être obtenues dans le cadre du projet EURO-CORDEX¹⁶. Au niveau mondial, les données sont disponibles dans le cadre de CMIP6, dont les principaux résultats sont illustrés dans l'Atlas interactif du GIEC : voir section 2.A.1.

L'augmentation des températures projetée par les modèles à haute résolution est d'environ 3.1°C sur l'ensemble du 21^e siècle, en moyenne annuelle et pour l'ensemble des modèles, pour le scénario dont les émissions de GES sont les plus élevées. Cette élévation de température est inférieure au réchauffement simulé pour la Belgique par les modèles à résolution plus faible¹⁷, et même inférieur à la moyenne mondiale [PwG 18 et Termonia, P. et al. 2018]. Ce résultat est en partie surprenant (la compréhension des phénomènes et les observations passées suggèrent un réchauffement plus fort sur les continents qu'en moyenne globale¹⁸). Toutefois, ce résultat provient de 4 simulations : ce n'est pas suffisant pour affirmer que le réchauffement sera limité à environ 3.1°C dans le futur dans le pire

¹⁵ Site du projet : <http://cordex.meteo.be/meteo/view/en/29028306-CORDEX.be+data.html>. Adresse de contact pour obtenir les données : cordex@meteo.be (l'annexe F de [Termonia, P. et al., 2018b] indique les variables climatiques utilisées pour les études d'impact réalisées dans le cadre du projet). Voir aussi Termonia, P. et al., 2021.

¹⁶ <https://www.euro-cordex.net/060378/index.php/en>

¹⁷ Les modèles à très haute résolution sur la Belgique donnent des résultats proches de ceux qui couvrent l'Europe (CORDEX) mais la différence est plus grande vis à vis des modèles globaux (CMIP5).

¹⁸ Le caractère surprenant peut être nuancé par les remarques suivantes : les modèles globaux représentent mal les "détails" du profil des côtes (le détroit du pas de Calais et une partie de la mer du Nord sont trop petits pour être bien représentés), et le réchauffement simulé dans une partie de l'Atlantique Nord est inférieur à la moyenne pour les océans.

scénario, et c'est l'une des raisons pour lesquelles il peut rester pertinent d'inclure les modèles à résolution plus faible dans l'analyse (la moyenne pour la Belgique extraite des simulations globales est de l'ordre de 4°C, pour le même scénario ; il ne serait bien sûr pas non plus satisfaisant de ne tenir compte que de ces modèles).

La figure 5 donne un aperçu des résultats pour les précipitations à la fin du 21^e siècle. Pour l'hiver, les résultats des différents modèles sont convergents, avec une augmentation moyenne de l'ordre de 20% pour le scénario le plus défavorable (mais le changement dépasse 40% pour au moins un modèle). Ce changement semble cependant limité par rapport aux 30% d'augmentation déjà observés dans le passé. Les résultats sont moins nets pour l'été, car les modèles à haute résolution projettent des changements plus faibles que les modèles globaux, et ne s'accordent pas tous sur l'existence d'une tendance à la réduction des précipitations. Ces résultats sont cependant utiles, car ils donnent une marge d'incertitude, et indiquent que le risque d'une forte réduction des précipitations est fortement réduit dans le scénario où les émissions de gaz à effet de serre diminuent rapidement, au niveau mondial (RCP 2.6).

(a) Changement de la quantité de précipitations à la fin du 21^e siècle, en % des précipitations au début du 21^e siècle

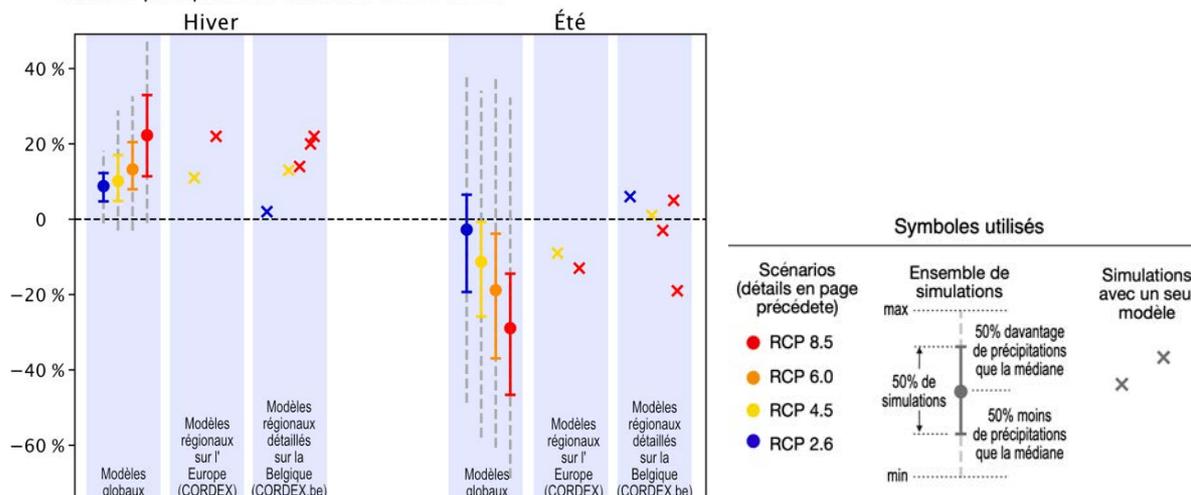


Figure 5 : Évolution projetée des précipitations pour le centre de la Belgique (Uccle) au cours du 21^e siècle (période 2071-2100 par rapport à la fin du 20^e siècle). Les résultats sont présentés pour 3 types de modèles climatiques (colonnes). Pour les modèles globaux, il y a un grand ensemble de résultats, présentés de manière statistique (sur la base de CMIP, comme les rapports du GIEC [voir section 2.b] ; ces résultats ont été mis à jour dans le RE6, qui n'est pas pris en compte dans cette figure).

Source : Termonia, P. et al., 2018 et PwG 18 (graphique).

Extrêmes

Le dernier rapport du GIEC (RE6) [IPCC 2021] confirme que le réchauffement global s'accompagne d'une augmentation de la fréquence et de l'intensité de plusieurs phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes. Ce rapport présente une synthèse au niveau global qui indique notamment une augmentation de la fréquence et de l'intensité pour [PwG 23] :

- Les chaleurs extrêmes sur les continents en particulier, une température qui n'était atteinte qu'**une** fois tous les 10 ans au 19^e siècle sera atteinte **4** fois par 10 ans pour un réchauffement moyen global de **1.5°C** par rapport à la période 1850-1900. On peut également décrire l'augmentation du niveau de température atteint, mais décrire l'ensemble de l'évolution des extrêmes est relativement complexe et dépasse le cadre de cette synthèse ; des informations plus détaillées sont fournies dans PwG 23.
- Les fortes précipitations (par exemple, la quantité de pluie qui n'est atteinte qu'une fois par 10 ans augmente de 10.5% entre le 19^e siècle et la période où le climat moyen sera 1.5°C plus chaud qu'au 19^e siècle).

Ces phénomènes extrêmes ont été analysés à l'aide de modèles à haute résolution dans le cadre de CORDEX.be. Les incertitudes sont grandes, mais certains de ces modèles indiquent une augmentation du volume de fortes précipitations journalières extrêmes qui peut aller jusqu'à 50 voire 74% [voir Termonia, P. et al., 2018].

La compréhension des causes des inondations de l'été 2021 doit être approfondie pour déterminer le risque de répétition de ce type de catastrophe. S'il ne fait pas de doute que les changements climatiques ont aggravé l'intensité des événements de fortes pluies, la part respective du risque 'naturel' et des causes anthropiques n'est pas encore bien quantifiée (en partie parce que l'événement est récent) [Kreienkamp, F. et al., 2021 ; Zeimet, F. et al., 2021 ; PwG 23, pp. 21-22]. Au-delà de quantité de pluie, la probabilité d'inondation dépend de différents facteurs et est encore mal connue, et bénéficierait donc de recherches supplémentaires.

Il reste possible que la plupart ou tous les modèles sous-estiment certains changements, voire ne représentent pas certains changements futurs possibles. Ces incertitudes concernent notamment de possibles changements de la circulation atmosphérique à grande échelle qui influencent nos régions (ils peuvent notamment contribuer à modifier le risque de vagues de chaleur ou de froid, les pluies extrêmes... voir par exemple Ibebuchi, C.C., 2022 en ce qui concerne les précipitations de l'été 2021). Il est donc important de tenir compte de ces recherches sur la compréhension des processus climatiques pour compléter les résultats de modèles sur l'Europe.

Nous ne saurions trop insister sur le fait que la compréhension du climat futur à l'échelle locale doit tenir compte des résultats de nombreux modèles, à différentes résolutions géographiques, et intégrer cela avec une expertise relative aux processus climatiques. Ces travaux s'étendent sur plusieurs années, et font partie des connaissances de base nécessaires pour guider l'adaptation. Les connaissances qui peuvent être prises en compte dans une analyse et une synthèse relative aux impacts et à l'adaptation dépendent donc de l'horizon temporel du travail. Au-delà d'une étude spécifique, pour disposer des meilleures connaissances en matière d'impacts et d'adaptation, il est nécessaire de coordonner les recherches sur de nombreuses années, et il est aussi pertinent de placer ce travail dans un contexte interrégional et international (les phénomènes climatiques ne suivent pas les frontières, comme l'ont encore montré les inondations de l'été 2021).

2. Impacts observés, risques futurs et options d'adaptation pour y faire face

Nous avons synthétisé les études wallonnes, fédérales ou nationales qui traitent d'impacts et d'adaptation aux changements climatiques. Nous donnons ici un bref aperçu des principaux messages extraits de ces sources et vous invitons pour plus de précision à consulter les annexes, synthétisant chacune des études¹⁹. En février 2022, dans le cadre du 6^e rapport d'évaluation (RE6), le Groupe de travail 2 du GIEC a fourni une synthèse des connaissances scientifiques disponibles au niveau global et par grandes régions (Europe) en matière d'impacts et d'adaptation. Ce rapport est une source privilégiée pour nourrir les réflexions autour des options à mettre en place en Wallonie. Nous avons donc ajouté les éléments du RE6 aux études wallonnes, pour compléter celles-ci et indiquer la direction de leur mise à jour.

Le temps imparti pour cette synthèse ne nous permettait pas de réaliser une nouvelle revue de la littérature scientifique ni d'analyser les rapports publiés à la lumière des connaissances les plus récentes (à l'exception du 6^e rapport d'évaluation du GIEC, qui est pertinent mais ne peut apporter les éléments spécifiques à la Wallonie). Les limites de la présente synthèse sont celles des travaux d'origine parfois relativement anciens ; une analyse critique des aspects à revoir dans le futur est présentée dans la section III. En raison du caractère synthétique de ce document, certains détails ou éléments de contexte pourraient également manquer. Nous ne disposons généralement pas d'information au sujet du suivi de la mise en œuvre des actions proposées. Ce rapport ne peut se substituer à une analyse approfondie des actions d'adaptation déjà mises en œuvre, de leurs résultats, et des changements et compléments à y apporter.

Les changements climatiques engendrent différents risques selon la vulnérabilité et l'exposition du territoire et des secteurs. Pour réduire ces risques, des actions d'adaptation doivent être mises en place (Figure 6).

