

EVALUATION DE L'IMPACT SOCIO-ECONOMIQUE DU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN BELGIQUE

ÉTUDE COMMANDÉE PAR LA COMMISSION NATIONALE CLIMAT

Résumé à l'intention des décideurs

Koen De Ridder¹, Koen Couderé², Mathieu Depoorter³, Inge Liekens¹, Xavier Pourria³, David Steinmetz³, Eline Vanuytrecht¹, Katelijne Verhaegen², Hendrik Wouters¹

¹ VITO

² KENTER

³ ECORES

juillet 2020

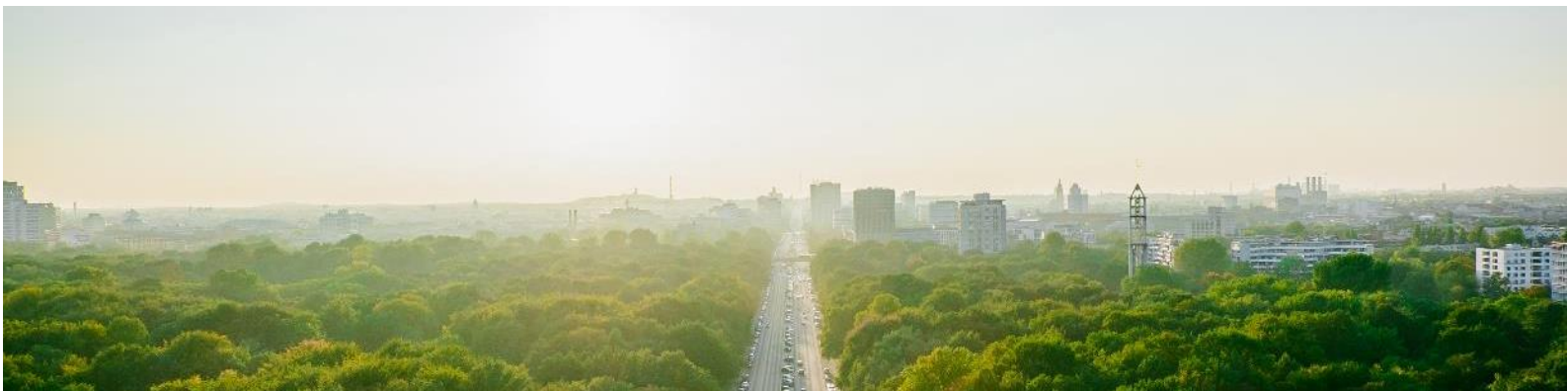


TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES	2
INTRODUCTION	3
SCÉNARIOS CLIMATIQUES POUR LA BELGIQUE	3
IMPACTS SECTORIELS	5
SANTÉ	5
LA PRODUCTIVITÉ DU TRAVAIL	6
INFRASTRUCTURE (INONDATIONS)	7
INFRASTRUCTURE (SÈCHERESSE/CHALEUR)	7
ÉNERGIE	7
AGRICULTURE	8
SYLVICULTURE	9
SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES	9
ASSURANCES	10
IMPACTS TRANSFRONTALIERS	10
ASPECTS SOCIAUX	10
EXEMPLES DE CAS	11
CONCLUSIONS	12

INTRODUCTION

Aujourd'hui, la température mondiale moyenne a augmenté de plus de 1°C par rapport aux valeurs préindustrielles. Au cours de la même période, les concentrations atmosphériques de CO₂ sont passées de 280 à plus de 400 ppm. Au rythme actuel des émissions, le budget carbone pour rester sous la barre des 2°C et respecter les objectifs de l'accord de Paris sera épuisé en quelques dizaines d'années. En ce qui concerne l'objectif de 1,5°C, ce budget sera épuisé avant la fin de cette décennie.

Entretemps, les impacts du changement climatique deviennent de plus en plus apparents. Ces dernières années, la Belgique a connu des hivers doux et persistants, des épisodes de sécheresse récurrents et une succession d'étés chauds, qui ont culminé avec des températures extrêmes sans précédent enregistrées au cours de l'été 2019. Ces phénomènes ont déjà affecté les rendements agricoles, les taux de mortalité humaine et la perte de productivité du travail, parmi d'autres.

En prenant conscience qu'un certain niveau de changement climatique est devenu inévitable, il est à présent important de diriger des actions et ressources considérables vers l'adaptation, et ce évidemment en parallèle de la poursuite de nos efforts de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Afin d'élaborer des plans et des mesures d'adaptation pertinents et efficaces, il est primordial de mieux comprendre le risque climatique physique qui affectera la société dans différents secteurs. Dans le même sens, en vue de pouvoir comparer le risque climatique et les dommages qui y sont associés à travers ces secteurs, il est utile d'exprimer quantitativement les dommages de manière harmonisée en les exprimant en valeur monétaire (en millions d'euros par an (M€/an)).

Ce *résumé à l'intention des décideurs* fournit un aperçu condensé de l'impact socio-économique du changement climatique en Belgique, résultant d'une étude documentaire menée entre novembre 2019 et juillet 2020. Il présente les principaux résultats du rapport complet, auquel les lecteurs intéressés sont renvoyés pour un compte-rendu plus détaillé, en ce compris les sources bibliographiques, l'approche suivie et les résultats détaillés.

Ci-dessous, nous présentons tout d'abord les principales caractéristiques des scénarios de changement climatique pour la Belgique en termes d'indicateurs climatiques standard tels que la température et les précipitations. Nous fournissons ensuite un bref aperçu des principaux impacts attendus du changement climatique en prenant en considération plusieurs secteurs et en y intégrant des estimations des coûts économiques. Enfin, les aspects sociaux des impacts du changement climatique sont décrits et quelques cas concrets de ces impacts sont présentés. Il est important de réaliser que ces impacts ont été estimés dans l'hypothèse d'une inaction, c'est-à-dire sans tenir compte de mesures d'adaptation additionnelles.