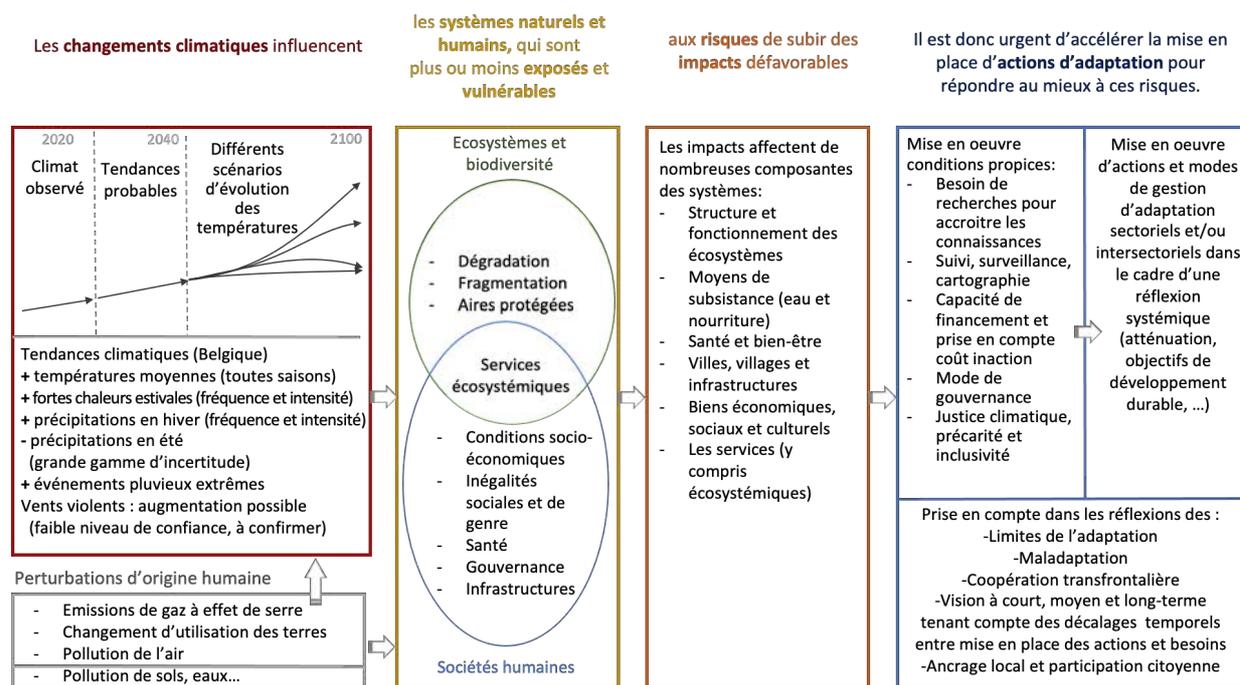


Figure 6 : Les systèmes naturels et humains sont soumis, de manière plus ou moins forte selon leurs expositions et vulnérabilités, aux risques et impacts induits par les changements climatiques. Ces impacts se combinent à d'autres perturbations des systèmes naturels et humains. Il existe un certain nombre de conditions propices et d'éléments à prendre en compte dans les réflexions afin de mettre en place des actions et modes de gestion efficaces et durables.

¹⁹ Les études sont listées dans la section bibliographie et les principales études sont synthétisées de manière plus détaillée en Annexe (1 à 15). Le cas échéant, cette liste devra être complétée par la future étude Adaptation du Gouvernement wallon.

Nous synthétisons ci-dessous, pour chaque secteur, les principaux risques et impacts identifiés dans les études et les préconisations d'actions d'adaptation à mettre en place pour y faire face²⁰. À titre indicatif, nous mentionnons également certaines actions d'adaptation reprises dans des documents politiques (stratégies, plans) qui rejoignent les recommandations des études.

Vu le caractère transversal de l'adaptation, il faut noter qu'il existe de nombreuses interconnexions entre secteurs. Par exemple, certaines options d'adaptation sont pertinentes pour plusieurs secteurs et certains secteurs, systèmes, ou thèmes étudiés ont en eux-mêmes un caractère transversal (ex. villes, justice climatique). Des impacts sur certains secteurs peuvent également avoir des conséquences sur d'autres secteurs (ex. la perte de biodiversité peut influencer le secteur agricole et forestier). Le tableau en Annexe 18 offre une vue d'ensemble des mesures d'adaptation proposées par les études pour faire face aux différents risques et impacts, selon les secteurs.

Biodiversité

a) Risques et impacts

- **Modification des aires de distributions des espèces** avec translation globale vers le Nord et en altitude, et compétition avec les espèces locales [Delescaille, L.-M. et al., 2021].
- **Modification de l'interaction entre espèces** due aux **changements phénologiques** [Delescaille, L.-M. et al., 2021 ; ECORES-TEC, 2011].
- **Naturalisation d'espèces envahissantes** [Delescaille, L.-M. et al., 2021] et invasion, sur-population d'espèce [ECORES-TEC, 2011].
- **Le climat a un effet amplificateur** sur les espèces déjà vulnérables à d'autres menaces (ex. fragmentation des habitats par les infrastructures, pollution) [Delescaille, L.-M. et al., 2021].
- L'accentuation du déclin de la biodiversité par les changements climatiques **impacte négativement la fourniture de services écosystémiques** (p ex, qualité de l'eau, régulation de risques climatiques, contribution au bien-être) [Congrès résilience, 2021].
- Les **événements extrêmes** de sécheresses et/ou canicules auront des **impacts plus particulièrement sur certains milieux** comme les plans d'eau, les tourbières ou les prairies de fauches [Delescaille, L.-M. et al., 2021]. Les espèces des milieux froids (plateaux ardennais) seront les plus touchées par le réchauffement [Delescaille, L.-M. et al., 2021].
- **Estimations des pertes économiques liées à la perte de biodiversité** : diminution du stockage de carbone dans les sols (172M€/an), diminution de la capacité des écosystèmes à filtrer les particules fines de l'atmosphère (67,7 M€/an), diminution de la pollinisation (23,7 M€/an), valeur récréative et sanitaire (27,7 M€/an) [De Ridder, K. et al., 2020].

b) Adaptation

- **Les risques peuvent être réduits par une protection, restauration et conservation** prenant en compte les changements climatiques [Congrès résilience, 2021 ; ECORES-TEC, 2011, Biodiversité Belgique 2020]. Les aires protégées jouent un rôle clé dans ce processus [IPCC, 2022c, TS.D 4]. Le PACE 2016 soutient le maintien et la restauration des tourbières et zones humides en Wallonie. Augmentation de la superficie des réserves naturelles avec l'ambition d'atteindre 2 à 3% du territoire wallon [Biodiversité Belgique 2020 et note pour la Stratégie Biodiversité 360°].
- **Les solutions fondées sur la nature** sont de plus en plus préconisées pour mener des actions d'adaptations bénéfiques à la fois pour les écosystèmes et la société. Toutefois, leur mise en place demande le respect de certains principes afin d'éviter un risque élevé de maladaptation [IPCC, 2022c, TS.D 4.1 et 4.7].
- Le PACE 2016 plaide pour que le maintien des services écosystémiques et la conservation de la biodiversité soient au centre des réflexions stratégiques, à travers la notion d'infrastructure verte.
- Appuyer, soutenir et pérenniser le système de **suiti et d'alertes sur les espèces exotiques envahissantes** [ECORES-TEC, 2011; PACE 2016].
- Plantation de 4000 km de haies et d'un million d'arbres en milieu ouvert [Projet « Yes we plant »].

²⁰ Cet exercice de synthèse n'est pas exhaustif mais reprend les principaux éléments qui ont attiré notre attention lors de la synthèse des études wallonnes.

- Mettre en place une agriculture et une gestion forestière s'appuyant sur les services rendus par les écosystèmes et la biodiversité pour pouvoir s'affranchir des intrants chimiques et s'adapter à la crise climatique [Stratégie Biodiversité 360°]²¹.

Forêts

c) *Risques et impacts*

- Les changements climatiques, notamment la hausse moyenne des températures, influencent la **physiologie, la phénologie foliaire, la distribution des espèces, les processus biogéochimiques et les interactions entre ces différents éléments**. Les arbres ont une faible capacité d'adaptation due à leur temps de génération long. [Claessens, H. et al., 2017].
- Les événements extrêmes de type tempêtes et sécheresses entraînent des dégâts et le dépérissement par stress hydrique, qui augmentent les **problèmes sanitaires** (ex. Scolytes, nouveaux insectes ravageurs) [Claessens, H. et al., 2017]. Certaines régions sont plus vulnérables au stress hydrique (la Fagne, la Famenne, la Calestienne...).
- Les périodes concomitantes de sécheresses et de canicules favorisent les **feux de forêt** [Congrès résilience, 2021 ; Commission nationale climat, 2018].
- Les coûts²² dus aux pertes de bois et à la réduction de la qualité (scolytes) sont estimés à 64 M€/an. Sous RCP 8.5, les pertes liées aux incendies sont estimées d'ici 2071-2100 à 14,3 M€/an et à la moitié de ce montant d'ici 2050. Les vents extrêmes entraineront des coûts de 2,2 M€/an. [De Ridder, K. et al., 2020].

b) *Adaptation*

Parmi les axes prioritaires, on peut citer :

- La **surveillance et la protection des forêts**. L'observatoire wallon de la Santé des forêts doit poursuivre ses missions d'évaluation, de surveillance et de développement des connaissances [PACE 2016].
- La **diversification et le choix des essences** (recours aux essences indigènes de préférence et optimisation du choix d'essence en fonction du lieu, en évitant notamment l'installation d'essences qui sont déjà peu appropriées aux caractéristiques locales du climat actuel).
- L'adoption de **méthodes de gestion basées sur les processus naturels** (ex. peuplement mélangés, régénération naturelle ou gestion « Pro-Silva »²³) [Delescaille, L.-M. et al., 2021] (encouragé dans le PACE 2016).
- L'approfondissement des connaissances, et une meilleure prise en compte de celles-ci dans les politiques [Claessens, H. et al., 2017]. Étant donné les décalages temporels entre les changements climatiques (qui deviennent substantiels en quelques décennies, et sont déjà présents), les modifications naturelles de la forêt et l'effet des mesures de gestion (dont l'échelle de temps est de l'ordre du siècle), les **connaissances scientifiques** sont primordiales pour faire des choix éclairés en faveur d'une gestion forestière durable. Il faut donc soutenir la recherche (Stratégie européenne forêt) et faire changer les mentalités de gestion (Assises de la Forêts, Quentin Leroy).

Le nouveau code Forestier (adopté en 2008), contribue à l'intégration de l'adaptation aux changements climatiques dans la gestion forestière [PACE 2016]. En outre, des mesures générales qui contribuent à améliorer la santé des forêts augmentent leur résilience face aux changements climatiques. Un exemple est la régulation des populations de grand gibier [ECORES-TEC, 2011].

²¹ Conclusions des Ateliers Biodiversité et rapport du comité scientifique : <http://biodiversite.wallonie.be/fr/wallonie.html?IDC=6235>

²² Les coûts mentionnés dans De Ridder, K. et al., 2020 sont des estimations pour la Belgique des coûts de l'inaction (c'est-à-dire sans mesures d'adaptation). Étant donné les grandes incertitudes à différents niveaux (projections climatiques, dommages physiques, valeurs monétaires des dommages), les estimations fournies donnent au mieux des ordres de grandeur.

²³ Information sur la gestion forestière « Pro-Silva » : <http://www.prosilvawallonie.be/>

Eau

c) Risques et impacts

- Les principaux impacts des périodes de sécheresse sont d'ordre environnemental (impacts sur la biodiversité), socio-économique (impacts sur les secteurs agricoles, sylvicoles, eau potable) et géopolitique (partage des ressources) [Maes, E. et al., 2020].
- On ne prévoit pas de réduction de la quantité de pluie annuelle totale : le risque est que la répartition des précipitations au cours de l'année devienne inégale. L'évolution future des précipitations est incertaine, mais la combinaison d'étés plus chauds et d'une possible réduction des précipitations au printemps ou en été peut avoir des impacts importants même si les précipitations hivernales continuent d'assurer une bonne recharge de nappes d'eau souterraines. [PwG 18, PwG 20 et Maes, E. et al., 2020].
- Les risques liés aux inondations sont décrits dans les secteurs les plus impactés c'est-à-dire les infrastructures, l'agriculture et l'alimentation, et le tourisme.

b) Adaptation

- La coopération transfrontalière est un élément clé de l'adaptation dans le secteur de l'eau [IPCC, 2022c, TS.D 5; PGRI Wallonie 2022-2027; PACE 2016].
- Le maintien du statut de l'eau comme bien public est au cœur des questions d'équité. La coopération avec les pays qui souffrent le plus de ressources insuffisantes contribue à une adaptation plus juste [IPCC, 2022c, TS.D 5.8].
- Dans le cadre des relations internationales, il est également important de prendre en compte les effets potentiellement négatifs de certaines mesures d'atténuation (stockage du carbone, reboisement, bioénergie) qui peuvent impacter les ressources en eau et alimentaires des pays [IPCC, 2022c, TS.D 5.6].
- Surveillance de l'évolution des réserves d'eau de surface et souterraines, ainsi que du débit des cours d'eau, par la cellule « Cellule d'expertise sécheresse » mise en place en 2017 [PwG 20, Maes, E. et al., 2020]
- Mise en place de restriction d'usage lors d'épisodes de sécheresse et constitution de réserves d'eau pour les périodes à faible débit d'étiage [Maes, E. et al., 2020]. Le prélèvement et l'usage d'eau peut entrer en compétition avec le maintien du débit minimum que nécessitent les écosystèmes aquatiques [Maes, E. et al., 2020].
- Les mesures d'adaptation doivent prendre en compte les enjeux liés au décalage temporel entre le moment où le manque d'eau pour répondre à la demande se fait sentir et la mise en place de solutions (court, moyen et long terme), ainsi que le coût de différentes options [Maes, E. et al., 2020]. Parmi les éléments de solution envisageables, on peut citer l'augmentation de l'usage de l'eau de pluie, la réutilisation de certaines eaux usées, la réduction de certaines consommations d'eau, la réduction des pertes d'eau potable par les fuites sur le réseau, des mesures favorables à l'infiltration de l'eau dans les sols, ... [PwG 20 et Maes, E. et al., 2020]
- Poursuivre les efforts pour améliorer la qualité des eaux souterraines et de surface et assurer l'alimentation en eau de qualité de la population est l'objet des actions entreprises dans le cadre des plans de gestion de la Directive Cadre Eau (PGDH, Plan de Gestion par District Hydrographique) et du Programme de Gestion Durable de l'Azote (PGDA) [PACE, 2016].
- Les PGRI Wallonie 2022-2027 vont dans le sens de mettre en place une réglementation spécifique aux inondations [PACE, 2016].

Agriculture et alimentation

c) Risques et impacts

- L'agriculture est particulièrement vulnérable aux événements météorologiques extrêmes tels que sécheresses, fortes précipitations, gel tardif. Ceux-ci engendrent des calamités, menacent la résilience alimentaire, créent des pertes économiques et rendent les agriculteurs plus précaires [Congrès résilience, 2021 ; Ecores-tec, 2011]. La hausse des températures et de la concentration en CO2 pourrait avoir un effet positif, mais au vu des facteurs limitants (disponibilité eau) et des risques (dégradation sol, stress thermique, ...) le bilan net est difficile à établir [ECORES-TEC, 2011].

- L'agriculture pourrait subir des impacts suite aux effets combinés des changements climatiques (modification des précipitations, de la disponibilité en eau du sol et de la température) et de la concentration atmosphérique de CO₂ sur la productivité moyenne des cultures, d'une part et de la variabilité interannuelle des rendements causée par les phénomènes météorologiques extrêmes et les risques associés, d'autres parts. Pour le scénario RCP 8.5 d'ici 2050, la valeur totale de la production agricole par rapport à 2019 devrait varier entre une augmentation de 45 M€/an et une diminution de 606M€/an [De Ridder, K. et al., 2020].

b) *Adaptation*

- La production intensive a de nombreux effets potentiellement négatifs sur le long terme [IPCC, 2022c, TS.D 5.5 et 5.6]. Les approches écosystémiques telles que l'agroécologie renforcent la résilience du secteur agricole et favorisent la productivité à long terme. Ces approches favorisent donc la sécurité alimentaire et la nutrition [IPCC, 2022c, TS.D 5.3]. En ce qui concerne l'élevage, ces approches permettent également une meilleure gestion des troupeaux et de la qualité de l'alimentation [IPCC, 2022, Chap 5, 5.5.4]. Les avantages et compromis varient selon le contexte socio-économique, naturel et institutionnel [IPCC, 2022c, TS.D 5.3].
- Pour atteindre des systèmes alimentaires durables, des efforts collectifs, l'inclusion, des savoirs locaux et des politiques publiques favorables aux transitions des systèmes sont une condition préalable [IPCC, 2022c, TS.D 5.8].
- La modification des régimes alimentaires et la réduction du gaspillage au niveau de la distribution et de la consommation sont des mesures qui se situent au croisement de l'adaptation et l'atténuation [IPCC, 2022c, TS.D 5.7 ; Ecores-TEC, 2011]. La Stratégie de la ferme à la table vise 50% de réduction du gaspillage alimentaire/habitant [PwG 22].
- Renforcer la prise en compte des changements climatiques dans la définition et l'évaluation des mesures agri-environnementales, et proposer des mesures spécifiques contre l'érosion des sols [ECORES-TEC, 2011]. Depuis 2015, les mesures agri-environnementales (MAE) sont devenues les mesures agri-environnementales et climatiques (MAEC) avec un objectif explicite de contribuer à l'atténuation et l'adaptation aux changements climatiques [Walot, T., et al., 2017].²⁴ Pour la lutte contre l'érosion des sols, les Plans de gestion du risque d'inondation reprennent la cartographie des zones de concentration de ruissellement (projet ERRUISSOL²⁵) et la cellule de recherche et conseils GISER (Gestion Intégrée Sol, Érosion, Ruissellement)²⁶ est mise en place [PACE, 2016].
- Adaptation des prairies et cultures par le recours à des espèces moins sensibles à la température, ainsi qu'adaptation des bâtiments agricoles [ECORES-TEC, 2011].
- Améliorer la recherche sur les cultures alternatives moins consommatrices en eau (ex pour le maïs) [ECORES-TEC, 2011].

Villes

c) *Risques et impacts*

- Mortalité plus importante dans les villes due aux îlots de chaleurs [De Ridder, K. et al., 2020].

²⁴ L'adaptation a, d'une part, un pan écologique avec la diversification des paysages et la contribution au maillage écologique (bande aménagée, mares et haies), la réduction de l'érosion des sols (haies) et des crues (prairies inondables), la préservation des races menacées (pool génétique pour la sélection de race mieux adaptées); d'autres part, elle a également un pan économique en offrant aux agriculteurs un revenu fixe et connu pour faire face aux instabilités des rendements et des prix attendus y compris celles liés aux impacts climatiques [Walot, T., et al., 2017]. La nouvelle PAC pour la période 2023-2027 doit mettre l'accent sur la durabilité et les enjeux climatiques notamment avec l'introduction des « eco-regimes », un dispositif de primes, mais les conditions d'applications semblent laisser des failles qui pourraient aller à l'encontre des objectifs climatiques [PwG 22].

²⁵ Fiche technique de ERRUISSOL: <https://geoportail.wallonie.be/catalogue/f182b1c5-db95-416d-bed1-638ebdefcf36.html>

²⁶ Information sur le cellule GISER : <https://www.giser.be/gestion-integree-sol-erosion-ruissellement/>

b) Adaptation

- **Intégrer les réponses sociales aux solutions fondées sur la nature** dans et autour des villes (ex. création d'espaces verts, reboisement de collines) [IPCC, 2022c, TS.D 6.5]. Promouvoir le refroidissement passif (végétalisation) des habitations individuelles [ECORES-TEC, 2011].
- Créer des **cartes de risques** liés aux périodes de fortes chaleurs et identifier les personnes vulnérables [ECORES-TEC, 2011].
- **Prendre en compte le phénomène d'îlots de chaleur dans les documents de planification urbaine** et inclure des espaces verts et espaces d'eau [ECORES-TEC, 2011].
- Adapter les rythmes de vie (ex. horaire d'ouverture) lors des phases d'alerte [ECORES-TEC, 2011].
- Évaluer le risque d'îlot de chaleur/favoriser les constructions bioclimatiques dans le cadre de la conception des nouveaux projets d'aménagement et notamment au travers des études d'incidence.
- Créer des groupes de travail sur **les nouveaux revêtements des sols / matériaux de construction** et veiller à **intégrer** dans la mesure du possible des **professionnels de santé dans les réflexions** sur l'habitat et l'urbanisme [ECORES-TEC, 2011].
- Améliorer la connaissance des impacts et de la vulnérabilité au niveau des villes et des communes [PACE, 2016].
- Adapter la rénovation/construction des infrastructures en tenant compte des impacts des changements climatiques et des liens avec la politique d'atténuation [PACE, 2016].

Infrastructures et aménagement du territoire

c) Risques et impacts

- Les inondations, les épisodes de vent extrême, les instabilités de terrain argileux et karstique et les vagues de chaleur. Ces risques sont accrus par l'imperméabilisation et l'artificialisation du territoire [ECORES-TEC, 2011 ; Congrès résilience, 2021].
- Pertes liées aux dommages aux infrastructures dus aux inondations, à la sécheresse et à la chaleur. Le coût annuel futur des crues fluviales en 2050 est estimé entre 134 et 290M€/an sans inclure les impacts indirects pour le scénario RCP 8.5) [De Ridder, K. et al., 2020].
- Les coûts associés à une vague de chaleur sur les voies ferrées, la fonte de l'asphalte et les dommages au réseau électrique sont plus modestes que lors d'inondations, mais les coûts indirects (par exemple, interruption de service, retards) pourraient s'élever de 153 à 766 M€ pour le scénario RCP8.5 en 2050 [De Ridder, K. et al., 2020].

b) Adaptation

- Afin de diminuer les risques d'inondation, Ecores-tec, 2011, propose d'imposer une réglementation sur les **matériaux de construction favorisant l'infiltration de l'eau dans le sol**, de mettre en place des incitations financières pour les particuliers et de créer un règlement régional d'urbanisme spécifique aux zones inondables.
- **Cartographier les zones naturelles à préserver et améliorer pour l'expansion de crue** [PGRI Wallonie 2022-2027].
- Étudier les risques climatiques qui ont un effet important sur les transports afin de les anticiper [Stratégie mobilité, 2019-2020].
- Inclure dans le plan de développement l'analyse des risques liés aux changements climatiques (sur l'infrastructure à proprement parler et sur ses usagers) en vue de réduire les impacts, et mettre en place des alternatives pour garantir la disponibilité des services. On peut citer par exemple les bassins d'orage du réseau autoroutier, ou l'alimentation en eau des voies navigables [Stratégie mobilité, 2019-2020].
- Rénovation du parc de logement pour faire face aux conséquences des changements climatiques et anticipation des besoins économiques [Schéma Développement du Territoire, 2019].
- Gestion globale des risques identifiés et intégration dans la conception de tout projet d'aménagement du territoire, avec des mesures adaptées selon le niveau de risque [Schéma Développement du Territoire, 2019].
- Prise en compte du risque d'inondation (adaptation du bâti, prévention) lors de l'élaboration ou révision de documents d'aménagement du territoire et d'urbanisme aux différentes échelles [Schéma Développement du Territoire, 2019].

Santé

c) *Risques et impacts*

- La **chaleur constitue la plus grande cause de morbidité liée au climat** (ex. épuisement, coup de chaleur, maladies rénales et respiratoires), avec des effets plus importants sur les personnes âgées, les personnes atteintes de maladies chroniques et de multimorbidité, les personnes de statut socio-économique inférieur et pour la population urbaine (îlot de chaleur) [Van de Vel, K. et al., 2021].
- **Les maladies à transmission vectorielle sont favorisées.** Il s'agit principalement des maladies transmises par les tiques (maladie de Lyme, encéphalite à tiques) et de celles transmises par les moustiques [Van de Vel, K. et al., 2021].
- Les épisodes de fortes pluies ou de sécheresses et de températures plus élevées favorisent **les maladies d'origine hydrique** (eau récréative ou de consommation) et alimentaire dues à la prolifération de bactéries ou virus causant des maladies gastro-intestinales, neurales et dermiques [Van de Vel, K. et al., 2021].
- Des températures plus élevées et des concentrations atmosphériques élevées de CO₂ et NO₂ ont des implications sur la distribution saisonnière, **l'allergénicité** et la répartition géographique des espèces allergisantes et des aéroallergènes. De plus de nouvelles plantes allergisantes s'établissent, telle que l'ambrosie [Van de Vel, K. et al., 2021].
- La **santé mentale** (anxiété, suicide) est affectée directement et indirectement par les effets physiques du changement climatique.
- Impact sur le personnel de santé (surcharge de travail, capacité de soin) lié à une pénurie de personnel et un sous-financement ne permettant pas **d'absorber les soins supplémentaires de manière durable** dans le cas de vagues de chaleur plus longues et plus intenses [Van de Vel, K. et al., 2021].
- Coût de la mortalité (de l'ordre de 2600 à 5200€/an) et de la morbidité (95 M€/an et 188 M€/an lié à la chaleur (pour le scénario RCP 8.5 en 2050) [De Ridder, K. et al., 2020].

b) *Adaptation*

- **Investir dans les systèmes de santé et dans la protection de la santé** (sensibilisation, surveillance et alerte précoce, vaccination, ...) [IPCC, 2022c, TS.D 8.2].
- **Sensibiliser** la population à la nécessité de s'hydrater correctement et de ne pas effectuer d'efforts violents pendant les pics d'ozone et vagues de chaleur. Poursuivre le **système d'alerte** et de communication développée dans le cadre du plan « Vague de Chaleur et Pics d'Ozone », informer la population et la sensibiliser aux effets des allergènes, de la pollution de l'air, des défaillances de la chaîne du froid [PACE 2016].
- **Surveillance et technique de lutte contre les plantes invasives allergisantes** (étude santé) et faire un **suivi du pollen** [ECORES-TEC, 2011].
- Un plan visant la réduction du nombre de tiques, du nombre de leurs morsures et de leur impact sur la santé humaine a également été approuvé [PACE 2016]. La Conférence Interministérielle Environnement-Santé a décidé de surveiller les moustiques exotiques²⁷ pour éradiquer ou enrayer leur progression [PACE, 2016].
- Mettre en œuvre des **technologies de refroidissement et de ventilation des infrastructures** (ouverture des fenêtres, climatisation, pare-soleil externes, stores,) [Van de Vel, K. et al., 2021].
- **Meilleure coordination des responsabilités** (actuellement réparties entre différentes autorités [Van de Vel, K. et al., 2021].
- **Assurer un financement et une vision à long terme** [Van de Vel, K. et al., 2021].
- **Améliorer la gestion des crises par des cartes détaillées des risques et des stress tests** [Van de Vel, K. et al., 2021].
- **Améliorer la disponibilité des données et de la communication.** Comprenant une amélioration des connaissances en collaboration avec les sciences du climat, de l'environnement, des sciences médicales, du comportement et des sciences sociales. Mettre en place des indicateurs de suivi de la mise en œuvre et de l'efficacité des mesures d'adaptation [Van de Vel, K. et al., 2021].