SCÉNARIOS CLIMATIQUES POUR LA BELGIQUE

Dans la mesure du possible, les scénarios climatiques et les impacts sectoriels décrits ci-dessous sont basés sur les simulations climatiques à haute résolution produites pour la Belgique dans CORDEX.be (euro-cordex.be), elles-mêmes basées sur l'approche des profils représentatifs d'évolution de concentration de gaz à effet de serre (RCP – Representative Concentration Pathways) utilisés dans le 5^e rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC).

Par rapport à la période 1850-1899, la température moyenne à Uccle a augmenté de plus de 2°C, bien qu'une partie de cette augmentation observée puisse être attribuée à une urbanisation croissante. Depuis les années 1970, l'augmentation de température observée s'est produite à un rythme accru de 0,24°C par décennie. Vers la fin du siècle, par rapport à la période 1976-2005, la température devrait encore augmenter jusqu'à 3°C en hiver (réduisant ainsi les épisodes de froid) et 3,6°C en été, selon le scénario RCP8.5.

Les maxima de températures estivales extrêmes devraient augmenter plus que les valeurs moyennes : à la fin du siècle et sous le scénario RCP8.5, la température quotidienne la plus élevée sur une année devrait augmenter de 4,1°C, et la valeur maximale survenant une fois tous les cinq ans de 4,6°C, par rapport à la période 1976-2005.

Avec l'augmentation des températures, les vagues de chaleur se produisent de plus en plus souvent : alors qu'il y a quelques décennies, une vague de chaleur se produisait une fois toutes les quelques années, nous avons récemment été confrontés à plusieurs vagues de chaleur se produisant chaque année. Des projections détaillées montrent que, **par rapport à la période de référence 1981-2014, le nombre de jours de canicule par an devrait passer d'environ 1 à près de 27 jours de canicule par an pour la période 2041-2074 sous le scénario RCP8.5. Dans les villes, l'augmentation de la température associée au phénomène d'îlot de chaleur urbain pousse le nombre de jours de canicule à 41 par an.** Cet effet urbain est très important pour la Belgique, étant donné que la plupart des habitants vivent dans des villes et des villages. Les villes pèsent donc lourdement dans l'évaluation de l'exposition de la population à la chaleur (et aux inondations, voir ci-dessous).

Les observations montrent une augmentation faible mais régulière des valeurs de précipitations annuelles, celles-ci étant actuellement plus élevées de 92 mm par rapport au début des mesures en 1833. Les précipitations devraient encore augmenter vers la fin du siècle. Cependant, les projections climatiques révèlent une nette dépendance saisonnière des quantités de précipitations futures, avec une augmentation des précipitations hivernales et une diminution des précipitations estivales. À la fin du siècle et sous le scénario RCP8.5, ces changements de précipitations devraient atteindre +18% (hiver) et -10% (été).

De plus, **il est prévu qu'une part considérable des précipitations estivales tombera lors d'éclats orageux intenses mais de courte durée**, qui provoquent une infiltration assez limitée de l'eau dans le sol, entraînant une baisse de niveau de la nappe phréatique. Inversement, de tels événements génèrent un écoulement de surface important (ruissellement) qui, en particulier sur des surfaces urbaines imperméables, peut provoquer des inondations. Il est également prévu que la taille des grêlons augmentera à l'avenir, amplifiant ainsi l'effet dommageable de ces hydrométéores.

Comme c'est le cas pour la température, il est également prévu que l'augmentation des valeurs extrêmes de précipitation soit plus importante que celle des quantités moyennes. **Le nombre de jours par an avec de fortes précipitations (> 20 mm) est passé d'une moyenne de 3 dans les années 1950 à 5-6 aujourd'hui.** La tendance à la hausse des fortes précipitations devrait se poursuivre : **d'ici la fin du siècle, selon le scénario RCP8.5, les précipitations quotidiennes extrêmes ne se produisant qu'une fois tous les cinq ans devraient augmenter de 37% en été et de 34% en hiver.** Encore une fois, comme c'était le cas pour la température, la proportion élevée de surfaces imperméables dans les villes entraînera une augmentation des inondations.

Ces dernières années, la Belgique a été confrontée à une sécheresse récurrente. En particulier, **les trois dernières années (2017-2019) et le printemps 2020 ont été particulièrement secs.** Cette tendance devrait se poursuivre : **les quantités de précipitations estivales devraient diminuer (voir ci-dessus) et le nombre de jours d'été humides devrait diminuer de 16% vers la fin du siècle dans le cadre du scénario RCP8.5.** Le caractère éphémère et intense des précipitations estivales entraînera par ailleurs un ruissellement accru, ce qui constitue également une perte d'infiltration d'eau dans les sols. De plus, des températures plus élevées induisent une augmentation de l'évaporation potentielle, épuisant encore davantage la quantité d'eau disponible. **On prévoit que l'évaporation potentielle augmentera d'environ 261mm/an vers la fin du siècle sous RCP8.5.** Une infiltration d'eau de pluie réduite, combinée à des niveaux plus élevés d'évaporation potentielle, entraînera des sécheresses plus fréquentes et plus graves et une réduction de l'approvisionnement en eau (souterraine).

Les observations des 30 dernières années ne montrent pas de tendance claire dans les épisodes

de vitesse des vents extrêmes en Belgique. De plus, les projections de la vitesse moyenne quotidienne du vent en Europe ne montrent pas de tendance claire vers l'avenir. Cela semble être également le cas pour la Belgique, même si *l'on prévoit que la vitesse du vent lors des tempêtes les plus intenses pourrait augmenter jusqu'à 30%.*

À Ostende, le niveau de la mer a augmenté de 11,5 cm entre 1951 et 2013. On prévoit que d'ici la fin du siècle, le niveau de la mer augmentera de 69 cm par rapport à la période 1991-2010. De cette tendance, on prévoit que l'impact de tempêtes augmentera considérablement vers la fin du siècle.

IMPACTS SECTORIELS

SANTÉ

En Belgique, comme dans la plupart des zones climatiques tempérées, *les vagues de chaleur font plus de victimes que toute autre catastrophe climatique. Elles provoquent actuellement des dizaines à des centaines de décès excédentaires par an, en particulier chez les personnes âgées et les personnes présentant des comorbidités.* Des valeurs considérablement plus élevées sont observées pendant des années exceptionnelles, comme l'année 2003 avec son été extrêmement chaud qui a conduit à une surmortalité estimée entre 1200 et 2000.

Les projections futures de surmortalité donnent une estimation d'environ 1900 décès supplémentaires par an à la fin du siècle dans le cadre du RCP8.5, c'est-à-dire une surmortalité annuelle d'une ampleur au moins similaire à celle de 2003, en moyenne. Il convient de noter que ce chiffre de surmortalité a été obtenu en supposant l'absence de changements sociodémographiques (tels que, par exemple, une augmentation de la population ou une plus grande proportion de personnes âgées dans la société), mais aussi en supposant qu'aucune adaptation physiologique ne survienne au sein de la population. *Pour les conditions du milieu du siècle (c'est-à-dire 2050) dans un scénario de climat élevé (RCP8.5), la surmortalité atteindrait 926 décès par an.*

Il ressort des données de surveillance nationales que *Bruxelles présente une surmortalité relative (par habitant) plus élevée que la Région flamande et wallonne.* D'une manière générale, il faut s'attendre à une mortalité supérieure dans les villes, en raison de l'exposition accrue aux températures élevées (dues aux effets d'îlot de chaleur urbain) et d'un profil de vulnérabilité plus élevé de la population.

Attribuer un coût économique à cette surmortalité n'est pas simple. *En appliquant la valeur d'une vie statistique (VSL), qui est basée sur le concept du consentement à payer, on obtient des coûts de surmortalité liés à la chaleur de l'ordre de 2 600 à 5 200 M €/an. Pour les conditions du milieu du siècle (2050, RCP8.5), le chiffre varie de 1 380 M €/an à 2 740 M €/an.* Bien que ces valeurs soient très élevées, elles sont cohérentes avec les études internationales dans lesquelles la mortalité constitue souvent la plus grande part des coûts sectoriels. *L'utilisation d'une autre approche, basée sur le concept de la valeur d'une année de vie (VOLY), donne des valeurs inférieures, de l'ordre de 630 à 1 270 M €/an vers la fin du siècle.* La différence avec la valeur basée sur la VSL illustre clairement la grande incertitude associée à ces estimations.

Une température ambiante élevée provoque également des maladies telles que l'épuisement dû à la chaleur et les coups de chaleur, et aggrave les symptômes de plusieurs maladies cardiovasculaires et pulmonaires courantes. Une estimation approximative évalue jusqu'à 60 000 hospitalisations par an supplémentaires liées au stress thermique pendant les étés chauds à venir. De plus, un lien a été établi entre les épisodes de canicule et des problèmes de santé mentale, notamment un nombre plus élevé de troubles de l'humeur, des tentatives de suicide, une augmentation de l'agressivité et de la violence. Les patients souffrant de troubles mentaux préexistants sont particulièrement vulnérables.

Le coût économique de la morbidité liée à la chaleur a été estimé sur base du nombre d'admissions supplémentaires à l'hôpital, ainsi que des coûts typiques d'un séjour hospitalier, donnant une valeur comprise entre 95 M€/an et 188 M€/an. Cette estimation n'inclut pas l'impact de cette morbidité sur l'économie en général, à savoir son impact sur la perte de productivité du travail, cette thématique étant traitée séparément ci-dessous.

L'exposition au froid peut entraîner des effets directs tels que l'hypothermie ou des pathologies indirectes telles que des troubles cardiovasculaires ou des infections respiratoires. Bien que le changement climatique mondial entraîne des étés plus chauds, il entraîne également des hivers plus doux. Par conséquent, *la mortalité et la morbidité hivernales, qui sont actuellement beaucoup plus élevées que la mortalité et la morbidité estivales, devraient diminuer.* Cependant, des études internationales concluent qu'avec le changement climatique, la réduction des décès par le froid hivernal sera compensée par l'augmentation de la mortalité liée à la chaleur au cours de la seconde moitié du siècle. En lien avec cela, nous constatons que, vers la fin du siècle, *les coûts de santé évités grâce à des hivers plus doux, estimés selon l'approche VSL qui a été utilisée pour évaluer le coût de la surmortalité liée à la chaleur (voir supra), atteignent des montants de l'ordre de 2600 à 5200 M€/an, lesquels sont similaires aux coûts de surmortalité liés à la chaleur. Pour les conditions du milieu du siècle, ces montants sont de l'ordre de 1 760 M€/an à 3 510 M€/an.*

Le changement climatique aura également d'autres effets sur la santé, notamment sur les maladies à transmission vectorielle, la contamination d'aliments et de l'eau ainsi qu'une incidence croissante des maladies allergisantes. Ces aspects n'ont pas été inclus dans l'étude, l'état des connaissances actuelles ne permettant pas de les estimer.

LA PRODUCTIVITÉ DU TRAVAIL

Les températures élevées et les vagues de chaleur nuisent à la productivité du travail. Bien que cela soit particulièrement le cas pour les travaux extérieurs (par exemple, l'agriculture, la construction), les travaux intérieurs (par exemple, les bureaux) sont également affectés. Ceci est important dans un pays comme la Belgique dans lequel le secteur des « services » – dont une grande partie repose sur le travail en intérieur – constitue le secteur le plus important de l'économie nationale.

Sur base de simulations de climat urbain, *certains quartiers de Bruxelles ont connu jusqu'à 11% d'heures de travail potentiellement perdues dans les conditions de l'été chaud de 2003 pour la catégorie « travaux lourds » (extérieur).* Ici aussi, le phénomène d'îlot de chaleur urbain joue un rôle important en renforçant l'intensité des vagues de chaleur.