²⁷ Surveillance des moustiques exotiques Aedes en Belgique: <https://www.sciensano.be/fr/projets/surveillance-des-moustiques-exotiques-aedes-en-belgique>

Tourisme

c) Risques et impacts

- **Seules les activités spécifiques liées à la neige (ski), aux ressources en eau (kayak) ou aux espaces naturels (fagnes, pelouses sèches, ...) sont très vulnérables** aux changements climatiques. Toutefois, d'autres activités sont **vulnérables par l'emplacement des infrastructures** (ex. campings : inondations et canicules) [Impact tourisme Wallonie, 2014].
- Une amélioration des conditions climatiques en Belgique n'entraîne pas une augmentation de la fréquentation touristique en provenance de l'étranger, mais pourrait toutefois augmenter le tourisme intérieur suite aux conditions météorologiques plus clémentes et à une aggravation des conditions climatiques dans les destinations classiques (ex. Méditerranée). Toutefois, l'impact réel sur le secteur touristique wallon dépend fortement du scénario climatique choisi, ainsi que de l'évolution des caractéristiques de la demande touristique dans les autres pays et de l'offre des régions concurrentes. La projection d'une augmentation monétaire d'environ 5M€/an [ICEDD, 2014] ne tient probablement pas compte de cette réalité complexe [De Ridder, K. et al., 2020].
- Le changement du secteur touristique dû aux changements climatiques peut avoir des **conséquences environnementales** (ex. augmentation de la consommation électrique pour le refroidissement) [De Ridder, K. et al., 2020].

b) Adaptation

- **Aménagement des infrastructures touristiques** [Impact tourisme Wallonie, 2014].
- **Diversification de l'offre, du calendrier et des marchés** (publics différents) [Impact tourisme Wallonie, 2014].
- Communication vers des acteurs du tourisme [Impact tourisme Wallonie, 2014].
- Recherche et développement [Impact tourisme Wallonie, 2014].

Energie

c) Risques et impacts

- Dépendance des centrales électriques à l'abondance en eaux de refroidissement et impacts sur les cours d'eau. Risque important d'augmentation de la consommation électrique pour les besoins de refroidissement l'été [ECORES-TEC, 2011].
- Pertes liées à la sécheresse et à la température dans le secteur de l'énergie [De Ridder, K. et al., 2020].

b) Adaptation

- Contrôler la demande énergétique pour empêcher l'augmentation [ECORES-TEC, 2011].
- Prendre en compte l'impact des changements climatiques à long terme sur l'approvisionnement électrique, notamment dans le cadre de collaboration internationale [ECORES-TEC, 2011].

Justice climatique

c) Risques et impacts

- Les personnes plus vulnérables par leur isolement social (ex. ne reçoivent pas les informations et l'aide), santé, faibles revenus, logement inadéquat (ex. inconfort lors de canicule) ou manque de mobilité sont plus impactées par les changements climatiques. Lorsque les coûts des équipements de base tels que la nourriture ou l'énergie (chauffage/refroidissement) changent en raison des changements climatiques, les impacts sur les ménages à faible revenu seront beaucoup plus importants, car ils consacrent une plus grande proportion des dépenses moyennes des ménages à ces équipements [De Ridder, K. et al., 2020].

b) Adaptation

- Ne pas exacerber les inégalités notamment par des réponses à court terme
- **Favoriser l'inclusivité et l'intergénérationnel** [IPCC, 2022c, TS.D 9].

- **Prioriser les investissements** qui réduisent le risque pour les plus démunis et les bas revenus. [IPCC, 2022c, TS.D 9.5].
- Encadrer les pratiques assurancielles [IPCC, 2022c, TS.D 9.2].
- Coopération internationale [PACE 2016].

Divers

c) *Risques et impacts*

- Perte de productivité au travail liée à la chaleur et au froid, de l'ordre de 170 à 4960 M€/an pour le scénario RCP 8.5 [De Ridder, K. et al., 2020].
- Les inondations, les tempêtes, la grêle et la sécheresse sont les principaux risques liés au climat qui affectent le secteur des assurances [De Ridder, K. et al., 2020].
- La baisse des importations commerciales provenant de pays plus fortement impactés par les changements climatiques que la Belgique (ex. pays tropicaux) peut affecter indirectement l'économie belge avec une diminution du PIB de l'ordre de 1000 à 2200 M€/an [De Ridder, K. et al., 2020].
- Les impacts transfrontaliers concernent aussi les grands flux migratoires déclenchés par les impacts des changements climatiques dans les pays plus exposés et plus vulnérables [De Ridder, K. et al., 2020].

Tous secteurs confondus

De manière transversale, pour que les mesures d'adaptation réduisent efficacement et à long terme les risques liés au climat dans les différents secteurs, les études existantes recommandent de :

- **Croiser des solutions sectorielles.** Par exemple des mesures d'adaptation bénéfiques pour la santé impliquent d'autres secteurs, tels que l'alimentation, l'eau, la mobilité, la biodiversité ... [IPCC, 2022c, TS.D 8.3]
- Favoriser les approches multidisciplinaires [Congrès résilience, 2021].
- **Passer d'une politique d'adaptation incrémentale à une politique transformationnelle en adoptant une approche intégrée** [IPCC, 2022c, TS.D 1 et TS.E 1.7, TS.E 6.1].
- Mettre en place des conditions nécessaires pour combler les « gaps » dans l'adaptation (financement, engagement du secteur privé et des citoyens, mode de gouvernance...) [IPCC, 2022c, TS.D 1].
- **Atténuer les changements climatiques pour éviter d'atteindre les limites dures de l'adaptation**, car les possibilités d'adaptation sont inversement proportionnelles au réchauffement [IPCC, 2022c, TS.D 2]. Réduire les risques en les prévenant en amont : en atténuant les changements climatiques, en adoptant un mode de vie et un système économique qui s'inscrit dans le respect des limites planétaires et en réduisant les inégalités sociales qui sont à la base de nombreuses inégalités [Congrès résilience, 2021].
- **Mener conjointement les mesures d'adaptation, d'atténuation et de réalisation des ODD** pour un développement résilient aux changements climatiques, tout en ayant conscience du fait que des compromis seront probablement inévitables. Il faut donc reconnaître, évaluer et gérer les compromis et synergies, et gérer les risques qui peuvent en découler. [IPCC, 2022c, TS.E 1].
- **Intégrer des facteurs non climatiques** dans les voies d'adaptation pour réduire les impacts [IPCC, 2022c, TS.E 3] et favoriser les cobénéfices possibles avec l'atténuation et le développement durable [IPCC, 2022c, TS.D 6.6].
- **Éviter et réduire la maladaptation** en ayant recours à une planification adaptative et itérative des risques, ainsi qu'à la participation et la consultation dans la prise de décision, dans un esprit de justice distributive. Les approches intersectorielles et les considérations interrégionales peuvent réduire le risque de maladaptation [IPCC, 2022c, TS.D.3].
- Adopter une méthode adéquate pour mettre en place les options : distinguer les étapes, intégrer les risques multidimensionnels, concevoir des options d'anticipation à faibles regrets, mettre en œuvre une planification adaptative et une gestion itérative, améliorer les connaissances [IPCC, 2022c, TS.D 10]. La stratégie biodiversité 2020 belge pointe le besoin d'une gestion adaptative pour les processus en mutation lente.

- **Prendre en compte l'équité sociale et de genre [IPCC, 2022c, TS.E 2] et adopter une gouvernance inclusive** pour concilier les intérêts et les visions [IPCC, 2022c, TS.E 1.7; Congrès résilience, 2021].
- Identifier les limites de la gouvernance actuelle telles que la fragmentation institutionnelle, le sous-financement [IPCC, 2022c, TS.E 5.1]. Une coordination politique au sein et entre plusieurs échelles, niveaux et secteurs est nécessaire [IPCC, 2022c, TS.E 5].
- **Ancrer les options d'adaptation dans les réalités locales.** Elles doivent s'aligner sur le contexte de développement [IPCC, 2022c, TS.E 1.4 et 2.3] et prendre en compte l'importance de la démocratie locale [IPCC, 2022c, TS.D.6 et TS.E.5.3]. La recherche de solutions équitables passe par l'implication de divers acteurs permettant d'apporter un savoir local et de terrain, complémentaire des connaissances scientifiques [IPCC, 2022c, TS.E 5, 2.1, 2.2, TS.D 9.7]. Renforcer l'implication des citoyens dans l'élaboration des politiques d'adaptation (ex. panels citoyens²⁸) et en mettant en place des espaces de dialogue et d'action [Congrès résilience, 2021].
- **Changer le paradigme de gestion des risques en élargissant la culture du risque et la prise en compte de l'incertitude.** Étendre la culture du risque au plus grand nombre, via la communication continue et à large échelle, la mise en place de formations, le développement des langages et codes d'alerte. [Congrès résilience, 2021 ; PGRI Wallonie 2022-2027].
- **Financer la gestion des risques, sachant que le coût de l'inaction est plus élevé que l'investissement dans la gestion et la prévention des risques²⁹.** Réaliser des investissements mieux ciblés, coordonnés et dédiés à l'adaptation. Privilégier des financements structurels et pérennes aux acteurs plutôt que des appels à projets. Disposer de ressources humaines rapidement mobilisables en cas de catastrophes.

²⁸ Dans le cadre de sa révision du PACE 2016, le Gouvernement wallon a organisé un processus consultatif à travers la mise en place d'un panel citoyen : <https://www.leswallonsnemanquentpasdair.be/panel-citoyen>

²⁹ Même si il est très difficile d'avancer des chiffres sur les coûts des changements climatiques, il est intéressant de lire l'étude ICEDD, 2014.

III. Évaluation critique de l'existant

La Belgique fait partie des pays/régions qui ont développé une stratégie d'adaptation et des plans d'adaptation (y compris au niveau régional), mais n'apparaît pas parmi les pays les plus avancés en Europe³⁰. Le projet de Plan wallon air-climat-énergie à l'horizon 2030 [PACE 2030³¹] reste, en ce qui concerne l'adaptation, au niveau de la déclaration d'intention. En 2011, l'étude ECORES-TEC a fourni des analyses détaillées des impacts des changements climatiques, formulé des recommandations sectorielles fouillées et proposé des stratégies prioritaires. Ce travail approfondi, mené en collaboration avec les chercheurs de plusieurs universités, a servi de référence à de nombreuses études ultérieures et a inspiré les décideurs dans plusieurs domaines. Onze années plus tard, il apparaît cependant nécessaire de faire le point et de renforcer l'adaptation. En effet, d'une part, la Wallonie a été gravement touchée par des événements liés au climat, dont les inondations de 2021 et plusieurs vagues de chaleur. D'autre part, les connaissances ont considérablement évolué depuis la rédaction de l'étude ECORES-TEC, 2011, qui reste la principale étude wallonne et a servi de base à l'élaboration de diverses politiques d'adaptation. A la lumière de la contribution du Groupe de travail 2 (GT2) au sixième rapport d'évaluation du GIEC [IPCC, 2022], la synthèse réalisée dans les pages précédentes de ce rapport suggère plusieurs réflexions. Celles-ci s'inspirent aussi de l'approche développée en Wallonie par le « Congrès résilience » [Congrès résilience, 2021]³² ainsi que de la démarche du « panel citoyen » constitué à l'occasion de la révision du [PACE, 2016]³³.