En extrapolant à partir d'une étude réalisée pour la région d'Anvers, il est constaté que, *compte tenu de tous les secteurs, la perte de productivité du travail au cours de la période 2081-2100 (RCP8.5) devrait coûter à la Belgique 610 M€/an au cours de l'année la plus froide de cette période, et 9 000 M€/an pendant l'année la plus chaude.* Pour le milieu du siècle, le coût varie de 170 M €/an à 4 960 M€/an.

Une estimation indépendante, utilisant les données d'une étude européenne, donne une gamme de valeurs de perte de productivité du travail comparable, de l'ordre de 865 à 7 970 M€/an à la fin du siècle. Par conséquent, et malgré de grandes incertitudes (gamme de valeurs) associées à ces estimations, ces dernières semblent plutôt robustes. Le risque de perte de production économique liée à la chaleur en Belgique doit donc être pris au sérieux.

Le gain de productivité provoqué par des températures hivernales plus chaudes, sous RCP8.5 à la fin du siècle, est estimé entre 232 M€/an et 364 M€/an. En 2050, la fourchette sera de l'ordre de 116-182 M€/an. Ces chiffres, fondés sur les estimations de l'effet du réchauffement hivernal sur l'absentéisme, sont bien inférieurs aux pertes de productivité projetées liées à la chaleur décrites ci-dessus, bien que les estimations de la productivité du travail (en lien avec la chaleur et le froid) comportent un niveau d'incertitude considérable.

INFRASTRUCTURE (INONDATIONS)

Le coût moyen des dommages en cas d'inondations importantes a varié dans le passé entre 40 et 75 M €/an. En Flandre, *les dommages signalés en raison des inondations se sont élevés à environ 48 M€/an sur la période 2011-2019*. Ces coûts ne sont évidemment pas répartis de façon uniforme dans le temps.

Sur la base d'études internationales, *le coût annuel futur des inondations fluviales en 2050 (RCP8.5) en Belgique est estimé entre 134 M€/an et 290 M€/an*.

Des coûts plus importants sont associés aux inondations côtières (y compris estuariennes). Pour 2050, il semble y avoir une correspondance assez forte entre les différentes études, *permettant d'estimer le coût annuel additionnel lié aux dommages associés aux inondations côtières à environ 200 M€/an à 650 M€/an*. Pour 2100, toutes les études mentionnent une forte augmentation des dommages. Celle-ci semble être due au fait que l'élévation du niveau de la mer (et ses impacts) ne sont pas linéaires. Ainsi, les défenses côtières existantes pourraient être dépassées aux environs de 2050. Adoptant une position conservatrice et tenant compte des mesures d'adaptation qui ont déjà été décidées (mais pas entièrement exécutées), vers la fin du siècle *les niveaux de coûts se situent entre 2 400 M€/an et 5 300 M€/an*.

En additionnant uniquement les chiffres des inondations fluviales et côtières, *le total annuel des dommages attendus liés aux inondations en Belgique se situe entre 343 M€/an et 940 M€/an en 2050 et entre 2534 M€/an et 5590 M€/an en 2100*. Les différences entre les chiffres de 2050 et de 2100 sont exclusivement dues à l'élévation du niveau de la mer, mais sont soumises à de grandes incertitudes. Ces chiffres ne tiennent pas compte des inondations pluviales (crues soudaines) qui, en Belgique, peuvent être un facteur de dégâts importants.

De plus, les chiffres ci-dessus n'incluent pas les coûts des impacts indirects, liés par exemple aux interruptions ou retards de service. Des études menées à l'étranger semblent suggérer que leur prise en compte pourrait induire un doublement des coûts économiques, selon le secteur concerné.

INFRASTRUCTURE (SÈCHERESSE/CHALEUR)

La sécheresse affecte la navigabilité et le trafic sur les voies navigables intérieures. Aux Pays-Bas et en Allemagne, *les coûts liés à l'impact de l'été 2018 (exceptionnellement sec) sur la navigation intérieure, y compris les coûts liés aux retards ou à la non-livraison, ont été estimés à plusieurs centaines de millions d'euros*. De plus, la sécheresse peut affecter les routes en raison des dommages causés par la fissuration des chaussées lorsque l'humidité du sol sous la chaussée évolue vers un nouveau régime.

La chaleur est également connue pour affecter les infrastructures, entraînant des impacts tels que le flambement (déformation) des voies ferrées, la fonte de l'asphalte et des dommages au réseau électrique (par exemple, à travers des transformateurs surchauffés). Les coûts directs des dommages associés à ces effets semblent plutôt modestes par rapport aux effets des inondations. Cependant, les coûts indirects de la chaleur devraient être beaucoup plus élevés. Sur base d'informations provenant de la récente vague de chaleur australienne et estimant que celle-ci est représentative des conditions en Belgique vers 2050 (sous RCP8.5), *les coûts indirects liés à la chaleur impliquant des infrastructures (par exemple, interruption de service, retards) sont estimés à 153-766 M€/an*.

ÉNERGIE

Pour l'énergie, le scénario RCP8.5 est combiné avec un scénario de statu quo (business as usual) pour l'approvisionnement énergétique futur en Belgique.

En ce qui concerne *la production d'électricité dans les centrales électriques, la sécheresse et l'augmentation des températures devraient entraîner un coût de production supplémentaire de*

44 M€/an d'ici 2050. L'impact du changement climatique induira également **un coût lié à une efficacité réduite du transport et de la distribution, qui devrait s'élever à 91 M€/an.**

Les coûts sont moindres pour la production décentralisée (renouvelable). **L'hydroélectricité, qui souffrira de débits fluviaux réduits en raison de l'aggravation des conditions de sécheresse, entraînera un coût (production réduite) de 2 M€/an.** Dans le cas de l'énergie solaire, étant donné que les panneaux photovoltaïques deviennent moins efficaces à des températures plus élevées, la perte de production est estimée à 17 M€/an.