1. Assurer la cohérence entre les politiques d'adaptation et d'atténuation

La nécessité d'une liaison interne entre ces deux volets de la politique climatique est généralement pointée dans les études existantes, mais pas toujours de façon satisfaisante. Par exemple, face à la diminution de l'enneigement, l'étude sur le tourisme [Impact tourisme Wallonie, 2014] cite la production de neige artificielle et les installations de ski indoor comme des adaptations possibles, dont elle mentionne en même temps l'impact en termes d'émissions de gaz à effet de serre [Impact tourisme Wallonie, 2014, p. 223]. Dans le contexte wallon, une réflexion plus critique, visant à éviter au maximum les incohérences entre politiques d'adaptation et d'atténuation, semblerait justifiée.

D'une manière générale, il ne suffit pas de s'adapter à la part des changements climatiques devenue inévitable en raison de l'atténuation insuffisante des émissions de gaz à effet de serre, ni de noter qu'adaptation et atténuation sont complémentaires. Il faut en plus appréhender le fait, souligné par le GIEC [IPCC, 2022], que les marges de manœuvre pour l'adaptation diminuent à mesure que le réchauffement progresse. Il s'agit notamment d'analyser et signaler les limites de l'adaptation. Ces limites sont peu ou pas mentionnées dans les études menées jusqu'à présent : il faudra éviter, à l'avenir de donner l'impression qu'on peut s'adapter efficacement à des niveaux de réchauffement de l'ordre de 4°C (en moyenne globale par rapport au niveau préindustriel) alors que ce n'est probablement pas le cas

³⁰ IPCC, 2022, Chap. 13, Figure 13.34, fondée sur une synthèse des informations communiquées par les États membres publiée en 2018 : COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT Adaptation preparedness scoreboard Country fiches : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=SWD:2018:460:FIN>

³¹ Le PACE 2030 fait suite au PACE, 2016, qui couvrait la période 2016-2022. Voir notamment : <https://awac.be/plan-pace/>

³² Initiative de la Ministre wallonne du Développement durable Céline Tellier. Co-présidence par les Professeur.e.s Maria Mancilla Garcia (Université Libre de Bruxelles) et François Gemenne (Université de Liège), coordination par la Direction du Développement durable du Service public de Wallonie.

³³ Dans le cadre de sa révision du Plan Air Climat Energie [PACE, 2016], le Gouvernement wallon a organisé un processus consultatif à travers la mise en place d'un panel citoyen. Au terme de 13 rencontres, les panelistes ont fait 168 recommandations pour réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) de 55% à l'horizon 2030, par rapport à 1990.

pour plusieurs types de risques. Par exemple, selon la contribution du GT2 au 6^e rapport d'évaluation du GIEC, des limites dures sont attendues à partir de +3°C (et bien avant cela dans certaines régions) dans la gestion de l'eau, avec une diminution en quantité et en qualité, des impacts négatifs sur la santé et le bien-être, ainsi que des pertes économiques [IPCC, 2022, TS.D.2.3 et Chap. 4].

2. Tenir compte de la réduction des risques par l'atténuation

ECORES-TEC, 2011 considère « sage de se préparer pour la deuxième moitié de ce siècle à une augmentation des températures plutôt de l'ordre de 4 °C que de 2°C », (...) et précise que « les efforts d'adaptation prévisible sont conditionnés par cette perspective » [ECORES-TEC, 2011, p. 114]. Le contexte a évolué depuis cette époque, notamment en raison des progrès techniques, des politiques de réductions d'émissions qui commencent à être mises en œuvre, et des engagements pris aux niveaux international, en particulier dans le cadre de l'Accord de Paris (« maintenir la hausse de température bien au-dessous de 2°C tout en continuant les efforts pour ne pas dépasser 1.5°C). Jusqu'à présent, les efforts internationaux ont été insuffisants pour respecter les objectifs de cet Accord, mais l'évolution récente montre une diminution du risque d'atteindre des niveaux de réchauffement de 4°C ou plus par rapport au niveau préindustriel [IPCC, 2022d].

Ce lien entre atténuation et risques climatiques doit être approfondi pour fournir un cadre plus complet aux décisions relatives à l'adaptation, surtout lorsque celles-ci ont des conséquences à long terme : à quel niveau de changements s'agit-il de s'adapter, avec quels risques si ce niveau est dépassé ?

3. Évolution du climat : tenir compte des incertitudes

L'étude ECORES-TEC, 2011 fonde principalement son analyse sur un seul scénario d'émissions de gaz à effet de serre (qualifié de "modéré"), pour lequel les auteurs ont sélectionné les projections climatiques réalisées par 3 modèles. Ce choix très restrictif ne permet pas de tenir compte de manière adéquate des incertitudes liées à l'évolution du climat, ni des différentes possibilités d'évolution des émissions de gaz à effet de serre (donc du lien atténuation – adaptation exposé au point précédent). Par exemple, les projections tablent principalement sur des étés plus chauds et plus secs, ce qui pourrait favoriser une vision trop simplifiée, n'accordant pas assez de poids à la possibilité - pourtant mentionnée dans l'étude - que des épisodes de précipitations exceptionnelles interviennent en toute saison. De plus, les modèles les plus extrêmes ont été écartés, ce qui pourrait tendre à sous-estimer les phénomènes exceptionnels [ECORES-TEC, 2011, p. 44].

Comme expliqué dans la partie 2.A de ce document, avec l'appui de travaux de modélisation récents, il est indispensable de considérer un grand ensemble de résultats de modèles, et d'en analyser les résultats au regard de la compréhension des processus climatiques et des observations passées.

Ces résultats ont aussi confirmé qu'en dépit des incertitudes, le niveau maximum de changement des variables climatiques *au niveau régional* est bel et bien réduit pour les scénarios où le réchauffement global est plus limité. Il ne serait donc pas satisfaisant d'utiliser à nouveau l'approche de certaines études anciennes, qui combinaient dans une seule gamme de valeurs « projetées » l'effet des incertitudes climatiques et les différents scénarios d'émissions associés aux facteurs socio-économiques (l'analyse de l'incertitude doit être réalisée séparément par scénario ou par niveau de réchauffement).

4. Appréciation des impacts

L'appréciation des impacts peut avoir tendance à traduire une sous-estimation des effets négatifs des changements climatiques. Par exemple, ECORES-TEC, 2011 mentionne des opportunités et risques en ce qui concerne l'agriculture, et conclut que « les incertitudes (climatiques, écosystémiques, politiques et économiques) rendent difficile d'établir un bilan net » des impacts dans ce secteur. L'approfondissement des connaissances depuis lors contribue à permettre une évaluation plus claire. Le dernier rapport du GIEC indique notamment que des pertes de production agricole sont projetées pour la plupart des régions d'Europe, et ne sont pas compensées par des gains dans la partie nord du continent [IPCC, 2022, risque clé n°2 (KR2), résumé exécutif du Chap. 13 (Europe)]. En cas d'adaptation faible ou moyenne, le risque de perte de productivité agricole en Europe passerait de modéré à élevé entre 2.5 et 3°C de réchauffement moyen mondial par rapport au niveau préindustriel; le risque d'inondation pluviale passerait d'élevé à très élevé entre +2,5 et +3°C; le risque de mortalité et de morbidité lors des vagues de chaleur deviendrait très élevé un peu au-dessus de +2°C [IPCC, 2022, Chap. 13, Fig. 13.28].

Un autre exemple d'appréciation discutable concerne les effets des changements climatiques sur la santé : selon l'étude « coûts socio-économiques des changements climatiques en Belgique », le réchauffement pourrait réduire la mortalité et la morbidité hivernales dans une proportion pouvant équilibrer à peu près l'augmentation de la mortalité et de la morbidité estivales, de sorte que l'impact net sur la santé serait minime dans nos régions au 21^e siècle. Cette hypothèse d'un effet largement positif du réchauffement hivernal sur la santé des populations avait été avancée précédemment dans l'étude ECORES-TEC, 2011. Elle est pourtant controversée, et contredite par plusieurs études, comme l'ont indiqué divers rapports du GIEC et la toute récente étude sectorielle du SPF santé [Van de Vel, K. et al., 2021]

5. Hiérarchisation des priorités de l'adaptation

La question de l'appréciation des impacts est étroitement liée à celle de la hiérarchisation des priorités politiques en matière d'adaptation. ECORES-TEC, 2011 considère l'adaptation dans le secteur de l'eau comme la première des priorités en Wallonie. « Le territoire wallon est particulièrement sensible à l'aléa inondation (6% du territoire en zone d'aléa dont 1% en zone d'aléa sévère), qui peut engendrer des dommages considérables aux immeubles et infrastructures » [ECORES-TEC, 2011, p.105]. Ces dommages sont ensuite déclinés respectivement en termes de risques d'érosion des sols et de pénuries d'eau de refroidissement pour les centrales électriques, c'est-à-dire exclusivement en termes économiques. Le « risque sanitaire lié à la chaleur estivale et l'amplification (potentielle) de l'îlot de chaleur urbain » est mentionné comme deuxième priorité. A cet égard, l'étude souligne le risque que « la mortalité (augmente) en été en particulier parmi les personnes à risque », notamment les personnes âgées. Mais les auteurs précisent immédiatement que « le risque de canicule est aujourd'hui relativement faible en Wallonie » [ECORES-TEC, 2011, p.106]. D'une part, avec une dizaine d'années de recul, il est clair que cette appréciation est discutable. D'autre part, les citations ci-dessus suggèrent que le coût économique a servi de critère implicite pour proposer une hiérarchisation des priorités de la politique d'adaptation. Le nombre de victimes potentielles aurait abouti à une conclusion différente, puisque la canicule de 2003 a fait plus de 1200 morts en Belgique³⁴ tandis que les inondations exceptionnelles de 2021 en ont fait 42. Cette remarque ne vise évidemment pas à mettre les souffrances humaines en concurrence (outre les décès, les inondations de 2021 ont d'ailleurs impacté très durement des milliers de personnes). Il s'agit seulement ici d'attirer l'attention sur le fait que le choix des critères guidant la hiérarchisation des priorités en matière d'adaptation est éminemment politique et ne peut par conséquent être tranché implicitement par le biais d'une étude scientifique.

³⁴ « Au cours de l'été 2003, la surmortalité totale, directe et différée, due aux « fortes » 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. » [Sartor, F., 2004]. Il convient de préciser que la canicule de 2020 a entraîné une surmortalité encore supérieure (<https://www.sciensano.be/fr/coin-presse/une-surmortalite-importante-durant-la-canicule-du-mois-daout-2020>), malgré les mesures d'adaptation prises.

6. Identification des secteurs et intersectorialité

On note une assez grande convergence dans l'identification des secteurs de l'adaptation par les différentes études générales. Aux sept secteurs pris en compte par ECORES-TEC, 2011, l'étude « Coûts socio-économiques du changement climatique en Belgique » [De Ridder, K. et al., 2020] ajoute les aspects internationaux, le tourisme, les assurances et l'impact des changements climatiques sur la productivité du travail. De plus, elle mentionne les « aspects sociaux » de l'adaptation. A noter qu'aucune étude ne singularise l'adaptation des systèmes urbains. L'étude « coûts socio-économiques » traite séparément les impacts sur les infrastructures dus à l'eau et les impacts sur les infrastructures dus à la chaleur et à la sécheresse, qu'ECORES-TEC, 2011 globalise avec l'aménagement du territoire. Par contre, l'étude De Ridder, K. et al., 2020 n'envisage pas le risque karstique³⁵, qui est pris en compte par l'étude ECORES-TEC, 2011. Un point important de l'étude ECORES-TEC, 2011 est que, au-delà de l'approche sectorielle, elle propose une analyse transversale visant à mettre en évidence les vulnérabilités de la Wallonie (eau, chaleur estivale, dégradations écosystémiques), ce qui débouche sur des propositions de stratégie à mettre en œuvre, en fonction des priorités discutées au point précédent. D'une manière générale, les impacts combinés et les risques en cascade sont peu ou pas pris en compte dans les études. Dans l'étude ECORES-TEC, 2011, chaque fiche sectorielle mentionne les liens avec d'autres secteurs, mais les mentions sont parfois incomplètes (ex: la fiche « biodiversité » n'établit pas de lien avec la fiche « agriculture »).

7. Une approche « techniciste » et incomplète

Que l'analyse soit sectorielle ou transversale, les recommandations faites par les études sont en général principalement, voire exclusivement, techniques. Peu de mesures sont proposées dans les domaines de la formation, de l'éducation et du social ; la nécessité d'une gouvernance inclusive n'est pas évoquée ; la question des rapports de genre n'est pas abordée. Le volet culturel est à peine évoqué et les implications sociales des mesures techniques (par exemple en termes d'emplois, de financement, de formation, d'égalité hommes-femmes, de place des jeunes, etc.) sont peu mises en évidence (l'étude du SPF santé sur l'adaptation dans le secteur constitue une exception à cet égard). L'étude De Ridder, K. et al., 2020 consacre un certain nombre de pages aux aspects sociaux de l'adaptation, notamment au danger de discrimination des moins favorisés, mais ne fait pas de recommandations (ce n'est pas son objet) et ne tente pas non plus une estimation du surcoût des changements climatiques pour les publics les moins nantis. L'étude ECORES-TEC, 2011 plaide pour intégrer une réflexion sur « les conditions d'acceptabilité pour la population des politiques d'adaptation envisagées » ainsi que sur « la distribution des effets de ces politiques à l'intérieur de la société et les politiques de corrections des inégalités qu'elles peuvent engendrer (précarité énergétique, trappes de pauvreté) » [ECORES-TEC, 2011, p.116] mais n'en déduit pas la nécessité d'une participation des acteurs à l'identification des vulnérabilités et à la détermination des mesures à prendre. Cette participation n'est qu'exceptionnellement évoquée dans les études, et seulement, de façon très générale, au stade de la mise en œuvre (pas au stade de l'élaboration) et au niveau du secteur (pas au niveau intersectoriel). « L'absence d'une implication du public au niveau de l'élaboration des stratégies régionales d'adaptation n'est pas choquante », selon l'étude [ECORES-TEC, 2011, p.22]. Cette approche technicisée, voire technocratique, ne semble pas la plus appropriée, ou en tout cas pas suffisante, pour l'élaboration d'une politique d'adaptation. Pour atteindre une meilleure efficacité, celle-ci gagnerait, d'après le dernier rapport pertinent du GIEC, à favoriser l'implication active des citoyen.ne.s (en particulier de plus défavorisé.e.s) et de la société civile [IPCC, 2022, SPM.C.5.6].

³⁵ Risque associé aux phénomènes karstiques : dissolution de roches calcaires par l'eau, pouvant conduire à un effondrement de sols. L'étude ECORES-TEC 2011 suggère que les changements climatiques, en augmentant les précipitations et les crues, pourrait conduire à une augmentation du risque, mais ne la quantifie pas.

8. Une vision trop incrémentale de l'adaptation

Ces carences des études - en particulier une relative sous-estimation des impacts et une approche trop unilatéralement sectorielle, débouchant sur une approche excessivement technicienne des mesures - vont de pair avec une vision très incrémentale de l'adaptation. L'étude ECORES-TEC, 2011 pose la nécessité d'une « adaptation séquentielle, évoluant en fonction de l'évaluation changeante du risque » climatique [ECORES-TEC, 2011, p.115] ... Prendre des mesures d'adaptation tout en ménageant la possibilité de les faire évoluer en fonction des développements futurs est très probablement la méthode adéquate pour faire face aux incertitudes des changements climatiques. Par contre, il est permis de penser que l'affirmation qui suit, comme quoi il faut « se baser sur l'existant pour se projeter dans le futur, (sans) rupture avec le cadre existant, (en) complétant les dispositions actuelles par des ajouts et des inflexions », verrouille inutilement le spectre des politiques possibles et ne favorise pas la conception des profondes transformations sociétales et systémiques que le GIEC dit désormais indispensables pour satisfaire les objectifs de l'Accord de Paris [IPCC, 2019, Chap. 5, FAQ 5.2.] et dépasser certaines limites à l'adaptation [IPCC, 2022, SPM 3.4.].

9. Une sous-estimation de la dimension internationale

L'étude ECORES-TEC, 2011 n'aborde les enjeux internationaux de l'adaptation que par le biais de la coordination transfrontalière des politiques, en matière de gestion de l'eau et d'approvisionnement énergétique principalement. L'étude De Ridder, K. et al., 2020 accorde une certaine importance à la question de la finance climatique, clé pour les relations Nord-Sud. Le Plan Air Climat Energie fait de même, et cite un certain nombre d'initiatives concrètes de la Wallonie en matière de coopération à l'adaptation dans les pays en développement. D'une manière générale, cependant, les études passées en revue n'attachent pas assez d'importance au fait que la dimension globale des changements climatiques est susceptible d'impacter (et impacte déjà) la Wallonie indirectement, dans des domaines aussi variés que l'alimentation, la santé (y compris la santé mentale) et les migrations de population, notamment. Le fonctionnement de la société et de l'économie wallonne pourrait être déstabilisé par des phénomènes de grande ampleur intervenant dans d'autres parties du monde et imputables au changement climatique. C'est le cas notamment avec les retombées possibles de ce que le GIEC synthétise sous l'appellation de « motifs de préoccupation » (en anglais *Reasons for Concern*), par exemple la répartition inégale des impacts en fonction des groupes sociaux, des revenus et des régions (RFC3), l'ampleur cumulée des impacts climatiques (RFC4) et les événements isolés de grande ampleur, tels que la dislocation des calottes glaciaires (RFC5).

10. Quel rôle pour les pouvoirs publics ?

L'étude ECORES-TEC, 2011 le fait remarquer avec pertinence : « Il est fréquemment souligné que l'adaptation au changement climatique produit des biens privés ou « de club » et qu'elle doit donc fondamentalement être prise en charge par les acteurs du privé (...). De fait, par rapport à d'autres enjeux environnementaux (la biodiversité par exemple) l'emprise des externalités est sans doute moins forte et les acteurs devraient donc s'engager de manière volontaire plus facilement. Toutefois de multiples travaux dressent également la liste des défaillances du marché et inventorient les obstacles à l'implication des acteurs : manque de connaissances, de moyens financiers ou en ressources humaines, manque d'intérêt à agir (externalités), de volonté de coopérer (stratégies de cavalier seul) ... » [ECORES-TEC, 2011, p.20]. Ces « défaillances du marché » doivent être compensées et ces « obstacles à l'implication des acteurs » doivent être levés. Il s'agit de combattre les phénomènes de *lock-in* qui résultent notamment du fait que certains « intérêts établis » freinent la « profonde transformation de la société » qui est nécessaire à un développement résilient. Le rôle des pouvoirs publics et des décideurs politiques est donc décisif. Comme le montre encore le dernier rapport du GIEC [IPCC, 2022], l'adaptation aux changements climatiques demande une vision holistique, de la coordination politique, une gouvernance inclusive, une attention soutenue pour l'équité, une forte volonté politique et la participation des acteurs, en particulier des plus vulnérables.

IV. Points d'attention pour un cahier spécial des charges

Il reviendra aux décideurs politiques de déterminer les axes prioritaires d'un cahier spécial des charges pour une étude à réaliser. Les auteurs du rapport souhaitent néanmoins attirer l'attention sur les points 1.1 (une vision holistique), 2.1 à 2.4 (connaissance du climat et de ses changements, scénarios pour le futur, liens entre atténuation et risques), 2.6 (analyse quantitative ou semi-quantitative des risques), 3.5 (transitions systémiques), 4.1 et 4.2 (déficit d'adaptation, limites souples et dures de l'adaptation) ainsi que 4.3 (solutions basées sur la nature).

Il revient aussi aux décideurs de mettre en place le dispositif de suivi et de pilotage interdisciplinaire, voire transdisciplinaire, qui est indispensable pour mener à bien cette ambitieuse étude. Lors de la réalisation de cette étude, il sera aussi essentiel de faire travailler ensemble des chercheurs et chercheuses de différentes disciplines et institutions.

1. Aspects généraux

- 1.1. Développer de l'adaptation **une vision holistique, inclusive, itérative, transformationnelle** plutôt que strictement incrémentale, **intergénérationnelle, basée sur le consentement, la justice et la coproduction de connaissances**, articulée sur la réalisation des **Objectifs du Développement Durable des Nations Unies**. Ceci implique notamment de :
 - Réaliser l'étude dans la perspective d'un plan d'adaptation sur le long terme, soumis à révision à intervalles réguliers (par exemple tous les cinq ans, sur base de l'évolution des connaissances), dont la mise en oeuvre se fait par étapes gérables au fil du temps, en précisant des options à faibles regrets, réalisables et efficaces dans leur contexte local. Dans ce cadre, proposer des priorités en matière de mesures, d'investissements, de zones géographiques et/ou de secteurs, ainsi que des indicateurs et/ou autres modalités d'évaluation des actions.
 - Prendre en compte les dimensions sociales dans tous les domaines (avec une attention particulière pour les domaines de l'eau et de la ville) et aux différents niveaux (depuis l'identification des risques jusqu'à l'évaluation de l'adaptation, en passant par sa conception et sa mise en oeuvre). L'inégalité et la pauvreté contribuent à augmenter l'exposition au risque et à limiter les possibilités d'adaptation [IPCC, 2002a]. La croissance des inégalités de revenus est aussi associée avec des émissions plus importantes, au moins dans les pays développés [IPCC, 2022d, Chap. 5, p.32]. Réduire les inégalités aide à réduire les émissions et la vulnérabilité. Tracer un cadre pour associer adaptation et réduction des inégalités sociales et de genre, en particulier pour les groupes les plus marginalisés.
 - Proposer des guidelines pour une gouvernance climatique favorisant l'inclusivité, la participation, la transparence, impliquant les publics défavorisés, les femmes, les mouvements sociaux en général (ceux de la jeunesse en particulier), les leaders de communautés, les entrepreneurs.
- 1.2. Ne pas se concentrer uniquement sur le climat. **Mettre en évidence les cobénéfices** de la politique climatique en termes de qualité de vie, de pollution de l'air, de protection de la biodiversité, etc.
- 1.3. Tout en se focalisant sur le territoire wallon, prendre en compte, outre les dimensions transfrontalières, les **dimensions globales des risques** et leurs possibles impacts indirects sur la Wallonie.
- 1.4. **Proposer des critères et indicateurs** (par secteur, intersectoriels et en matière de gouvernance) sur base de la meilleure science disponible. Expliciter les présupposés des critères et des indicateurs proposés, de manière à permettre aux décideurs d'opérer des choix pleinement informés. Ceux-ci devraient permettre une évaluation de l'efficacité des mesures mises en place et permettre la mise à jour d'outils d'aide à la décision tel que la démarche « Adapte ta commune » qui découle du rapport ECORES-TEC, 2011.
- 1.5. **Identifier les déficits de connaissances**. Actualiser la liste des déficits de connaissance identifiés dans les études précédentes. La compléter pour les nouveaux secteurs pris en compte et pour les dimensions intersectorielles, avec une attention particulière aux dimensions sociales et de genre. Intégrer l'attention pour les savoirs locaux (par exemple en matière de solutions basées sur la nature).

2. Connaissance des changements climatiques, des risques associés, et du potentiel d'adaptation

2.1. Connaissance du climat et de ses changements

Synthétiser les connaissances relatives aux différents paramètres climatiques pertinents pour estimer les risques associés, en région wallonne (températures, précipitations, vents et tempêtes... y compris les extrêmes au cours de différentes périodes de temps – heures et jours pour les pluies intenses, ...), à différents horizons temporels, en tenant compte des recommandations suivantes.

2.2. Présentation des scénarios pour le climat futur

Envisager de définir le climat régional futur pour différents niveaux de réchauffement global plutôt que par scénario, comme l'ont fait plusieurs études récentes [IPCC, 2021 ; Feyen, L. et al., 2020]. Les différents résultats sont alors présentés après une « mise à l'échelle » pour un réchauffement moyen global de 1.5°C, 2°C... notamment pour les cartes.