Les impacts économiques les plus importants sont liés à l'évolution de la demande d'énergie. Il est prévu que des hivers plus doux induiront **une demande de chauffage réduite, ce qui entraînera un coût énergétique évité pour un montant de 220 M€/an.** À l'inverse, **des étés plus chauds induiront une augmentation de la demande d'énergie de refroidissement, d'un montant de 88 M€/an.**

Dans l'ensemble, les coûts et les gains ont tendance à se compenser, principalement en raison de la baisse de la demande de chauffage en hiver. La somme de tous les coûts des impacts individuels décrits ci-dessus donne un coût net de 22 M€/an.

AGRICULTURE

La sécheresse et les vagues de chaleur récurrentes observées ces dernières années font déjà des ravages. Par exemple, **les épisodes de sécheresse et de canicule de 2018 ont entraîné dans la Région Flamande une réduction du volume de production de 31% pour les pommes de terre, 13% pour la betterave sucrière et 10% pour les céréales.** Suite à cela, des réclamations d'un montant de 150 M€ ont été soumises au Fonds flamand pour les catastrophes.

Le changement climatique devrait induire une série d'effets parfois opposés. D'une part, les cultures peuvent bénéficier de la fertilisation au CO₂ en raison de l'augmentation des concentrations atmosphériques accroissant leur productivité; et d'autre part, les températures moyennes plus élevées allongeront la saison de croissance potentielle. En revanche, les périodes de sécheresse prolongées, les coups de soleil sur les cultures, les températures extrêmes, les crues soudaines et les tempêtes de grêle causeront des dommages. De plus, les températures élevées persistantes et la sécheresse devraient réduire la productivité du bétail en raison d'effets négatifs sur le rendement des prairies et la santé animale.

D'ici 2050, dans le scénario RCP8.5, les effets combinés des changements climatiques (modification des précipitations, de la disponibilité de l'eau du sol et de la température) et de la concentration de CO₂ atmosphérique sur la productivité moyenne des cultures dans notre pays pourraient générer des gains allant jusqu'à 10-20% par rapport à 1981-2010, et ce uniquement si l'effet de fertilisation au CO₂ peut se manifester dans des conditions de fertilité optimales. Des cultures comme le maïs bénéficient beaucoup moins de l'effet de fertilisation au CO₂, car cette culture se trouve déjà à l'optimum d'efficacité aux niveaux actuels de CO₂.

Dans le même temps, la variabilité interannuelle des rendements causée par les événements météorologiques extrêmes et les risques associés pour les agriculteurs augmenteront également à l'avenir. Même si la productivité moyenne peut augmenter, les agriculteurs vivront des années difficiles et verront leurs productions et leurs revenus baisser. **D'ici 2050, durant les années où les conditions météorologiques sont défavorables, les rendements des cultures pourraient chuter bien en-dessous des niveaux minimums récemment observés (1981-2010) (baisse de 35%), en particulier pour la pomme de terre et le maïs. Pour la production de volaille, de bovins et de porcs, des pertes de production allant jusqu'à 2-5% sont probables.**

Compte tenu de tout ce qui précède, **d'ici 2050 et dans le scénario RCP8.5, la variation de la valeur de la production agricole totale (végétale et animale) par rapport à 2019 devrait se situer entre :**

- **une augmentation de 45 M€/an, principalement liée à l'effet fertilisation CO₂, et**
- **une diminution de 606 M€/an lors de la prise en compte des pertes de terres liées au climat (par exemple par salinisation, érosion, inondation) et lors de la prise en compte**

de la baisse des prix liée au climat sur le marché international.

Vers la fin du siècle, en particulier dans le scénario RCP8.5, les effets néfastes du changement climatique devraient l'emporter sur l'impact bénéfique de la fertilisation au CO₂ et de l'allongement de la saison de croissance, produisant un impact négatif net même sans tenir compte des pertes de terres et/ou des changements de prix.

SYLVICULTURE

La sécheresse affecte négativement les taux de croissance des forêts, entraînant la récolte des peuplements forestiers avant qu'ils n'atteignent leur maturité optimale. *Les effets estimés pour le hêtre (*Fagus sylvatica*), l'épinette (*Picea abies*) et le chêne (*Quercus robur*) causeraient une perte de rendement en Belgique de 76,7 M€/an vers le milieu du siècle (2041-2070) sous le scénario RCP8.5.*

De plus, la sécheresse associée à des hivers doux et des vagues de chaleur prédisposent les arbres à être attaqués par le scolyte (*Ips typographus*). Étant donné les conditions climatiques favorables réunies au cours des années 2018-2019, le scolyte s'est reproduit rapidement et en abondance, ce qui a entraîné la coupe et l'extraction de 1,6 million de m³ de bois pour éviter une nouvelle propagation. *Le coût de la perte de bois et de la réduction de la qualité causées par le scolyte est estimé à 64 M€/an.*

La sécheresse entraîne également un risque accru d'incendie de forêt. Le 'Fire Weather Index' (FWI), qui est utilisé pour estimer ce risque, présente actuellement (1981-2010) une valeur d'environ 10-15 pour la Belgique. *Le FWI devrait augmenter de 30 à 40% (et de plus de 40% dans les Ardennes belges) vers 2071-2100 sous RCP6.0.* Associé à cette augmentation, et compte tenu de la valeur des peuplements forestiers et des coûts de replantation, *les pertes et les coûts liés aux incendies de forêt devraient s'élever à 14,3 M€/an sous RCP8,5 et d'ici 2071-2100*, et à la moitié de ce montant d'ici 2050. En ce qui concerne l'effet des vents extrêmes, *les dégâts causés à la récolte de bois par les vents de tempête entraîneront des dommages estimés à 2,2 M€/an.*

Il convient de noter que, outre la production de bois, les forêts fournissent également plusieurs autres services écosystémiques tels que les loisirs, la filtration de l'eau et la séquestration du carbone qui, dans la littérature scientifique, ont été estimés comme portant jusqu'à dix fois la valeur monétaire par hectare par rapport à la valeur de la seule production de bois. Ces aspects seront traités dans la section « services écosystémiques ».

SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

Des écosystèmes sains jouent un rôle important dans la séquestration du carbone, c'est-à-dire la capture et le stockage du carbone de l'atmosphère. De fait, environ 50% des émissions anthropiques mondiales sont actuellement absorbées par la biosphère terrestre, ce qui freine fortement le réchauffement climatique. On estime qu'en Belgique, d'ici 2050 et selon le scénario climatique RCP8.5, *la perte monétaire liée à la réduction du fonctionnement du stockage du carbone dans les sols des écosystèmes pourrait s'élever à 172 M€/an*, constituant une diminution des coûts évités par la réduction des émissions de CO₂.

Les écosystèmes dégradés et leur fonctionnement réduit *entraîneront une perte de 67,7 M€/an en raison d'une capacité réduite à filtrer les particules fines polluantes* de l'atmosphère. Par ailleurs, *la valeur récréative et la valeur sanitaire des écosystèmes en Belgique devraient diminuer respectivement de 27,7 M€/an et 122,5 M€/an.* Le service écosystémique de *pollinisation devrait diminuer de 23,7 M€/an.*

Enfin, les services fournis par les écosystèmes d'eau douce sont nombreux et comprennent l'amélioration de la qualité de l'eau, le contrôle des inondations et l'approvisionnement en eau. *La prestation de services écosystémiques d'eau douce devrait diminuer de 695 M€/an.*

Ensemble, avec le changement climatique, le fonctionnement réduit des services écosystémiques

et leur capacité à fournir des avantages devraient induire **un coût global de 1108 M€/an**, ce qui représente le coût monétaire lié à la non-fourniture de ces services. Il convient toutefois de noter que l'incertitude associée à ces chiffres est très importante et que la valeur de tous les services écosystémiques n'a pas été quantifiée.

ASSURANCES

Les inondations, les tempêtes de vent, la grêle et la sécheresse sont les principaux risques liés au climat qui affectent le secteur des assurances en Belgique.

Sur la période 2011-2019, les sinistres d'assurance liés aux intempéries s'élevaient en moyenne à **172 M€/an pour les tempêtes** (tempêtes hivernales, orages d'été et grêle) et **48 M€/an pour les inondations**, soit 220 M€/an pour les deux catégories combinées. Un fait marquant est la très grande variabilité des montants réclamés entre les différentes années. Peu d'informations sont disponibles pour estimer les valeurs de ces catégories de coûts dans le futur, mais les informations issues d'une étude menée au Royaume-Uni suggèrent **leur doublement vers 2050, portant leur valeur à 440 M€/an**.

Les coûts associés aux événements de grêle extrêmes (par exemple, les dégâts de carrosserie dans le secteur automobile, les serres endommagées dans le secteur horticole) se classent parmi les coûts les plus élevés du secteur. L'année 2014 se démarque avec plus de 500 M € de coûts, largement associés à la tempête de grêle de la Pentecôte. Sur la base d'une étude menée aux Pays-Bas, **il est prévu que d'ici 2050 dans le cadre du scénario RCP8.5, les réclamations pour dommages aux voitures liés à la grêle augmenteront de 33% et les réclamations liées aux serres endommagées de 219%**.

Le changement climatique soulève des inquiétudes quant au caractère abordable des assurances à l'avenir. De plus, le risque lié au climat est de plus en plus considéré comme une menace potentielle pour le secteur des assurances. Le plus grand risque semble résider dans l'instabilité et la variabilité annuelle (et l'imprévisibilité) inhérentes aux conditions météorologiques extrêmes.

IMPACTS TRANSFRONTALIERS

Les impacts climatiques dans un pays tempéré comme la Belgique sont plutôt modestes par rapport aux impacts attendus en Europe du Sud et dans de nombreux pays tropicaux. Cependant, les exportations de ces pays, qui devraient diminuer sensiblement avec le réchauffement climatique, peuvent affecter le commerce extérieur, affectant ainsi indirectement l'économie belge. Des études récentes, il ressort que **les réductions des importations liées au changement climatique en provenance de l'extérieur de l'Europe peuvent entraîner une baisse du PIB belge d'un montant compris entre 1 000 et 2 200 M€/an**.

Par ailleurs, il est attendu que le changement climatique déclenche d'importants flux migratoires dans les pays en développement, causés par la sécheresse agricole et l'élévation du niveau de la mer, mais aussi par la fréquence croissante des vagues de chaleur mortelles.

ASPECTS SOCIAUX

Les impacts du changement climatique n'affectent pas tous les citoyens de la même manière. **Les événements extrêmes tels que la chaleur urbaine ou les inondations dues aux fortes pluies ont souvent des effets plus graves sur certains groupes vulnérables, tels que ceux qui souffrent d'une mauvaise santé, de faibles revenus, d'un logement inadéquat ou d'un manque de mobilité**.

Le manque de réseaux sociaux est identifié comme un facteur important de vulnérabilité accrue, car les personnes isolées sont moins susceptibles de recevoir des informations et de l'aide. L'isolement social augmente le risque de décès à la suite d'événements météorologiques extrêmes tels que les vagues de chaleur. De plus, les caractéristiques physiques des quartiers urbains

peuvent influencer sur l'impact d'une inondation, d'une vague de chaleur ou d'autres formes d'impacts climatiques sur les personnes.