2.3. Horizons temporels

Nous suggérons de considérer les horizons temporels en lien avec l'approche par niveaux de réchauffement (point précédent), en tenant aussi compte de la disponibilité de données (CMIP6...) :

- Les **prochaines années** (par ex. 2020-2030), pour acquérir une meilleure connaissance des risques déjà présents et du potentiel d'adaptation par des mesures dont la mise en œuvre a un effet immédiat.
- Le **niveau de réchauffement mondial de 1.5°C**, qui sera quasi certainement atteint et probablement dépassé pendant une période plus ou moins longue. Ce niveau sera probablement pertinent pour la période 2030 – 2040, voire au-delà.
- Pour une ou deux périodes de temps dans la **2e moitié du 21^e siècle**, plusieurs niveaux de réchauffement global, à définir en tenant compte du point suivant (risque associé aux niveaux de réchauffement).

2.4. Liens entre l'atténuation et les risques climatiques (aléas)

Synthétiser les connaissances relatives au **risque de dépasser différents niveaux de réchauffement global**, de manière à former un contexte pour la réflexion sur les choix et priorités en matière d'adaptation, en particulier lorsque les mesures d'adaptation peuvent avoir des conséquences à long terme (sources : rapports du GIEC, rapports du secrétariat de la CCNUCC, '[mitigation] gap report' édité par le PNUC...). Prendre en compte le fait que des niveaux de réchauffement élevés (4°C ou plus) ne peuvent pas encore être exclus, mais deviennent néanmoins peu probables au vu des politiques existantes, développements techniques, engagements internationaux, etc.

2.5. Méthodologie (observation, modélisation, compréhension)

L'ampleur du travail de recherche à réaliser doit être définie par le commanditaire de l'étude, en tenant compte de la durée prévue. A court terme, pour démarrer une analyse des risques et des moyens de s'y adapter, il convient d'utiliser les meilleures données et connaissances déjà disponibles. En raison des apports et incertitudes liées à différents types de modèles, il est nécessaire de tenir compte des observations passées et d'un grand ensemble de résultats de modèles (à l'échelle globale, le programme CMIP6 ; à l'échelle de l'Europe, le programme CORDEX ; et à très haute résolution, les recherches spécifiques à la Belgique).

2.6. Analyse des risques qui résultent des changements climatiques

Étudier les risques et les opportunités éventuelles en Région wallonne pour un niveau de réchauffement global donné, en tenant explicitement compte des résultats des modèles climatiques. C'est indispensable pour que l'adaptation puisse tenir compte des progrès en matière d'atténuation.

Dans la mesure du possible, l'évaluation doit être semi-quantitative ou quantitative (définir un niveau de risque, un nombre de personnes ou d'espèces à risque, l'étendue affectées, la valeur économique...), et contribuer à fournir de l'information pertinente pour établir un niveau de priorité. Cela peut suivre diverses approches en fonction du domaine impacté, du temps dont on dispose pour la recherche, et des études déjà disponibles. Cela concerne par exemple l'utilisation

de modèles hydrologiques, de rendements agricoles, etc. La possibilité de contribuer à de nouvelles recherches approfondies (modélisation...) relève de décisions à prendre par le commanditaire de l'étude, en tenant compte des délais de réalisation.

2.7. **Approfondissement des connaissances à moyen et long terme (climat et impacts)**

Développer une stratégie au-delà d'un unique travail de recherche ou de synthèse, pour développer les connaissances en tenant compte de la temporalité de ces recherches et de la nécessité de combiner des résultats de diverses équipes et modèles (coordination avec le niveau fédéral, recherches au niveau européen, dans des régions voisines...).

3. Secteurs et transversalité

- 3.1. Analyser les mesures d'adaptation potentielles dans la politique climatique visant à atteindre les objectifs de l'Accord de Paris (COP21). Prendre en compte les **liens entre atténuation et adaptation** (par exemple en matière d'isolation/rénovation du bâti, ou en matière de transition à l'agroécologie et à des régimes alimentaires moins carnés).
- 3.2. **Élargir la liste des secteurs** soumis à examen, au besoin en distinguant des sous-secteurs. Prendre en compte non seulement des secteurs **verticaux** supplémentaires (villes, tourisme, culture et médias, relations internationales -y compris migrations...) mais aussi des secteurs **transversaux** (productivité du travail, éducation, recherche, formation professionnelle,...).
- 3.3. **Prendre en compte les interconnexions possibles entre risques, les risques en cascade et les risques importés**, même si leur probabilité est très faible, dès lors qu'ils ont des conséquences importantes. Évaluer leur impact éventuel en Wallonie.
- 3.4. Articuler les approches sectorielles et intersectorielles de l'adaptation, en particulier pour le nexus alimentation-eau-énergie-santé. Évaluer les liens entre secteurs établis par les études précédentes.
- 3.5. Le sixième rapport d'évaluation du GIEC insiste sur l'importance d'analyser l'adaptation en lien avec les **transitions systémiques** - motivées par des considérations plus vastes (l'atténuation, la santé, l'équité, ...) - au niveau de cinq secteurs: l'énergie, l'industrie, les villes/infrastructures, le foncier/écosystèmes et le système social [IPCC, 2022]. Estimer dans quelle mesure cette approche est pertinente au niveau de la Wallonie. Le cas échéant, préciser dans quelle mesure les transitions au niveau de ces cinq systèmes peuvent servir de précurseurs à des changements plus fondamentaux, élargir l'espace de solutions et accélérer la mise en œuvre d'actions de développement durable. Identifier les compromis nécessaires, les barrières à la mise en œuvre et les niveaux de faisabilité.

4. Déficit d'adaptation, limites de l'adaptation, maladaptation

- 4.1. En général et par secteur, **identifier le déficit d'adaptation en Wallonie et ses causes**, en se référant notamment aux causes possibles énumérées par le GIEC : manque de financement, manque d'engagement du secteur privé et des citoyens, manque de leadership politique, sens de l'urgence insuffisamment développé, insuffisance des fonds pour la recherche, manque de transfert des résultats de la recherche [IPCC, 2022c, TS.D 11]. Évaluer en particulier l'ampleur des hiatus en matière d'adaptation urbaine et identifier les causes spécifiques éventuelles (par exemple, capacité d'identifier les vulnérabilités, absence de planification intégrée, priorité donnée à l'adaptation incrémentale, lock-in culturel,...).
- 4.2. Préciser autant que possible les **limites souples et dures de l'adaptation**, par secteur et en prenant en compte les interactions possibles entre secteurs. Pour les systèmes naturels, apprécier dans quelle mesure l'adaptation est intégrée à la conservation de l'environnement et permet d'éviter des limites dures. Pour les systèmes humains, identifier les principales contraintes socio-économiques qui déterminent les limites souples. Proposer des réponses que les acteurs pourraient apporter pour éviter la transformation des limites souples en limites dures. Identifier les obstacles à la mise en œuvre de ces réponses, et la manière de les surmonter.
- 4.3. Évaluer l'existant du point de vue du recours aux **solutions basées sur la nature**. Sont-elles déployées au bon endroit, selon des approches adaptées à la zone, et en déployant une

gouvernance inclusive? Quelle est la marge de progression possible de ces solutions, en réponse à quels risques et dans quelles sous-régions? Quels niveaux de réchauffement menaceraient leur succès ?

- 4.4. Évaluer/actualiser la quantification des impacts et des bénéfices des risques climatiques par De Ridder, K. et al., 2020. Compléter cette étude en analysant les coûts-bénéfices de l'adaptation : quels sont les coûts des impacts qui peuvent être évités par l'adaptation ? Quels sont les coûts liés à l'adaptation ? L'étendre à tous les secteurs passés en revue. Proposer aussi une quantification des impacts sociaux, au-delà du seul secteur de la santé.
- 4.5. Apprécier le **risque de maladaptation** par secteur (en particulier pour les secteurs « eau » et « villes ») et au niveau intersectoriel. Proposer des mesures et des stratégies permettant de réduire la maladaptation.

5. Adaptation écosystémique

- 5.1. **Évaluer les étapes prévues et les instruments déployés** pour réduire la fragmentation des habitats, augmenter l'habitat naturel en étendue, connectivité et hétérogénéité, maintenir la diversité taxonomique, phylogénétique et fonctionnelle, protéger certaines conditions microclimatiques, protéger les écosystèmes contre les événements extrêmes, et les rétablir après des événements extrêmes. Souligner la nécessité de dresser des cartes détaillées du risque d'incendie de forêt.

6. Secteurs eau, énergie et agriculture-alimentation

- 6.1. Évaluer des défis tels que la gestion des répartitions inégales des précipitations au cours de l'année ; le coût et la priorisation des usages; les obstacles à la réutilisation des eaux usées épurées; l'impact budgétaire de l'approvisionnement alternatif par l'eau de pluie [Maes, E. et al., 2020]. Proposer des réponses articulées à court, moyen et long terme (remplacement du réseau de distribution) en intégrant l'incertitude climatique.
- 6.2. Apprécier l'impact potentiel de certaines mesures d'atténuation (déjà mises en œuvre ou envisagées) sur les ressources hydriques, notamment pour les bioénergies et techniques de capture et stockage du carbone (CCS³⁶), de manière à limiter ou éviter les incohérences entre les politiques d'atténuation et de réduction des risques par l'adaptation.
- 6.3. Dans le cadre des liens entre atténuation et adaptation, analyser l'impact de la rapidité de la diversification agricole et du passage à une agroécologie [Plan Bio 2030]. Évaluer le risque de lock-in dans la production intensive.
- 6.4. **Inventorier des mesures de politique publique favorables à la transition vers des systèmes hydriques et agricoles résilients**, combinant par exemple le déplacement des subventions, la certification, des critères pour les marchés publics, le renforcement des capacités, la protection sociale, ou d'autres mesures.
- 6.5. Évaluer les manières dont la Wallonie et ses collectivités favorisent déjà, et pourraient favoriser davantage, l'évolution des **régimes alimentaires** (diminution de la consommation de viande, alimentation bio, consommation accrue de légumineuses) et la réduction des gaspillages (au niveau de la distribution et de la consommation), pour contribuer à l'adaptation et à l'atténuation (en tenant compte notamment de la stratégie wallonne 'manger demain') [PwG 22].

³⁶ Carbon Capture and Storage.

7. Villes et à l'aménagement du territoire

- 7.1. **Éclairer les discriminations sociales en matière d'adaptation urbaine** entre les revenus les plus modestes et les revenus les plus riches, en y intégrant les risques cumulés (par exemple, qualité de l'air et risque climatique). Proposer des stratégies et des mesures d'adaptation permettant en même temps de réduire ces discriminations.
- 7.2. **Dresser un état des lieux des villes disposant d'un plan d'adaptation**, de celles qui le mettent en œuvre, et de celles qui le soumettent à concertation et à évaluation avec tous les acteurs concernés (dont les communautés urbaines les plus marginalisées, particulièrement exposées aux risques climatiques).
- 7.3. Proposer des approches pour **intégrer l'adaptation urbaine et les solutions basées sur la nature, dans et autour des villes.**
- 7.4. Analyser les liens entre le Schéma Développement du Territoire, 2019 (pas encore entré en vigueur) et l'adaptation.

8. Santé

- 8.1. A la lumière de la pandémie de COVID-19, mesurer dans quelles mesures et à quelles conditions le secteur de la santé devrait être alerté sur les risques climatiques, et renforcé/refinancé/revalorisé pour y faire face.
- 8.2. **Prendre en compte les recommandations de l'étude commanditée par le SPF santé** [Van de Vel, K. et al., 2021], notamment: intégrer la santé mentale (éco-anxiété, etc.); collaboration des sciences du climat et de l'environnement, de l'épidémiologie et des sciences médicales, des sciences du comportement et des sciences sociales dans le développement des connaissances sur le comportement humain (pour la détermination de l'exposition) et les groupes vulnérables; accroître la littératie en santé et la promotion de la santé.

9. Relations internationales

- 9.1. **Suggérer dans le cadre de l'étude un échange avec les responsables des politiques d'adaptation des pays voisins**, afin de bénéficier de leurs expériences.
- 9.2. **Appliquer à la coopération à l'adaptation des pays du Sud la même conception holistique**, participative, inclusive etc. que celle qui est adoptée dans les pays développés. Intégrer en particulier les préoccupations relatives aux droits des peuples indigènes.

10. Formation, éducation et recherche

- 10.1. **Proposer un dispositif favorisant l'innovation sociale** et la coproduction de connaissances par les chercheurs et les publics concernés par l'adaptation.
- 10.2. **Faire l'inventaire des besoins en matière de formation professionnelle** à satisfaire dans les différents secteurs pour optimiser une politique d'adaptation.
- 10.3. **Remettre un avis sur les efforts wallons de sensibilisation de la population** [Deuxième Stratégie wallonne DD, 13.3] et sur l'amélioration de la formation aux défis de l'atténuation et de l'adaptation dans le cursus scolaire.

V. Bibliographie

Adapte ta commune, 2012. Démarche et outil « Adapte ta commune », outil développé pour l'appropriation des risques présents et futurs à l'échelle du territoire communal : <http://leswallonssadaptent.be/informations-generales/>

Biodiversité Belgique 2020. Actualisation de la stratégie nationale de la Belgique, 2013, Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, point focal national belge pour la Convention sur la Diversité biologique (éd.). Coordination : Marianne Schlessler, Point focal national pour la CDB (IRSNB - CBD NFP): <http://biodiversite.wallonie.be/servlet/Repository/strategie-nationale-biodiversite-2020-version-2013.pdf?ID=31107&saveFile=true>

Claessens, H. et al., 2017. Le changement climatique et ses impacts sur les forêts wallonnes. Recommandations aux décideurs, propriétaires et gestionnaires – Version 2017 mise à jour sous la coordination de Sophie Himpens, Christian Laurent, et Didier Marchal : <https://www.gembloux.ulg.ac.be/gestion-des-ressources-forestieres/2019/05/21/le-changement-climatique-et-ses-impacts-sur-les-forets-wallonnes-recommandation-aux-decideurs-proprietaires-et-gestionnaires/>

Code Forestier, 2008. Décret relatif au Code forestier du 15 juillet 2008 Remplaçant l'ancien Code datant de 1854 : <http://environnement.wallonie.be/LEGIS/dnf/forets/foret025.htm>

Commission nationale climat, 2018. Table ronde : incendie en milieu naturel et changements climatiques, organisée par le groupe de travail adaptation de la Commission Nationale Climat dans le cadre de la mise en œuvre du Plan National Adaptation aux changements climatiques : <https://www.cnc-nkc.be/fr/Confire>

Commission staff working document, Adaptation preparedness scoreboard Country fiches Accompanying the document REPORT FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL on the implementation of the EU Strategy on adaptation to climate change - SWD/2018/460 final : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=SWD:2018:460:FIN>

Congrès résilience, 2021. Congrès résilience de la région Wallonne : <https://developpementdurable.wallonie.be/congres-resilience>

Congrès résilience, 2021a. Congrès résilience de la région Wallonne, Notes de synthèse du module préparatoire n°3 : Gérer et s'adapter aux risques : mettre en place des stratégies d'adaptation : https://developpementdurable.wallonie.be/sites/dd/files/2021-12/Congrès%20résilience_Module%203_Synthèse%20et%20recommandations.pdf

Convention des Maires. Convention des Maires pour le climat et l'énergie - Europe : <https://www.conventiondesmaires.eu/a-propos/initiative-de-la-convention/objectifs-et-champ-d-application.html>. La Wallonie est coordinatrice régionale de la Convention des Maires depuis 2017 : <http://lampsqw.wallonie.be/dgo4/conventiondesmaires/>

Delescaille, L.-M. et al., 2021. *Les Habitats d'Intérêt Communautaire de Wallonie*. Publication du Département de l'Étude du Milieu Naturel et Agricole (SPW ARNE), Série « Faune – Flore – Habitat » n° 10, Gembloux : 1011 p. Chaque volume (chapitre) est référencié selon le nom de son auteur principal, par exemple l'introduction générale sera : Claessens, H. et al. 2021, Introduction générale, in Delescaille, L.-M. et al., 2021. Tous les volumes sont disponibles sur : <http://biodiversite.wallonie.be/fr/les-habitats-d-interet-communautaire.html?IDC=6399>

De Ridder, K. et al., 2020. *Evaluation of the socio-economic impact of climate change in Belgium*. Etude réalisée conjointement par VITO, ECORES et KENTER, Commanditée par la Commission Nationale Climat: https://www.adapt2climate.be/wp-content/uploads/2020/09/SECLIM-BE-2020_FinalReport.pdf

De Troch, R. et al., 2020. *Rapport climatique 2020, de l'information aux services climatiques*, IRM, 2020. <https://www.meteo.be/uploads/media/5f7c66570cae5/fodb17-0001-raclimat2020-a4-fr-v6-web.pdf?token=/uploads/media/5f7c66570cae5/fodb17-0001-raclimat2020-a4-fr-v6-web.pdf>

Deuxième Stratégie wallonne DD. Deuxième Stratégie wallonne de développement durable, 2019, Service public de Wallonie Secrétariat général – Direction du développement durable Institut wallon de l'évaluation, de la prospective et de la statistique : https://developpementdurable.wallonie.be/sites/default/files/2019-06/Strategie%20wallonne%20de%20developpement%20durable_0%281%29.pdf

ECORES-TEC, 2011. L'adaptation au changement climatique en Région wallonne. Étude coordonnée par ECORES-TEC, avec ULB, ULG-Gembloux agrobiotech, UCL, commanditée par la Région wallonne (Agence Wallonne de l'air et du climat) : <https://awac.be/2021/08/23/etude-regionale-sur-les-vulnerabilites-et-les-possibilites-dadaptation-en-wallonie/>

Feyen, L. et al., 2020. Climate change impacts and adaptation in Europe. JRC PESETA IV final report, Technical Report #JRC119178: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC119178>

Ibebuchi, C.C., 2022. Patterns of atmospheric circulation in Western Europe linked to heavy rainfall in Germany: preliminary analysis into the 2021 heavy rainfall episode. Theor. Appl. Climatol. : <https://doi.org/10.1007/s00704-022-03945-5>.

ICEDD 2014. L'identification et l'évaluation des coûts de l'inaction face au changement climatique en Wallonie, partie 1 – Les coûts de l'inaction, rapport au SPW- DGO4 et à l'AWAC : <https://awac.be/2021/08/23/identification-evaluation-des-couts-de-linaction-face-au-changement-climatique-en-wallonie/>

Impact tourisme Wallonie, 2014. Impact de la modification climatique à 30 ans sur le tourisme en Wallonie, CPDT, ULB, GUIDE - IGEAT : https://cpdt.wallonie.be/sites/default/files/cpdt_rf_octobre_2014_annexe_rc1-1_rapportfinal.pdf

IPCC, 2019. *Special Report on Global Warming of 1.5 °C*: <https://www.ipcc.ch/sr15/>

IPCC, 2021. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*: <http://ipcc.ch/wg1>

IPCC, 2021b. *Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Masson-Delmotte, V. et al. : <https://ipcc.ch/wg1>

IPCC, 2022. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>

IPCC, 2022a. *Summary for Policymakers. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group 2 to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_SummaryForPolicymakers.pdf

IPCC, 2022b. *Glossary GT2. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group 2 to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_Annex-II.pdf

IPCC, 2022c. *Résumé technique du Sixième rapport d'évaluation du GIEC - Contribution du Groupe de travail 2 (Impacts et adaptation). Version en anglais disponible à l'adresse* : https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_FinalDraft_TechnicalSummary.pdf

IPCC, 2022d. *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group 3 to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/>

Kreienkamp, F. et al., 2021: Rapid attribution of heavy rainfall events leading to the severe flooding in Western Europe during July 2021. World Weather Attribution: <https://www.worldweatherattribution.org/wp-content/uploads/Scientific-report-Western-Europe-floods-2021-attribution.pdf>

Maes, E. et al., 2020. Risque de raréfaction des ressources en eau sous l'effet des changements climatiques : Quelques enjeux prospectifs, Cahier de prospectives de l'IWEPS en collaboration avec SPW Environnement DEMNA, vol.4 : https://www.iweps.be/wp-content/uploads/2020/09/CAPRO_4.pdf

PACE, 2016. Plan air climat énergie 2016 - 2022 en Wallonie. Élaboré sur base du décret "Climat" adopté le 20/02/2014 par le Parlement de Wallonie Agence Wallonne de l'Air et du Climat : <http://etat.environnement.wallonie.be/contents/indicatorsheets/AIR%20Focus%203.html>

https://awac.be/wp-content/uploads/2021/11/Plan-Air-climat-energie-2016_2022.pdf

PGRI Wallonie 2022-2027. Projets des Plans de Gestion des Risques d'Inondation pour la Wallonie : https://inondations.wallonie.be/files/documents_a_telecharger/DI/PGRI%202/PGRI2227_FINAL_20210408.pdf

Plan bio 2030. Plan de développement de la production biologique en Wallonie à l'horizon 2030 : <https://agriculture.wallonie.be/documents/20182/21894/Plan+Bio+2030.pdf/f432bdef-6b67-4da6-9ca7-bcac6ac7d39c>

Projet « Yes we plant »: <https://yesweplant.wallonie.be/home/le-projet.html>

PwG 18. Évolution du climat en Wallonie : vive la pluie ? 18^e Lettre de la Plateforme wallonne pour le GIEC : <https://plateforme-wallonne-giec.be/lettre-18>

PwG 20. Ressources en eau et climat. Etat actuel, risques et pistes d'adaptation. 20^e Lettre de la Plateforme wallonne pour le GIEC : <https://www.plateforme-wallonne-giec.be/Lettre20.pdf>

PwG 22. Systèmes alimentaires et climat - De la ferme à la table. 22^e Lettre de la Plateforme wallonne pour le GIEC : <https://plateforme-wallonne-giec.be/lettre-22>

PwG 23. Les changements physiques du climat en 11 questions. 23^e Lettre de la Plateforme wallonne pour le GIEC : <https://plateforme-wallonne-giec.be/Lettre23.pdf>

Sartor, F., 2004. La surmortalité en Belgique au cours de l'été 2003. Section d'épidémiologie, juin 2004 ; Bruxelles, Institut Scientifique de Santé Publique, IPH/EPI Reports n° 2004 – 009, D/2004/2505/17

Schéma Développement du Territoire, 2019. Version rectificative du 14 mai 2019, Service Public de Wallonie : http://lamspw.wallonie.be/dgo4/site_aménagement/amenagement/sdt

Stratégie Biodiversité 360° : <https://www.wallonie.be/fr/actualites/strategie-biodiversite-360deg-une-vision-pour-2050> ; <https://tellier.wallonie.be/home/presse--actualites/communiques-de-presse/presses/strategie--biodiversite-360---une-vision-pour-2050.html>

Stratégie mobilité, 2019-2020. Deux volets de la Stratégie régionale de mobilité SPW Mobilité et Infrastructures, réd. chef: Pascal Moens: <http://mobilite.wallonie.be/home/politiques-de-mobilite/politique-de-mobilite-regionale-wallonne/strategie-regionale-de-mobilite.html>

Termonia, P. et al., 2018. The CORDEX.be initiative as a foundation for climate services in Belgium, Climate Services: <https://doi.org/10/gg4vbz>.

Termonia, P. et al., 2018b. Combining regional downscaling expertise in Belgium: CORDEX and beyond, Rapport final du projet, politique scientifique fédérale, contrat BR/143/A2/CORDEX.be : https://www.belspo.be/belspo/brain-be/projects/FinalReports/CORDEXbe_FinRep_AD.pdf, voir également le site web du projet : <http://cordex.meteo.be>

Termonia, P. et al., 2021. Coherent integration of climate projections into climate adaptation planning tools for Belgium (CICADA). Final Report, Belgian science policy office : https://www.belspo.be/belspo/brain-be/projects/FinalReports/CICADAb_e_FinRep.pdf

Van de Vel, K. et al., 2021. Impact of climate change on the healthcare system in Belgium, VITO, Möbius, Sciensano. Étude commanditée par le SPF santé, sécurité de la chaîne alimentaire et environnement: <https://klimaat.be/doc/summary Policymakers-en.pdf> ; <https://www.adapt2climate.be/consequences-des-changements-climatiques-sur-le-systeme-de-sante-en-belgique/>

van Gameren, V. et al., 2014. L'adaptation au changement climatique, Collection : Repères, Éditeur : La Découverte : <https://www.cairn.info/l-adaptation-au-changement-climatique--9782707174697.htm?contenu=presentation>

Walot, T., et al., 2017. Agriculture, changement climatique et agroenvironnement. Dossier de base et argumentaire : https://www.natagriwal.be/sites/default/files/kcfinder/files/Autres_doc/Argumentaire_carbone_final.pdf

Zeimetz, F. et al., 2021. Rapport de l'analyse indépendante sur la gestion des voies hydrauliques lors des intempéries de la semaine du 12 juillet 2021 (1er volet) : <https://henry.wallonie.be/home/communiqués--actualités/communiqués-de-presse/presses/rapport-de-lanalyse-independante-sur-la-gestion-des-voies-hydrauliques-1er-volet.html>