La vulnérabilité et l'aléa climatique ont souvent une composante spatiale commune très forte. Par exemple, pour la ville de Gand, la distribution spatiale du nombre de personnes bénéficiant d'une allocation de revenu de base correspond très fortement aux paramètres de stress thermique, car la pauvreté est concentrée dans les secteurs urbains denses qui sont également caractérisés par une chaleur estivale plus importante. La structure physique et sociale de nombreuses villes belges étant comparable à la situation gantoise, on peut s'attendre à ce que les relations entre vulnérabilité socio-spatiale et impacts climatiques soient applicables à plus grande échelle en Belgique.

Une autre observation intéressante peut être tirée de la relation entre la part de la population vivant dans un logement inconfortablement chaud en été et le revenu. De cette comparaison, il ressort qu'en Belgique, les personnes qui appartiennent à la tranche de 20% des revenus les plus bas sont 1,5 à 2 fois plus susceptibles de vivre dans une maison inconfortablement chaude que celles qui appartiennent aux autres catégories de revenus.

Lorsque les coûts des commodités de base tels que la nourriture ou l'énergie (chauffage/refroidissement) changent en raison du changement climatique, les impacts sur les ménages à faible revenu seront beaucoup plus importants, vu qu'ils consacrent une plus grande proportion de leurs dépenses moyennes à ces commodités. Pour les denrées alimentaires, une augmentation des prix est attendue vers le milieu du siècle, en raison de l'impact négatif du changement climatique à travers le monde sur les prix de ces denrées au niveau international. En ce qui concerne l'énergie : alors que l'on prévoit une diminution de la demande de chauffage en hiver (laquelle deviendra donc moins coûteuse), les besoins de refroidissement en été augmenteront assez fortement. Cela aggravera l'inégalité sociale entre ceux qui seront et ceux qui ne seront pas en mesure de s'offrir un appareil de refroidissement et d'en assumer le coût énergétique, d'autant plus que les moins nantis occupent déjà en moyenne des maisons inconfortablement chaudes, comme mentionné ci-dessus.

Étant donné que, dans l'ensemble, les impacts physiques du changement climatique devraient entraîner des dommages économiques, on s'attend à une perte (relative) de possibilités d'emploi, affectant davantage les segments les moins aisés de la société. Cela étant, les politiques européennes et belges en matière d'action climatique (atténuation et adaptation) devraient avoir des effets positifs significatifs sur l'emploi .

EXEMPLES DE CAS

Si l'aperçu économique à grande échelle basé sur de larges groupes sectoriels constitue un apport pertinent pour l'élaboration des politiques, il est également instructif d'examiner de plus près certains sous-secteurs spécifiques. Ci-dessous, *un aperçu des impacts du changement climatique sur les secteurs de la production de frites et de bière*, tous deux très emblématiques pour la Belgique.

Concernant les frites : 88% des Belges en mangent au moins une fois par semaine. La Belgique est également le plus grand exportateur de produits de pomme de terre surgelés précuits, avec des exportations vers plus de 150 pays. L'impact croissant de la sécheresse sur la culture de la pomme de terre est la principale préoccupation de l'industrie des frites, l'épisode de sécheresse survenu en 2018 ayant provoqué une pénurie de pommes de terre et une augmentation de prix de 23%. L'industrie réagit aujourd'hui en s'orientant vers des variétés de pommes de terre plus résistantes à la chaleur et au stress hydrique. Le traitement et le stockage des pommes de terre frites sont également affectés par le changement climatique. Leur traitement nécessite de grandes quantités d'eau, ce qui peut devenir problématique étant donné l'impact négatif du changement climatique sur les ressources en eau douce. L'augmentation des températures augmentera les besoins

énergétiques de refroidissement pour le stockage.

Le brassage de la bière est vulnérable au changement climatique en raison de l'impact de celui-ci sur ses ingrédients. L'un de ses principaux ingrédients, l'orge, est principalement importé (97,53%) et dépend donc des conditions climatiques et de leurs impacts dans les régions d'origine. Une étude internationale a révélé que les baisses de rendement liées à la sécheresse et à la chaleur dans les régions productrices d'orge du monde entier peuvent entraîner une perte mondiale moyenne de la production d'orge estimée entre 3% (RCP2.6) et 17% (RCP8.5). La Belgique figurerait parmi les pays les plus touchés par la baisse de l'offre, avec une réduction de celle-ci de plusieurs dizaines de %, et avec une production de bière en baisse de 10% (RCP2.6) à 40% (RCP8.5). Quant au houblon, autre ingrédient de la bière, le changement climatique devrait également affecter les niveaux d'approvisionnement, avec une baisse de l'ordre de 7 à 10%. Comme pour les frites, la disponibilité et la qualité de l'eau potable dans le processus de production est un problème. Le stockage devrait également subir les effets néfastes du changement climatique, vu que la consommation d'électricité pour le refroidissement augmentera en raison de la température estivale plus élevée. Enfin, les brasseurs de bière lambic sont confrontés à un défi lié au climat à un tout autre niveau. Leur processus de brassage étant tributaire de la température ambiante, les producteurs de lambic sont désormais confrontés à une baisse de plus de 10% de la durée de la saison de production. La production traditionnelle de bière Lambic était pratiquement le seul moyen de brassage existant depuis l'Antiquité jusqu'au début du XX^e siècle. Bien que son poids économique soit sans doute limité, la potentielle perte des brasseurs traditionnels belges lambic due au changement climatique porterait certainement un coup à l'héritage et à la tradition uniques de la bière en Belgique.

CONCLUSIONS

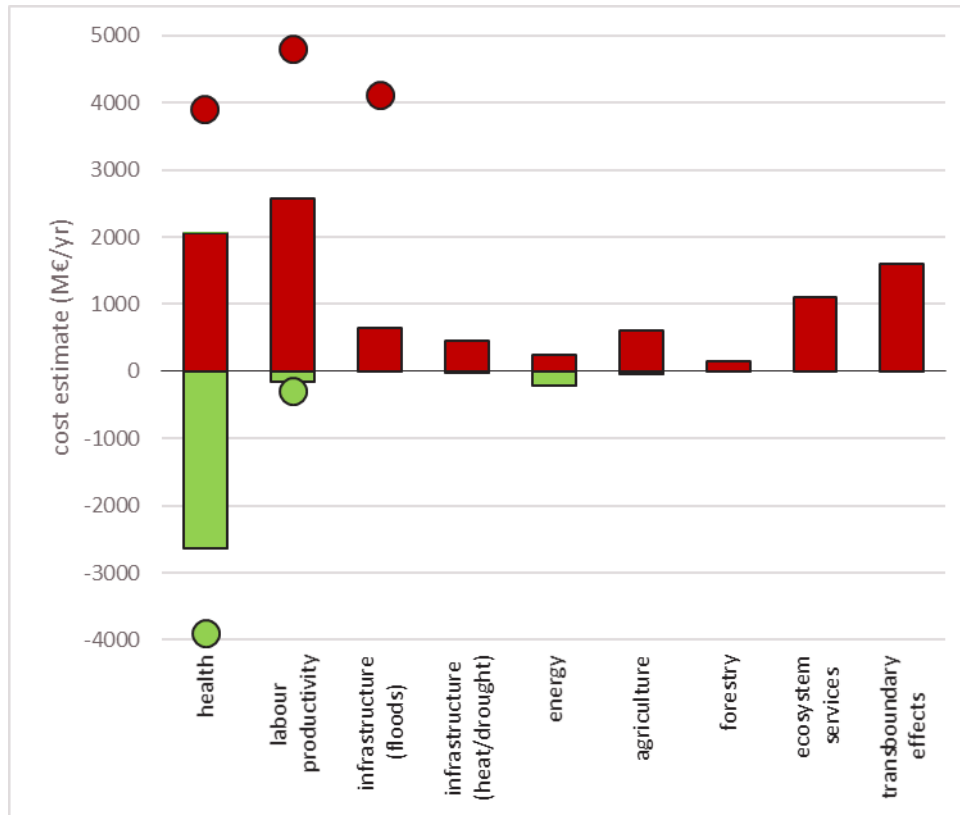
En Belgique, le changement climatique devrait induire **des étés plus chauds et plus secs et des hivers plus doux et plus humides. Les vagues de chaleur, les inondations et la sécheresse** semblent constituer la principale part des aléas climatiques. La vulnérabilité à ces aléas en Belgique est renforcée compte tenu de la forte proportion de zones urbaines, qui aggravent les effets néfastes du réchauffement (effet d'îlot de chaleur urbain) et des inondations (surfaces imperméables). On s'attend à ce que **les groupes les plus vulnérables de la société (personnes en mauvaise santé, à faible revenu ou disposant d'un logement inadéquat) soient aussi les plus vulnérables aux effets du changement climatique.**

Le changement climatique devrait également affecter un grand nombre de secteurs économiques en Belgique, induisant des coûts importants mais parfois également des gains, les chiffres variant de plusieurs centaines à des milliers de M€/an, comme le montre la figure ci-dessous. En 2050, sous le scénario RCP8.5, **les coûts totaux, qui sont principalement causés par des chaleurs extrêmes, la sécheresse et les inondations, s'élèvent à près de 9 500 M€/an**, soit environ 2% du PIB belge. A l'inverse, **les gains, associés à des hivers plus doux, atteignent environ 3 000 M€/an**, soit 0,65% du PIB. Bien que le tableau soit incomplet, **les secteurs représentant les coûts les plus élevés montrent une tendance, vers la fin du siècle, à une augmentation plus forte des coûts que des gains liés au changement climatique.**

Il convient de noter que la part élevée de la perte de productivité du travail liée à la chaleur dans les coûts économiques totaux constitue un résultat quelque peu inattendu. Elle est entièrement liée à l'inclusion du secteur des services dans l'évaluation. En effet, bien que ce secteur ne soit pas souvent pris en compte et que l'impact de la chaleur y soit moins important que sur les secteurs basés sur le travail en extérieur (agriculture, construction), sa part élevée dans le PIB national compense largement cette moindre sensibilité climatique.

Pour mettre ces chiffres en perspective, il est éclairant de les comparer – à titre d'exemple – à des coûts (vraisemblablement) plus familiers, comme le budget annuel du Service Public Fédéral de la

Justice en 2019 (1 950 M€), la charge des mesures COVID-19 sur le budget de la Région wallonne en 2020 (1 800 M€), le budget annuel de la Région flamande pour la mobilité et les travaux publics en 2019 (4 100 M€), ou le coût d'achat de 34 avions de chasse F-35 (3 800 millions d'euros).



Coûts économiques estimés (rouge) et gains (verts) du changement climatique par secteur, par rapport aux conditions actuelles, compte tenu du scénario climatique RCP8.5, pour l'année 2050 (barres) et pour l'année 2100 (points). Les chiffres contenus dans cette figure représentent les valeurs moyennes des fourchettes de coûts fournies dans le texte principal. Les coûts liés à la santé appartiennent uniquement aux impacts en rapport avec la chaleur extrême et le froid.

Il est important de préciser que les chiffres et les estimations de coûts présentés ci-dessus ne sont pas des prévisions ; il s'agit plutôt de scénarios et de projections. De plus, comme mentionné précédemment, ils représentent les coûts encourus en l'absence de toute nouvelle mesure d'adaptation au climat.

Enfin, il convient de noter que ces estimations de coûts sont caractérisées par un niveau élevé d'incertitude, lié à l'incertitude sur les informations climatiques elles-mêmes, aux hypothèses faites pour évaluer les impacts physiques du changement climatique et à l'incertitude lié au coût économique attribué à ces dommages. Néanmoins, les impacts et les estimations de coûts présentés dans la présente étude constituent l'aperçu le plus complet et le plus détaillé qui existe actuellement sur l'impact socio-économique du changement climatique en Belgique, et constitue dès lors une base solide pour éclairer les futures politiques et actions en matière de climat.